Vlaanderen
is wetenschap

HOOFDSTUK 5

Beoordelingskaders van ecosystemendiensten bij ontbossingen en bebossingen

Natuurrapport - Aan de slag met ecosystemendiensten
Technisch rapport

Lode De Beck & Paul Quataert

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Lode De Beck & Paul Quataert,
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 Anderlecht
www.inbo.be

e-mail:

lode.debeck@inbo.be

Wijze van citeren:

De Beck L. & Quataert P. (2016). Hoofdstuk 5 - Beoordelingskaders van ecosysteemdiensten bij ontbossingen en bebossingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (1). In Van Gossum. et al. (eds.), Natuurrapport – Aan de slag met ecosysteemdiensten. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2016.12342456, Brussel

D/2017/3241/001

doi.org/10.21436/inbor.12567611

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Lode De Beck

Hoofdstuk 5 - Beoordelingskaders van ecosysteemdiensten bij ontbossingen en bebossingen

Lode De Beck & Paul Quataert

INBO.R.2017.1

Dankwoord

Een bijzonder woord van dank gaat naar Carine Wils, Toon Spanhove, Pieter Vandenbroucke en Maarten Stevens voor hun ondersteuning bij het GIS-werk, en Toon Van Daele voor de statistische beoordeling van de resultaten.

Samenvatting

De huidige kaders om bebossingen en ontbossingen te beoordelen, zijn niet gebaseerd op ecosysteemdiensten (kortweg ESD). Voor ontbossingen wordt gebruik gemaakt van de boscompensatiefactor die rekening houdt met de aanwezigheid van boshabitats volgens de Europese Habitatrichtlijn en met het type bos (inheems of niet-inheems loofbos, naaldbos of gemengd bos). Die bossen hebben we samengebracht in een boskaart. Subsidies voor bebossingen zijn onder andere gekoppeld aan de bestemming van het terrein en aan de aanwezigheid van andere natuurelementen op het terrein.

In dit hoofdstuk van NARA-B 2016 wordt onderzocht of er op basis van ESD-kaarten, een ESD-kader kan gemaakt worden voor de beoordeling van bebossingen en ontbossingen, als alternatief voor de huidige kaders rond boscompensatie en bebossingen. Er wordt gewerkt met kaarten die op schaal Vlaanderen beschikbaar zijn en die relevant zijn voor het ecosysteem bos. De lokale verschillen (bv. bodemkarakteristieken, bevolkingsdichtheid en reliëf) en/of de verschillende boscategorieën (bv. naald- versus loofbos) en/of de aan- of afwezigheid van een bos kunnen op die kaarten tot uiting komen door een verschil in de levering van, of potenties voor ESD's, of door een verschil in de vraag naar ESD's.

Voor het beoordelingskader voor ontbossingen worden ESD-kaarten gebruikt waar het huidige landgebruik, en voor zover beschikbaar de beleid- en beheermaatregelen, in rekening zijn gebracht. Die kaarten geven een inschatting van de geleverde ESD's door het aanwezige bos. Voor de beoordeling van bebossingen worden kaarten aangewend die het (fysisch) potentieel van een bepaalde locatie voor de verschillende ESD's in beeld brengt. Daarmee wordt het best in kaart gebracht hoe geschikt een bepaalde locatie is voor de geselecteerde ESD's bij een bebossing van dat terrein.

Voor zes ESD's (waterproductie, regulatie van luchtkwaliteit, regulatie van erosierisico, houtproductie, productie van energiegewassen en groene ruimte voor buitenactiviteiten) die relevant zijn voor het ecosysteem bos, zijn ESD-kaarten bruikbaar voor de beoordelingskaders voor ontbossingen en bebossingen. Voor de beoordelingskaders voor bebossingen wordt ook een kaart van de ESD 'behoud van bodemvruchtbaarheid' gebruikt en voor de ontbossingen een kaart van de ESD 'regulatie globaal klimaat'. Van zes andere ESD's die relevant zijn voor bos, zijn (nog) geen kaarten beschikbaar (voor geheel Vlaanderen). Ongeveer de helft van de relevante ESD's kan dus (nog) niet mee in rekening gebracht worden.

De ESD-kaarten worden herschaald en gecombineerd tot twee 'basisbeoordelingskaders' (een voor ontbossingen en een voor bebossingen) waarin een gelijk gewicht gegeven wordt aan alle ESD's. Het resultaat zijn ESD-factoren met waarden van nul t.e.m. vijf. Deze factoren geven een relatieve ESD-waarde aan van het bos op een welbepaalde plaats (rastervlek van 10 m x 10 m) of geven aan in welke mate er ESD's kunnen geleverd worden op een concrete plaats bij bebossing van dat terrein. Voor ontbossingen berekenen we de oppervlakte van de verschillende ESD-factoren voor het bos waarvan we het bostype kunnen bepalen. Voor bebossingen berekenen we de oppervlakte van die ESD-factoren voor geheel Vlaanderen.

Om ontbossingen te beoordelen wordt tevens een 'gemengd kader' gemaakt. In dit kader wordt voor de helft rekening gehouden met het bostype via de boscompensatiefactor en voor de helft met de zeven ESD's die onderling een gelijk gewicht krijgen. Het resultaat van dit kader is dat de bossen die een hoge boscompensatiefactor hebben, een grotere kans hebben op een hogere ESD-factor. Dit patroon zien we niet in het 'basisbeoordelingskader'.

Daarnaast worden zowel voor de ontbossingen als voor de bebossingen zeven 'specifieke beoordelingskaders' gemaakt waarbij afwisselend aan één ESD-kaart een hoger gewicht toebedeeld wordt. Dat hoger gewicht bedraagt 4,3 t.o.v. de andere ESD-kaarten. Deze verhouding is voldoende hoog zodat de locaties die in hoge of in lage mate die welbepaalde ESD kunnen leveren, gevisualiseerd worden op de bekomen kaarten van het beoordelingskader waarin die ESD een hoger gewicht gekregen heeft.

Wat opvalt is dat het differentiërend vermogen van alle ESD-kaders heel beperkt is: de overgrote meerderheid van de oppervlakten vallen onder (slechts) twee van de zes ESD-factoren. In de meeste kaders voor ontbossingen is er een (vaak licht) verband tussen de resulterende ESD-factor en het bostype. Dit hangt af van het bostype dat het best instaat voor de levering van de specifieke ESD's. Uit de verschillende beoordelingskaders voor bebossingen kan afgeleid worden dat een relatief kleine oppervlakte van Vlaanderen belangrijk is voor de ESD 'regulatie van erosierisico'. Dit terwijl een relatief grote oppervlakte van Vlaanderen veel van de ESD's 'regulatie van luchtkwaliteit', 'houtproductie' en 'productie van energiegewassen' via het ecosysteem bos kan leveren.

De ESD-kaders worden vervolgens toegepast op een selectie van twaalf ontbossingen van 2013-2015. Die selectie is ruimtelijk gespreid over de fysieke eenheden van Vlaanderen. De ESD-factoren worden onderling vergeleken om na te gaan of er verschillen optreden naargelang het ESD-kader dat toegepast wordt. Uit de analyse van de cijfers voor deze bossen is te zien dat de verschillen tussen de beoordelingskaders groot kunnen zijn, maar dat de patronen vrij gelijkaardig zijn. Deze bossen hebben ofwel een hoge, een lage of een gemiddelde score over bijna alle beoordelingskaders heen. Verder zijn er soms grote verschillen tussen de factoren volgens het 'gemengde kader' en de effectief toegepaste boscompensatiefactor. Tot slot zien we dat de boskaart met een resolutie van 100 m² onvoldoende info kan aanleveren om het bostype te bepalen van die twaalf ontboste bossen.

English abstract

The current frameworks to assess afforestation and deforestation, are not based on the ecosystem services concept (in short ES). Currently a 'forest compensation factor' is used to assess deforestation. This takes into account the presence of forest habitats as defined in the EU Habitats Directive and forest type (indigenous or non-indigenous deciduous, coniferous or mixed forest). Subsidies for afforestation are, among other things, based on the destination plans and the presence of other natural elements on the land.

This study, which is part of the Flanders Regional Ecosystem Assessment - Policy 2016 (Flanders REA-P 2016) examines whether or not an ES framework can be used as alternative to assess afforestation and deforestation. The ES framework is based on ES maps which are available at regional scale (Flanders) and which are relevant to forest ecosystems. These maps visualize the local differences in eg. soil characteristics, population density and topography, the various forest types (eg. coniferous versus deciduous forest) and/or the presence or absence of forest through a difference in potential ES supply and demand.

For the assessment of deforestation, ES maps are used which provide information on current land use, and, if available, cards are used which provide information about the policy and management measures. These maps give an estimate of the ES supply in existing forests. For the assessment of afforestation, maps showing the (physical) potential for different ES of a specific site are used. This indicates how suitable a specific site is for afforestation based on the selected ES.

The study shows that for six ES (water production, regulation of air quality, control of erosion, production of wood and timber, production of plant-based energy resources and green environment for outdoor activities) delivered by forest ecosystems, ES maps are useful to assess deforestation and afforestation. To assess afforestation also a map of 'maintenance of fertile soils' can be used. To assess deforestation a map of 'global climate regulation' can be used. However for six other relevant forest ES, no maps covering the whole of Flanders are (yet) available. This means that about half of the relevant forest ES cannot (yet) be taken into account for the assessments.

The ES maps are rescaled and combined to form two 'basic assessment frames' (one for deforestation and for afforestation) in which an equal weight is given to all different ES maps. The result of the assessment frameworks are ES factors ranging from zero to five. These factors indicate a relative ES value of the existing forest at a particular place (raster grid of 10 m x 10 m) or indicate the potential ES supply if the site is afforested. For deforestation we calculate the area of various ES factors (only) for the known forest types. Those forests, we have brought together in a forest map. For afforestation, we calculate the area of the ES factors for the whole of Flanders.

To assess deforestation we also made a 'mixed assessment frame'. Here fore, we took into account forest type, based on the 'forest compensation factor', and seven ES which were given equal weight. In this framework the forests that have a high 'forest compensation factor' have a greater chance of a higher ES factor. This pattern is absent in the 'basic assessment framework'.

In addition we designed seven additional assessment frameworks in which an alternating ES maps get higher weights than all the other ES maps. The ratio (4.3) of the weights is sufficiently high to discriminate between locations of high and low levels of specific ES supply. The discriminatory power of all these ES assessments frames is quite limited: the vast majority of areas are covered by (only) two of the six ES factors.

In most frameworks to assess deforestation there is a link (however often small) between the resulting ES factor and forest type. This depends on the forest type most responsible for the delivery of the specific ES. From the various assessment frameworks for afforestation we can conclude that a relatively small area of Flanders is important for ES 'control of erosion'. The ES 'regulation of air quality', 'production of wood and timber' and 'production of plant-based energy resources' on the other hand can be delivered by forest ecosystems in a relatively large part of Flanders.

The ES assessment frames are applied to a selection of twelve deforestation sites (2013 to 2015). The sites are spread spatially over the different physical units of Flanders. The ES factors resulting from the different assessment frames are then compared. For each of the sites large differences occur between the different assessment frameworks, but the patterns are quite similar for all the sites. The forests on these sites have either a high, low or average score on almost all assessment frameworks. There are some major differences between the 'mixed assessment frame' factors and the applied 'forest compensation factor'. Finally we see that the forest map with a resolution of 100 m² cannot provide sufficient information to determine forest type of the different sites.

Inhoudsopgave

Dankwoord	4
Samenvatting	5
English abstract	6
Inhoudsopgave	7
Lijst van figuren	9
Lijst van tabellen	10
5.1 Inleiding en situering	11
5.2 Doelstelling	12
5.3 Beleidskader	12
5.3.1 Ontbossing	12
5.3.2 Bebossing	12
5.3.3 Kwetsbare zonevreemde bossen	13
5.4 Aanpak	13
5.4.1 Oppervlaktebepaling van boscategorieën	14
5.4.2 Concrete ontbossingen	15
5.4.3 De geselecteerde ecosysteemdiensten	17
5.4.3.1 Houtproductie	20
5.4.3.2 Productie van energiegewassen	21
5.4.3.3 Waterproductie	24
5.4.3.4 Behoud van bodemvruchtbaarheid	26
5.4.3.5 Regulatie van luchtkwaliteit	27
5.4.3.6 Regulatie van erosierisico	31
5.4.3.7 Regulatie globaal klimaat	32
5.4.3.8 Groene ruimte voor buitenactiviteiten	34
5.4.4 Opmaak beoordelingskaders	35
5.5 Resultaten	36
5.5.1 Beoordelingskaders voor bebossingen	36
5.5.2 Beoordelingskaders voor ontbossingen	38
5.5.2.1 Toegepast op het bos in Vlaanderen	38
5.5.2.2 Toegepast op concrete ontbossingen	41
5.6 Conclusies	43
5.7 Bemerkingen en aanbevelingen	44
Lectoren	45
Referenties	46
Bijlage 1 Wetgevend kader	49
1 Bepalingen uit het bosdecreet	49
2 Bepalingen uit het boscompensatiebesluit	51
Bijlage 2 Opmaak van de boskaart	53
Bijlage 3 Statistische analyse	55
1 Definities en gegevens	55
1.1 Boscompensatiefactor (BCF)	55
1.2 Bos in Vlaanderen	55
1.3 Twaalf ontbossingen	55
2 Vergelijking van de ESD-kaders voor de twaalf bossen	56
2.1 Materiaal en methoden	56
2.2 Bespreking van het ESD-gemiddelde en de gemiddelde ESD-rangorde	56
2.3 Grafische vergelijking van de rangordes per beoordelingskader	56
2.4 De toets van Friedman	57
3 Vergelijking van de ESD-kaders voor het bos in Vlaanderen	57

3.1	Materiaal en methoden.....	57
3.2	Vergelijking van de strookdiagrammen	58
4	Referentie.....	59
Bijlage 4	Kaarten.....	60

Lijst van figuren

Figuur 1: Boskaart van Vlaanderen: bos waarvan het bostype (volgens de vier categorieën van de boscompensatiefactor) kan bepaald worden	14
Figuur 2: Kaart van de fysische eenheden in Vlaanderen.	16
Figuur 3: Geselecteerde ontbossingen, de boscompensatiefactor die op het project van toepassing was en de grenzen van de fysische eenheden.....	16
Figuur 4: Stroomdiagram met de criteria voor de selectie van ESD-kaarten voor de beoordelingskaders	19
Figuur 5: Fysische geschiktheid voor houtproductie.....	21
Figuur 6: Actueel aanbod voor houtproductie van de bossen in Vlaanderen	21
Figuur 7: Fysische geschiktheid voor de productie van energiegewassen uit houtige stromen.....	22
Figuur 8: Actueel aanbod voor de productie van energiegewassen van de bossen in Vlaanderen.....	23
Figuur 9: Infiltratiepotentieel in Vlaanderen.....	25
Figuur 10: Actuele infiltratie onder de bossen in Vlaanderen.....	25
Figuur 11: Fysische geschiktheid voor behoud van de bodemvruchtbaarheid	27
Figuur 12: Ozon-jaargemiddelde in Vlaanderen (bron: VMM)	30
Figuur 13: De ruwheidslengte van de bossen in Vlaanderen	30
Figuur 14: Ruwheidskaart met omgekeerde schaal i.f.v. de beoordeling van bebossingen.....	31
Figuur 15: Bijdrage van de bossen in Vlaanderen aan de ESD 'regulatie van erosierisico'	32
Figuur 16: Actuele watererosie in Vlaanderen.....	32
Figuur 17: Koolstofvoorraad (ondergronds en bovengronds) in de bossen in Vlaanderen	34
Figuur 18: Kaart met de som van bevolkingsdichtheden van alle pixels in een straal van tien km rond de berekende pixel	35
Figuur 19 : Boxplots van de ESD-rangordes volgens acht ESD-beoordelingskaders voor twaalf bossen uit verschillende fysische eenheden van Vlaanderen met de boscompensatiefactor die op die bossen toegepast werd tussen vierkante haken.....	57
Figuur 20 : Strookdiagrammen met de verdeling van de verschillende ESD-factoren volgens negen ESD-beoordelingskaders voor de verschillende bostypes van al het bos in Vlaanderen	58
Figuur 21: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij de betrokken ESD's hetzelfde gewicht krijgen.	60
Figuur 22: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij de betrokken ESD's hetzelfde gewicht krijgen.....	61
Figuur 23: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'houtproductie'	62
Figuur 24: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'houtproductie' ...	63
Figuur 25: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'productie van energiegewassen'	64
Figuur 26: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'productie van energiegewassen'	65
Figuur 27: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie globaal klimaat'	66

Figuur 28: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'waterproductie' ..	67
Figuur 29: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'waterproductie' .	68
Figuur 30: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico'	69
Figuur 31: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico'	70
Figuur 32: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'	71
Figuur 33: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'	72
Figuur 34: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit'	73
Figuur 35: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit'	74
Figuur 36: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'behoud van bodemvruchtbaarheid'	75
Figuur 37: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen volgens het 'gemengde kader' waarbij de boscompensatiefactor voor de helft mee in rekening wordt gebracht en waarbij de betrokken ESD's voor de andere helft mee in rekening worden gebracht en onderling hetzelfde gewicht krijgen.....	76

Lijst van tabellen

Tabel 1: Rasteroppervlakte van de verschillende boscategorieën in Vlaanderen per boscompensatiefactor en de overeenkomstige te compenseren rasteroppervlakte.....	15
Tabel 2: Overzicht van twaalf geselecteerde ontbossingen uit de periode 2013-2015 (bron: ANB) en de fysische eenheid waarbinnen de projecten gelegen zijn en de ontboste oppervlakte.....	17
Tabel 3: Overzicht van de gebruikte ESD-kaarten voor de beoordelingskaders voor ontbossingen en bebossingen	19
Tabel 4: Rasteroppervlakte (ha) van de verschillende ESD-factoren volgens de verschillende beoordelingskaders voor bebossingen	37
Tabel 5: Rasteroppervlakte (ha) van de verschillende ESD-factoren volgens de verschillende beoordelingskaders voor ontbossingen	38
Tabel 6: Kruistabel met aandeel (%) van de totale oppervlakte bos in Vlaanderen verdeeld over de ESD-factoren uit de beoordelingskaders en de boscompensatiefactor die er op van toepassing is	40
Tabel 7: ESD-factoren met één decimaal volgens de acht beoordelingskaders voor de twaalf ontbossingen	42
Tabel 8: Vertaling van de boscategorieën uit de landgebruikskaart naar drie (m.n. inheems loofbos; gemengd bos; niet-inheems loof- en/of naaldbos) van de vier boscategorieën waarop de huidige boscompensatiefactor op van toepassing is, met rasteroppervlakte.....	54
Tabel 9: Beslisregels bij de opmaak van de boskaart	54

5.1 Inleiding en situering

Dit hoofdstuk, 'Beoordelingskaders van ecosysteemdiensten bij ontbossingen en bebossingen', is een onderdeel van het technisch rapport 'Samenwerken met landschappen' van het NARA-B. Het NARA-B is het tweede van drie luiken uit een natuurrapportcyclus (NARA-T (T=Thema's)¹, NARA-B (B=Beleidsvaluatie) en NARA-S (S=scenario's)). In deze cyclus worden de drie natuurrapporten benaderd vanuit de kennis rond ecosysteemdiensten (kortweg ESD's).

Het technisch rapport van NARA-B bestaat uit een inleidend hoofdstuk en zes thematische hoofdstukken. De thematische hoofdstukken beantwoorden elk een van de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe kunnen we groene infrastructuur inzetten om ecosystemen en hun diensten te herstellen?
2. Hoe kan een ecosysteemdienstenanalyse gebruikt worden voor de ontwikkeling van een gebiedsvisie op bovenlokaal niveau?
3. Hoe kunnen we economische, maatschappelijke en ecologische effecten van landgebruiksveranderingen integraal waarderen voor de ondersteuning van besluitvorming op schaal Vlaanderen?
4. **Kunnen we ecosysteemdiensten gebruiken als afwegingskader voor projecten die natuur versterken of verwijderen?**
5. Welke taal gebruiken we om te communiceren met de voordelen die de natuur de mens levert?
6. Kan het aanbod van landbouwecosysteemdiensten door bepaalde maatregelen verhoogd worden?

In ons inleidend hoofdstuk (Van Gossum *et al.*, 2016) vermelden we dat dit NARA-B "bestaat uit het verkennen van de mogelijkheden om het ESD-concept in de beleidspraktijk te brengen". In Stevens *et al.* (2014a) werd aangekondigd:

"Dit en de volgende twee natuurrapporten vormen samen een ecosysteemassessmet voor Vlaanderen. Via deze rapportering willen we de volgende jaren een kader aanbieden, dat het beleid moet toelaten om een integrale strategie te ontwikkelen voor het behoud en duurzaam gebruik van

ecosystemen en ecosysteemdiensten. De doelstellingen van het ecosysteemassessmet zijn:

- Het **zichtbaar maken** van de voordelen die mensen van ecosystemen ontvangen en hoe ingrepen in die ecosystemen de levering van ecosysteemdiensten beïnvloeden.
- Een **kennisbasis** leveren voor een integraal beleid voor het duurzaam gebruik van ecosystemen en hun diensten.
- Het **verkennen van opties** voor het beheer van en het beleid rond ecosystemen in functie van de toekomstige duurzame levering van ecosysteemdiensten.
- Het stimuleren van **sectoroverschrijdende communicatie** en samenwerking bij het ontwikkelen van het beleid rond en het beheer van ecosystemen."

In dit hoofdstuk worden enkele afwegingskaders aangereikt ter ondersteuning van beslissingen inzake ontbossingen en bebossingen in Vlaanderen. Hiervoor wordt beroep gedaan op ESD-kaarten die relevant zijn voor het ecosysteem bos. In Stevens *et al.* (2014b) valt te lezen dat uit de kaarten blijkt dat sommige diensten duidelijk gekoppeld zijn aan een specifiek ecosysteem zoals bv. bossen.

Bij die ESD-kaarten geven Van Reeth *et al.* (2014) volgende aanwijzingen:

"NARA-T richt zich vooral op de toestand en trend van ecosysteemdiensten op het regionale niveau van het Vlaams Gewest. De meeste ecosysteemdienstenkaarten werden dan ook op dit schaalniveau uitgewerkt. Niettemin zijn voor een goed inzicht in ecosysteemdiensten op Vlaams niveau ook globale en lokale mechanismen en processen van belang. De geografische schaal heeft waardegebonden consequenties voor de conclusies en interpretatie van onderzoek en rapportering over ecosysteemdiensten. De keuze van het ruimtelijke schaalniveau bevooroordeelt immers (impliciet) het gebruik van bepaalde kennisystemen, categorieën, datatypes en de betekenis die daaraan wordt toegekend (MA, 2005). De conclusies van een analyse van de toestand, trends en waarden van ecosysteemdiensten op gewestelijk niveau weerspiegelen dan ook niet noodzakelijk de toestand, trends en waarden zoals die op lokaal niveau worden onderscheiden of beleefd. Om die reden dient het 'inzoomen' op gewestelijke kaarten met de nodige omzichtigheid te gebeuren."

¹ In NARA-T 2014 (zie o.a. Stevens *et al.*, 2014a) werd de toestand van ecosysteemdiensten in Vlaanderen beschreven.

5.2 Doelstelling

De onderzoeksvraag is of er met de beschikbare ESD-kaartlagen afwegings/beoordelingskaders gemaakt kunnen worden om bebossingen en/of ontbossingen te beoordelen.

5.3 Beleidskader

Om te starten wordt hier eerst stil gestaan bij het huidige kader voor ontbossingen en voor bebossingen.

5.3.1 Ontbossing

Het achtste hoofdstuk van het **Bosdecreet** van 13 juni 1990 is getiteld "Bosbescherming". Het omvat de artikelen 90 t.e.m. 107. Eén van die artikelen is 90bis (zie bijlage 1). Dit artikel bepaalt dat wie ontbost, dit kan compenseren "in natura" of "door storting van een bosbehoudsbijdrage" ofwel "door een combinatie van beiden". Verder is het laatste lid van paragraaf vier van dit artikel belangrijk in de context van dit hoofdstuk. Hierin staat:

- De integrale compensatie in natura betreft ten minste een gelijke oppervlakte.
- Voor bossen die een bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen bedraagt de compensatie een drievoud van de ontboste oppervlakte.
- De Vlaamse Regering bepaalt de nadere regels inzake de wijze en de omvang van de compensatie waarbij differentiatie mogelijk is.

Die differentiatie werd vastgelegd in een uitvoeringsbesluit (zie bijlage 1) ².

Ontbossingen in Vlaanderen zijn aan voorwaarden gekoppeld. Die voorwaarden bepalen de grootte van de te realiseren compensatie in natura of het te betalen compensatiebedrag. Hieruit kan een zogenaamde boscompensatiefactor bepaald worden. Die factor is afhankelijk van het feit of de te ontbossen oppervlakte een type bos is dat als een van de boshabitats volgens de Habitatrichtlijn³ kan beschouwd worden of een bos dat een bijdrage kan leveren aan de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen. Is dit niet het geval dan hangt de grootte van de factor af van het feit of het gaat om een niet-inheems of een inheems loof- en/of naaldbos, of een gemengd type.

5.3.2 Bebossing

Sinds 2011 lanceert de minister bevoegd voor natuur "Projectoproepen bebossing met middelen van het bossencompensatiefonds"⁴. Het gaat om projecten die bestaan uit de aankoop én bebossing van nog niet eerder beboste terreinen, eventueel gecombineerd met inrichtingswerken, over een minimum oppervlakte van 0,5 ha. Aan deze projectoproep zijn enkele voorwaarden gekoppeld inzake eigendomstoestand⁵ en planologische bestemming van het terrein⁶. Er mag tevens nog geen bos aanwezig zijn op het terrein of gepland of opgelegd zijn⁷. Er zijn ook voorwaarden wat

² Oorspronkelijk het inmiddels opgeheven besluit van 26 november 1999 de Vlaamse Regering tot vaststelling van nadere regels inzake compensatie van ontbossing en ontheffing van het verbod op ontbossing (B.S. 11/12/1999).

Heden geldt het besluit van 16 februari 2001 van de Vlaamse Regering tot vaststelling van nadere regels inzake compensatie van ontbossing en ontheffing van het verbod op ontbossing (B.S. 23/3/2001).

³ Richtlijn 92/43/EEG van de Europese Raad van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna.

⁴ In 2015 en 2016 stond deze projectoproep open voor lokale overheden (gemeenten, steden en provincies), OCMW's, polders en wateringen, kerkfabrieken, universiteiten, natuurlijke personen en privaatrechtelijke rechtspersonen in aanmerking als begunstigde.

⁵ • De terreinen mogen op het ogenblik van aankoop nog niet in eigendom zijn van de indiener (datum koopakte).

• Verpachte gronden komen maar in aanmerking voor subsidie als de pachttopzeg tijdig kan gebeuren zodat effectieve bebossing binnen de zes jaar na de toekenning van de subsidie mogelijk is.

⁶ Het aankoopproject dient gelegen te zijn op percelen die gelegen zijn in gebieden aangewezen op de plannen van aanleg of ruimtelijke uitvoeringsplannen en sorterend onder de categorie van gebiedsaanduiding "bos", "overig groen" of "reservaat en natuur". Een bestemmingsvoorschrift van een plan van aanleg is alleszins vergelijkbaar met een categorie van gebiedsaanduiding, indien deze concordantie vermeld wordt in de tabel, opgenomen in artikel 7.4.13, eerste lid, van het Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening of in de concordantielijst, bepaald krachtens artikel 7.4.13, tweede lid, Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening. Indien het project is opgenomen in een voorontwerp Ruimtelijk uitvoeringsplan met principesakkoord tot herbestemming van de percelen naar de categorie van gebiedsaanduiding 'bos', 'overig groen', 'reservaat of natuur' is het project ook verenigbaar met de selectievoorwaarden voor de ontvankelijkheid van het dossier. Of het aankoopproject dient gelegen te zijn op percelen gelegen in een speciale beschermingszone zoals vermeld in artikel 2, 43°, van het decreet van

betreft de cumulatie met andere subsidies⁸, de aanwezigheid van andere waardevolle natuurelementen, de strijdigheid met bestaande wetgeving en overtredingen die de aanvrager in het verleden t.a.v. de natuur- en boswetgeving maakte⁹.

Er zijn geen voorwaarden die gekoppeld zijn aan de hoogte van het subsidiebedrag voor deze bebossingen. Wie een projectaanvraag indient en voldoet aan de hierboven gestelde voorwaarden kan onafhankelijk van de locatie recht hebben op het subsidiebedrag.

5.3.3 Kwetsbare zonevreemde bossen

Via artikel 90ter van Bosdecreet (zie bijlage 1) reikt de decreetgever een afwegingskader aan voor het behoud van kwetsbare zonevreemde bossen. In dit kader zitten vijf criteria op basis waarvan de Vlaamse Regering kan bepalen of de te analyseren zonevreemde bossen wel of niet horen tot “de meest kwetsbare waardevolle bossen”. De resultaten van de uit te voeren multicriteria-analyse zijn ons nu¹⁰ nog niet bekend. Daar nog niet geweten is welk gewicht aan ieder criterium zal gegeven worden, kan nog geen vergelijking gemaakt worden met de voorbeelden van de ESD-afwegingskaders die verder in dit rapport aan bod komen.

5.4 Aanpak

Eerst wordt de totale oppervlakte bos in Vlaanderen bepaald waarvan het bostype of de boscategorie zoals ingedeeld volgens de boscompensatiefactor, kan bepaald worden. Vervolgens wordt een selectie gemaakt van enkele concrete ontbossingen van de voorbije jaren. De afwegingskaders die volgen, zullen niet alleen op die totale oppervlakte bos (waarvan we het bostype dus kunnen bepalen) in Vlaanderen, maar ook op deze selectie toegepast worden.

Er wordt onderzocht of het mogelijk is ESD-beoordelingskaders te maken voor het gehele grondgebied van Vlaanderen (zonder het Brussels gewest). Er is enkel gefocust op de ESD's die voor het landgebruik bos relevant zijn, t.t.z. waar de aanwezigheid van bos een verschil maakt in de geleverde ESD's. Per ESD die voor bos relevant is, wordt bekeken of er voldoende gedetailleerde ESD-kaarten voor ontbossingen en/of voor bebossingen voor geheel Vlaanderen voor handen zijn. Met die selectie worden de ESD-beoordelingskaders gemaakt voor respectievelijk ontbossingen en bebossingen. Het resultaat van die beoordelingskaders zijn ESD-factoren met waarden van nul t.e.m. vijf. Deze factoren geven een relatieve ESD-waarde aan van het aanwezige bos op een welbepaalde plaats of in welke mate er ESD's kunnen geleverd worden op een concrete plaats bij bebossing van dat terrein. In het eerste geval gaat het om de ESD-factoren voor de beoordeling van ontbossingen, in het tweede geval om de ESD-factoren voor de beoordeling van de bebossing van een terrein. Voor de ontbossingen wordt tevens een ‘gemengd beoordelingskader’ gemaakt waarbij rekening wordt gehouden met de ESD's en met het bostype.

21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu, voor zover de bebossing nodig is voor het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen.”

⁷ • Het terrein mag niet aangewend worden voor een bebossing ter compensatie van een ontbossing in gevolge van art.90 bis van het Bosdecreet.

• De aankoop van bestaand bos komt niet in aanmerking;

• Bebossingsprojecten in ontginningsgebieden waarbij de bebossing als voorwaarde is opgenomen in de geldende milieuvergunning worden uitgesloten

• Terreinen die reeds bebost of herbebost moeten worden hetzij ingevolge een gerechtelijke beslissing hetzij ingevolge een contractuele of eenzijdige verbintenis komen niet in aanmerking. Zo is bijvoorbeeld een project waarbij er een formeel gemeentelijk engagement bestaat tot bebossing in kader van een Landinrichtingsplan, waarbij het financiële aandeel van de partners omschreven staat in het financieringsplan van het Landinrichtingsplan te beschouwen als een verbintenis en komt derhalve niet in aanmerking voor subsidiëring binnen deze projectoproep

⁸ • Deze subsidie kan gecumuleerd worden met subsidies van andere overheden maar mag samen 60% van de aankoopssom niet overschrijden

⁹ • Indien het terrein reeds waardevolle natuurelementen bevat (habitattypes, leefgebied soorten van de Vogel- of Habitatrichtlijn, hoge waarde volgens de Biologische Waarderingskaart) die onverenigbaar zijn met bos, wordt het project eveneens uitgesloten.

• Het project mag niet in strijd zijn met bestaande wetgeving.

• Indien de aanvrager de drie laatste jaren, voorafgaand aan de aanvraag, in overtreding geweest is met het Natuur- en/of Bosdecreet, behoudt ANB zich de mogelijkheid om het project te weigeren.

¹⁰ Op 3 juni 2016 hechtte de Vlaamse Regering haar principiële goedkeuring aan het besluit met de voorlopige vaststelling van de ontwerpkaart met meest kwetsbare waardevolle bossen, de vaststelling van regels voor de technische invulling van de criteria en de multicriteria-analyse en de vaststelling van regels rond de organisatie van het openbaar onderzoek. Over dit besluit wordt het advies ingewonnen van de Raad van State. Een definitief besluit is er nog niet.

Bij de beoordelingskaders voor ontbossingen gaan we na of er een verband is de resulterende ESD-factor en het bostype (ingedeeld volgens de boscompensatiefactor).

5.4.1 Oppervlaktebepaling van boscategorieën

Op basis van de huidige regels voor compensatie (3.1 en bijlage 1) hebben we een rasterkaart gemaakt (10 m x 10 m) waar aan iedere pixel waar bos aanwezig is in Vlaanderen en waar het bostype kan bepaald worden, een boscompensatiefactor is toegekend. Die boscompensatiefactor bedraagt respectievelijk 1, 1.5, 2 of 3 voor niet-inheems loof- en/of naaldbos, gemengd bos, ander inheems loofbos of Europees te beschermen boshabitat. Dit zijn de verschillende boscategorieën van die kaart. Hiervoor kiezen we als basis de habitatkaart (De Saeger *et al.*, 2016), de landgebruikskaart van NARA-T 2014 (Poelmans & Van Daele, 2014) en de bosreferentielaag (Aminal afdeling Bos en Groen, 2001). Uit deze drie kaarten hebben we enkel die lagen geselecteerd waaruit eenduidig¹¹ kan afgeleid worden of het aanwezige bos een inheems loofbos¹², een gemengd bos¹³, een niet-inheems loof- en/of naaldbos¹⁴, of een bos is dat valt onder een van de twaalf boshabitats van de Habitatrichtlijn. De opmaak van die boskaart wordt toegelicht in bijlage 2. Een kaart met de bossen die een bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen is er heden niet en kan dus niet opgenomen worden in de boskaart.

De combinatie van deze drie basiskaarten is weergegeven in figuur 1. Deze rasterkaart geeft een indicatie waar er volgens de basiskaarten één van de verschillende categorieën bos(habitat) aanwezig is. Het gaat hierbij om een totale rasteroppervlakte van ca. 165.000 ha bos (zie ook tabel 1).

Figuur 1: Boskaart van Vlaanderen: bos waarvan het bostype (volgens de vier categorieën van de boscompensatiefactor) kan bepaald worden.

Het is niet uitgesloten dat de situatie op een welbepaalde locatie anders is dan wat deze boskaart aangeeft. Het kan bijvoorbeeld zijn dat een te ontbossen stuk slechts gedeeltelijk behoort tot de categorie zoals aangegeven op de kaart (bv. een gemengd bos bestaat soms uit een deel met loofhout en een deel met naalddhout). Het kan ook zijn dat een rastervlak (10 m x 10 m) maar ten dele bos is, terwijl alle rasters maar onder één categorie vallen (integraal geen bos of een

¹¹ De verschillende categorieën 'hoog groen' werden niet meegenomen omdat hieruit niet eenduidig kan afgeleid worden of dit loofbos, naaldbos, een gemengd of niet-inheems bos betreft, tenzij de andere kaarten wel informatie geven over het bostype dat daar aanwezig is.

¹² Dit betekent niet dat dit valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak bestaat uit minstens 80 % inheems loofhout), maar benadert dit het best.

¹³ Dit betekent niet dat dit valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak inheems loofhout ligt tussen 20 en 80 %), maar benadert dit het best.

¹⁴ Dit betekent niet dat dit (zeker/volledig) valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak bestaat uit minstens 80 % niet-inheems loofhout, naalddhout of een menging hiervan), maar benadert dit het best.

welbepaald bostype). Daarnaast ontbreekt op deze kaart al het bos waarvan de boscategorie niet kan bepaald worden op basis van de beschikbare basiskaarten. Veel van die ontbrekende bossen zijn op de landgebruikskaart aangeduid onder de categorie 'hoog groen'.

We werken tevens met enkele concrete ontbossingen van de laatste jaren waarop een bepaalde boscompensatiefactor van toepassing was (zie 5.4.2). Zo krijgen we ook een idee of bostype dat aan die concrete bossen die men wenst(e) te ontbossen is toegewezen, verschilt van het bostype volgens bovenstaande boskaart en of die boskaart met de resolutie van 100 m² volstaat voor het bepalen van een bostype.

Door het aantal rastervlakken in Vlaanderen per (bos)categorie te sommeren, bekomen we voor iedere boscategorie een totale rasteroppervlakte voor Vlaanderen. Tevens berekenen we per categorie de te compenseren rasteroppervlakte, mocht die totale oppervlakte ontbost worden en indien daarbij gekozen wordt voor een compensatie in natura. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 1: Rasteroppervlakte van de verschillende boscategorieën in Vlaanderen per boscompensatiefactor en de overeenkomstige te compenseren rasteroppervlakte van ontbossing van de totale oppervlakte.

Boscompensatiefactor (BCF)	Rasteroppervlakte (ha) ¹⁵	Te compenseren rasteroppervlakte (ha) bij ontbossing
1	74.920,38	74.920,38
1,5	11.575,43	17.363,15
2	26.353,22	52.706,44
3	51.833,69	155.501,07
Totaal voor Vlaanderen	164.682,72	300.491,04

Uit de tabel kunnen we afleiden dat de niet-inheemse loof- en/of naaldbossen (BCF 1) de grootste oppervlakte beslaan in Vlaanderen, gevolgd door habitatbossen (BCF 3). Gemiddeld (voor alle bossen in Vlaanderen waarvan het bostype bekend is op basis van de beschikbare kaarten) zou de boscompensatiefactor 1,8 bedragen.

5.4.2 Concrete ontbossingen

Uit de dataset van de ontbossingen van de laatste drie jaar (bron: Agentschap voor Natuur en Bos, kortweg ANB) worden ontbossingen geselecteerd die voldoende groot zijn, die verspreid liggen over de verschillende fysische eenheden van Vlaanderen en waarbij de verschillende boscompensatiefactoren zo goed mogelijk vertegenwoordigd zijn.

Minimumgrootte van de ontbossingen

Er wordt gekozen voor ontbossingen groter dan 0,1 ha (> dan 1.000 m²). De resolutie van de ESD-kaarten (zowel van de basiskaarten als de kaarten die volgen uit deze studie) waarmee een vergelijking gemaakt wordt, bedraagt 100 m². Om een zo correct mogelijke vergelijking te kunnen maken is ervoor gekozen om de oppervlakte van de projecten niet kleiner te nemen dan tien keer deze resolutie.

Ruimtelijke spreiding

Vlaanderen werd ingedeeld in 23 homogene fysische eenheden¹⁶ op basis van bodem, topografie en hydrologie. Door ontbossingen uit verschillende fysische eenheden te selecteren, gaan we na of er specifieke regionale verschillen in geleverde ESD's tot uiting komen. Er wordt maximaal één ontbossingsproject per fysische eenheid geselecteerd.

¹⁵ Deze oppervlakte is berekend op basis van verrasterde kaarten. Hierbij is aan iedere rastervlek (100 m²) een bepaalde waarde toegekend (bv. wel of geen bos). Echter, niet alle rastervlakken in Vlaanderen zijn integraal bos of integraal niet-bos. Rasterkaarten resulteren dus niet in de absolute, daadwerkelijke oppervlakten.

¹⁶ Het gaat om volgende 23 fysische eenheden (naast stedelijke zones Antwerpen RO & LO, Gent & Brussel)

Kustvlakte
Depressie van de Netes

Scheldepolders
Westelijke Boomse Cuesta

Kempische Cuesta
West-Vlaams Cuestaland

Verschillende boscompensatiefactoren

Er worden ontbossingen gekozen waarbij de verschillende boscompensatiefactoren zo gelijk mogelijk vertegenwoordigd zijn. Ontbossingen van habitatbos (BCF 3) werden niet geregistreerd onder de gekende ontbossingen van 2013-2015. Niet alle ontbossingen bestaan uit één welbepaald bostype. Sommige ontboste delen zijn een combinatie van meerdere bostypes. Dit is onder andere het geval bij de ontbossingen nummers negen, tien en twaalf. De gemiddelde boscompensatiefactor die daar op toegepast werd staat weergegeven in tabel 2.

Figuur 2: Kaart van de fysieke eenheden in Vlaanderen.

De selectie uit de lijst van ontbossingen van de jaren 2013 t.e.m. 2015 resulteerde in twaalf concrete ontbossingen die op onderstaande figuur getoond worden op schaal Vlaanderen met daarop de grenzen van de fysieke eenheden.

Figuur 3: Geselecteerde ontbossingen, de (gemiddelde) boscompensatiefactor die op het project van toepassing was en de grenzen van de fysieke eenheden.

Maasterrassen
Zuidelijke Vlaamse Laagvlakte
Heuvelland van Lummen
Schelde-Dender Interfluvium
Hagelands Heuvelland
Brabants Plateau

Centrale Vlaamse Laagvlakte
Oostelijke Boomse Cuesta
Oostelijke Vlaamse Laagvlakte
Leie-Schelde Interfluvium
Vlakte van Zonhoven
Krijtplateau

Centrale Boomse Cuesta
Polder-Leie Interfluvium
Maasvlakte
Dender-Zenne Interfluvium
Plateau van Haspengouw

In onderstaande tabel wordt het overzicht gegeven van die twaalf ontbossingen met de ontboste oppervlakte, de fysische eenheid en de boscompensatiefactor die erop toegepast werd. Soms betrof het bossen die een combinatie van verschillende bostypes bevatten, waardoor geen eenduidige boscompensatiefactor (3, 2, 1.5 of 1) toegepast werd op die ontbossing. In die gevallen is de toegepaste boscompensatiefactor een gemiddelde afhankelijk van de oppervlakte van ieder bostype dat er aanwezig is/was.

Tabel 2: Overzicht van de twaalf geselecteerde ontbossingen uit de periode 2013-2015 (bron: ANB), de fysische eenheid waarbinnen de projecten gelegen zijn en de ontboste oppervlakte.

Nr. ontbossingsproject	Boscompensatiefactor toegepast op dat project	Fysische eenheid waarin het project gelegen is	Oppervlakte project
1	1,5	Kustvlakte	1,4 ha
2	2	Oostelijke Vlaamse Laagvlakte	0,1 ha
3	2	Centrale Vlaamse Laagvlakte	0,8 ha
4	2	Dender-Zenne Interfluvium	0,8 ha
5	1	Depressie van de Netes	1,8 ha
6	1	Kempische Cuesta	2,4 ha
7	1	Brabants Plateau	0,5 ha
8	2	Schelde-Dender Interfluvium	0,6 ha
9	1,4	Hagelands Heuvelland	0,6 ha
10	1,4	Heuvelland van Lummen	2,3 ha
11	1	Maasterrassen	6,3 ha
12	1,9	Plateau van Haspengouw	11,7 ha

Onder punt '5.5 Resultaten' wordt zowel voor het bos in Vlaanderen als voor enkele ontbossingen van de voorbije jaren een vergelijking gemaakt tussen een ontbossing met toepassing van de huidige boscompensatiefactor en met toepassing van de ESD-factoren volgens de verschillende ESD-beoordelingskaders.

5.4.3 Geselecteerde ecosystemendiensten

Voor de zestien¹⁷ beschreven ESD's (Stevens *et al.*, 2014b) wordt onderzocht welke bijhorende kaarten bruikbaar en relevant zijn om een winst of verlies aan ESD's in rekening te brengen als het landgebruik wijzigt van bos naar niet-bos (of omgekeerd). Er wordt enkel gebruik gemaakt van ESD-kaarten die info bevatten voor geheel Vlaanderen zodat er geen lacunes in de gecombineerde kaarten aanwezig zijn. Hier richten we ons enkel op ont- en bebossingen en niet op projecten die verlies, uitbreiding of ontwikkeling van andere natuurtypes beogen. Enkel ESD's die gelinkt zijn aan het ecosysteem bos worden geselecteerd. Het gaat daarbij over de levering van bepaalde ESD's die veranderen bij een landgebruiksverandering van bos naar niet-bos of omgekeerd. De differentiërende factoren voor de ESD-kaarten kunnen plaats- of streekgebonden factoren zijn (bodemeigenschappen, reliëf, bevolkingsdichtheid,...) of kan het type bos zijn (naaldbos, loofbos, gemengd bos, natuurlijk bos; bijvoorbeeld in het geval van de ESD 'regulatie luchtkwaliteit'). Zo weerspiegelen de kaarten van de huidige koolstofvoorraad in de bodem van akkerland, grasland, bos en ander groen het actueel aanbod van de ESD 'regulatie globaal klimaat' voor deze landgebruiken.

Er is nagegaan welke kaarten specifiek voor de beoordeling van ontbossingen nuttig zijn, en welke voor de beoordeling van bebossingen. Voor **ontbossingen** worden kaarten gebruikt waar het huidige landgebruik in rekening is gebracht: die kaarten brengen het best in beeld wat het aanwezige (type) bos aan ESD's levert. Er wordt voorkeur gegeven aan de kaarten van het **actueel aanbod** van de ESD's indien deze kaarten bestaan. Als dat niet het geval is worden de kaarten van het **potentieel aanbod** aangewend. Deze laatste tonen het mogelijke volume van een ecosystemedienst in functie van de fysische structuur en de thans aanwezige bodembedekking ('land cover', bv. vegetatietype, bebouwing). De kaart van het potentieel aanbod beschouwt in tegenstelling tot de kaart van de fysische geschiktheid de aanwezige vegetatie mee als gegeven (Van Reeth *et al.*, 2014). Op de kaart van het actuele aanbod wordt in vergelijking met de kaart van het potentieel aanbod, de actuele maatregelen in rekening gebracht. Dit gaat om maatregelen van het beleid en het beheer die toelaten of verhinderen dat een 'potentieel aanbod' ook daadwerkelijk wordt aangeboden (Van Reeth *et al.*, 2014). Of anders

¹⁷ 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 globaal klimaat
Regulatie van waterkwaliteit
Groene ruimte voor buitenactiviteiten

gezegd zijn de kaarten van actueel aanbod, de kaarten “die aangeven waar het beleid en het beheer toelaten dat een ‘potentieel aanbod’ ook daadwerkelijk wordt aangeboden” (Van Reeth *et al.*, 2014). Die laatste groep kaarten bieden dus nog meer informatie maar zijn niet voor iedere ESD beschikbaar. Indien die kaarten beschikbaar zijn, wordt die laatste groep van kaarten gebruikt voor de opmaak van de beoordelingskaders voor ontbossingen.

Voor **bebossingen** worden overwegend kaarten gebruikt die het (fysisch) potentieel van een bepaalde locatie voor de verschillende ESD's in beeld brengt. In dat geval wordt het best in beeld gebracht hoe geschikt een bepaalde locatie is voor de geselecteerde ESD's bij een bebossing van dat terrein. Dit gaat in de meeste gevallen om de kaarten van de **fysische geschiktheid** voor de betrokken ESD's. Deze kaarten tonen waar een ecosysteem, op basis van zijn fysische kenmerken, meer of minder geschikt is om een bepaalde ecosysteemdienst te leveren (Van Reeth *et al.*, 2014)). In twee gevallen wordt hier (voor de bebossingen) wel rekening gehouden met het landgebruik, m.n. die ESD's waar andere landgebruiken zoals grasland meer ESD's levert dan het landgebruik bos. Dit gaat om de ESD's 'waterproductie' en 'behoud van bodemvruchtbaarheid'. De fysische geschiktheidskaarten geven een indicatie van het potentieel van een bepaalde locatie voor de levering van een ESD. Het bereiken van het maximaal potentieel van iedere ESD zal afhangen van het gebruik en het beheer van het aangeplante bos. In een bosreservaat bijvoorbeeld, zal er geen levering zijn van de ESD 'houtproductie' omdat in dit type reservaat een nulbeheer nagestreefd wordt.

Hieronder wordt per ESD geciteerd uit de technische hoofdstukken van NARA-T 2014 opdat zo correct mogelijk de achtergrondinformatie bij de geselecteerde ESD-kaarten weergegeven wordt.

Bepaalde ESD's zijn niet relevant omdat ze niet geleverd worden door het ecosysteem bos. Dit is het geval voor de ESD 'voedselproductie'.

De ESD 'kustbescherming' is buiten beschouwing gelaten omdat deze dienst enkel van toepassing is op de kustregio.

Bepaalde kaarten zijn minder bruikbaar omwille van verschillen in detailgraad of resolutie. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de kaart van de ESD 'wildbraadproductie' (Scheppens & Casaer, 2014). De basisgegevens¹⁸ zijn weinig gedetailleerd.

Andere kaarten zijn minder bruikbaar omwille van de te beperkte hoeveelheid gegevens die op schaal Vlaanderen verwerkt zijn. Zo brengt de kaart van de ESD 'regulatie van geluidsoverlast' enkel in beeld welke ecosystemen invloed hebben op de geluidsoverlast van autosnelwegen en enkele rijkswegen. Er is geen data laag beschikbaar van alle (andere) geluidsbronnen in Vlaanderen.

Wat betreft de ESD 'behoud van de bodemvruchtbaarheid' (Cools & Van Gossum, 2014) wordt de kaart 'fysische geschiktheid voor behoud van de bodemvruchtbaarheid' gebruikt voor de beoordeling van bebossingen. Er is van deze ESD echter geen kaart die de levering van deze ESD door het huidige landgebruik in beeld brengt, waardoor deze ESD niet in rekening kan worden gebracht bij de beoordeling van ontbossingen.

De ESD 'regulatie van waterkwaliteit' wordt meer geleverd door bos dan door akkers (Vrebos *et al.*, 2014b). Voor de opmaak van NARA-T 2014 werden de 'aanbod – fysische geschiktheidskaart: “denitrificatie onder natuurlijke omstandigheden”’ en de 'aanbod – potentieel aanbodkaart: “denitrificatie onder actuele grondwaterstanden”’ gemaakt. Deze kaarten zijn een indicator voor denitrificatie in de bodem op basis van de bodemhydrologie omdat dit de belangrijkste factor is voor die indicator (Vrebos *et al.*, 2014b). Er zijn echter geen kaarten beschikbaar die de link leggen tussen het ecosysteem bos en deze ESD.

Hieronder wordt meer toelichting gegeven bij de weerhouden ESD's en de link die er is met het ecosysteem 'bos'.

¹⁸ Scheppens & Casaer (2014) vermelden (pg. 15 en 18):

“Het gebruik van indexen die gerelateerd zijn aan de populatiedensiteit, kan voor bepaalde soorten wel aangewend worden om ruimtelijke en temporele verschillen in kaart te brengen, maar biedt voor de schatting van het absoluut aantal dieren in een gebied (of de densiteiten ervan) geen oplossing. Het actueel aanbod kan hier dus ook niet uit bepaald worden.

Het aanleveren van een potentiële en actuele aanbodkaart voor Vlaanderen is dan ook niet mogelijk.

(...)

Zoals hoger vermeld is er geen cijfermateriaal beschikbaar voor het berekenen van de trend in de vraag en het aanbod. Wat betreft het gebruik werd een indicator uitgewerkt op basis van de afschotcijfers van erkende wildbeheereenheden en de gemiddelde wildbraadgewichten per soort, namelijk het gewicht wildbraad per 100 ha (...)

Figuur 4: Stroomdiagram met de criteria voor de selectie van ESD-kaarten voor de beoordelingskaders.

Tabel 3: Overzicht van de gebruikte ESD-kaarten voor de beoordelingskaders voor ontbossingen en bebossingen.

Ecosysteemdienst	Kaarten beschikbaar en gebruikt voor de beoordelingskader voor ontbossingen? – naam van de kaart	Kaarten beschikbaar en gebruikt voor de beoordelingskaders voor bebossingen? – naam van de kaart
Voedselproductie	Nee	Nee
Wildbraadproductie	Nee	Nee
Houtproductie	Ja – actueel aanbod houtproductie	Ja – fysieke geschiktheid voor

		houtproductie
Productie van Energiegewassen	Ja – actueel aanbod van energie uit houtige stromen	Ja – fysische geschiktheid houtige stromen
Waterproductie	Ja – potentieel aanbod; (grondwater – actuele infiltratie)	Ja – fysische geschiktheid; (grondwater – infiltratiepotentieel)
Bestuiving	Nee	Nee
Plaagbeheersing	Nee	Nee
Behoud van de bodemvruchtbaarheid	Nee	Ja – fysische geschiktheid voor behoud bodemvruchtbaarheid
Regulatie van luchtkwaliteit	Ja – ruwheidskaart	Ja – ruwheidskaart
Regulatie van geluidsoverlast	Nee	Nee
Regulatie van erosierisico	Ja – bodembedekkingsaanbod regulatie erosierisico	Ja – actuele watererosie
Regulatie van overstromingsrisico	Nee	Nee
Kustbescherming	Nee	Nee
Regulatie van het globaal klimaat	Ja – actueel aanbod van de huidige ondergrondse koolstofvoorraad van bos en ander groen, akker en grasland plus het potentieel aanbod van de bovengrondse koolstofvoorraad	Nee
Regulatie van waterkwaliteit	Nee	Nee
Groene ruimte voor buitenactiviteiten	Ja – vraagkaart : bevolkingsdichtheid	Ja – vraagkaart : bevolkingsdichtheid

5.4.3.1 Houtproductie

De toestand van deze ESD wordt beschreven in het hoofdstuk ‘ecosysteemdienst houtproductie’ (Vandekerkhove *et al.*, 2014) van NARA-T 2014. Bepalende factoren voor de verschillen in houtproductie in Vlaanderen zijn volgens de auteurs onder andere (pg. 20 en 21):

“Op basis van de fysieke bodemomstandigheden wordt aangegeven wat virtueel realiseerbaar is voor de ESD houtproductie in Vlaanderen, in de veronderstelling dat elke vierkante meter die hiervoor fysiek 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 fysieke 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 (...). Het stappenplan voor de productie van deze kaart is opgenomen in de bijlage.”

Figuur 5: Fysieke geschiktheid voor houtproductie.

Er zijn lokale verschillen in de hoeveelheid houtproductie die kan verwacht worden op een bepaalde grond, afhankelijk van de bodemeigenschappen van die grond. Die verschillen komen tot uiting op de kaart 'fysieke geschiktheid voor houtproductie'. Deze kaart wordt aangewend voor het beoordelingskader van bebossingen, aangezien ze enkel de bodemkarakteristieken in beeld brengt en niet het huidige landgebruik. Deze kaart geeft aan hoeveel houtproductie een terrein zou kunnen opleveren bij bebossing ervan.

De kaart "actueel aanbod 'Houtproductie'" wordt in rekening gebracht voor het beoordelingskader van ontbossingen. Bij een ontbossing, geeft deze kaart aan hoeveel houtproductie er verloren gaat door die ontbossing van het op die plek aanwezige bos(type).

Figuur 6: Actueel aanbod voor houtproductie van de bossen in Vlaanderen.

5.4.3.2 Productie van energiegewassen

In het hoofdstuk 'ecosysteemdienst productie van energiegewassen' (Van Kerckvoorde & Van Reeth, 2014) van NARA-T 2014 wordt deze ESD behandeld. Een van de deelkaarten die nauw aansluit bij de hierboven besproken kaart voor 'houtproductie' betreft de kaart 'fysieke geschiktheid houtige stromen'. Deze auteurs lichten de kaart als volgt toe:

"Houtige stromen"

De kartering van de fysieke geschiktheid voor energie uit houtige stromen van loof- en naaldbout is bepaald op basis van het volume van het tak- en tophout en van de ondergrondse houtige biomassa.

Het spilhout¹⁹ wordt gekwantificeerd bij de ESD 'houtproductie', op basis van textuur- en drainageklassen uit de bodemkaart, en dient als basis voor de kartering. Het afleiden van volumes aan tak- en tophout en ondergrondse houtige biomassa gebeurt immers uit volumes aan spilhout en meer bepaald via biomassa expansie factoren (BEF's). Door vermenigvuldiging van de volumes aan tak- en tophout en ondergrondse houtige biomassa en de energie-inhoud van de biomassa wordt de energiewaarde bekomen (...). De aannames en de concrete werkwijze bij de kartering staan beschreven in bijlage 1.

Kaart²⁰ (...) toont de fysieke geschiktheid voor houtige stromen. Die blijkt aanzienlijk te zijn voor geheel Vlaanderen. Enkel in de ecoregio van de Pleistocene riviervalleien, de ecoregio van de cuesta's en in de ecoregio van de Kempen ligt die iets lager. In Vlaanderen is de fysieke geschiktheid voor houtige stromen in totaal zo'n 108.000 TJ/jaar, met zo'n 56.000 TJ/jaar voor tak- en tophout en zo'n 52.000 TJ/jaar door ondergrondse biomassa."

Figuur 7: Fysieke geschiktheid voor de productie van energiegewassen uit houtige stromen.

De fysieke geschiktheid voor hout als energiegewas is gebaseerd op dezelfde basisgegevens als deze voor de ESD 'houtproductie'. Beide kaarten van fysieke geschiktheid zijn gebaseerd op de textuur- en drainageklassen van de bodemkaart. En beide kaarten brengen in beeld hoeveel van deze ESD's geleverd worden bij een bebossing of een ontbossing van een terrein.

Er is een fysiek onderscheid tussen de houtige elementen die onder de ESD 'houtproductie' sorteren, versus deze die onder 'productie van energiegewassen' vallen. Over dit onderscheid schrijven Van Kerckvoorde & Van Reeth (2014; pg. 9 en 10):

"1.3. Wat verstaan we onder 'productie van energiegewassen' ?

(..)

Het kwantificeren en karteren van de ESD²¹ uit houtige stromen gebeurt via het tak- en tophout en de ondergrondse houtige biomassa.

(..)

¹⁹ In Vandekerckhove *et al.* (2014) wordt hieronder begrepen (p. 73): "Dit is zonder het kruinhout"

Volgens Jansen *et al.* (1996) is spilhout:

"Gedeelte van de houtige delen van een boom, bestaande uit de stam en de daaruit omhooggaande spil, tussen maaiveld en top, met inbegrip van de schors, maar zonder de zijtakken, hoe dik die laatste ook mogen zijn. Bij oudere bomen, met name bij loofhout, kan er sprake zijn van een oplossende spil, in dat geval is de spil gedefinieerd als de in het verlengde van de stam meest recht doorgaande tak."

²⁰ Die kaart wordt ook weergegeven in figuur 7 van dit hoofdstuk van NARA-B 2016.

²¹ Hier wordt bedoeld de ESD 'productie van energiegewassen'.

Naast het tak- en tophout en de ondergrondse houtige biomassa wordt er ook spilhout (stam) als brandhout gebruikt. Het kwantificeren van spilhout (stam) maakt deel uit van de ESD houtproductie (...)"

Verder verduidelijken deze auteurs welke houtige stromen die uit een bos kunnen komen er wel of niet begrepen worden onder deze ESD:

"We onderscheiden een twintigtal verschillende productstromen voor energieopwekking uit biomassa. Die indeling volgt grotendeels de inventaris biomassa (Braekevelt & Schelfhout, 2013):

(..) 2. Biomassastromen (maaisel of houtige biomassa) uit natuur- en bosgebieden (..); 3. Stromen uit parkgebieden (..); 4. Stromen uit transportinfrastructuur (..); 5. Stromen uit recreatiegebieden (..); (..) 7. Stromen uit onderhoud en beheer van particuliere tuinen en bedrijventerreinen (..); 8. Stromen uit onverzegelde bedrijven- of haventerreinen; 9. GFT-afval gezinnen; 10. Gewasresten en productieverliezen van land- & tuinbouwsector; 11. Houtafval van bedrijven of huishoudens; (..)

1.3 Wat verstaan we onder 'productie van energiegewassen' ?

We kwantificeren en karteren de ecosysteemdienst 'productie van energiegewassen' voor Vlaanderen op basis van de productstromen 1–8 en gedeeltelijk productstroom 9 (biomassa afkomstig van tuinen). Deze stromen hangen ook het meest rechtstreeks samen met de toestand en trends van de ecosystemen die in NARA wordt gerapporteerd (..). De overige stromen hangen vooral samen met technologische, productie- en consumptieprocessen en minder met (veranderingen in) ecosysteemstructuren en –functies. Om die reden worden zij niet meteen als 'ecosysteemdienst' beschouwd. (..)"

Deze ESD-kaart van de fysische geschiktheid wordt toegepast bij de beoordelingskaders van bebossingen, aangezien deze kaart enkel vertrekt van de fysische eigenschappen van de bodem en dit een indicatie geeft hoeveel van deze ESD op deze gronden geleverd kan worden.

Figuur 8: Actueel aanbod voor de productie van energiegewassen van de bossen in Vlaanderen.

De ESD-kaart "actueel aanbod van energie uit houtige stromen"²² wordt gehanteerd in functie van de beoordelingskaders voor de ontbossingen. Deze kaart brengt in rekening wat er actueel uit hout gebruikt wordt voor energieproductie. Enkel houtige biomassa (bv. tak- en tophout van bomen, kortomloophout) is daarbij in rekening gebracht (Van Kerckvoorde & Van Reeth, 2014). Brandhout voor particulieren is hierbij niet in rekening gebracht op die kaart wegens gebrek aan cijfers hierover (Van Kerckvoorde & Van Reeth, 2014). Deze kaart geeft dus geen volledig beeld van alle houtige elementen uit een bos die daadwerkelijk actueel gebruikt worden als energiegewas.

²² Benaming van deze kaart op <https://data.inbo.be/ecosysteemdiensten/>

5.4.3.3 Waterproductie

In het hoofdstuk 'ecosysteemdienst waterproductie' (Vrebos *et al.*, 2014a) van NARA-T 2014 wordt verduidelijkt hoe, waar en wanneer het ecosysteem 'bos' een verschil maakt bij de levering van deze ESD :

"(..) Landconversie naar bos leidt niet gemiddeld gezien tot een verhoging van de infiltratiecapaciteit. Bossen hebben een impact op interceptie en transpiratieverliezen. Afhankelijk van combinaties tussen bodemtype, boomsoort en structuurkenmerken (bv. dichtheid van de stand) en tijd van het jaar kan het effect positief of negatief zijn. Een bosontginning zorgt wel voor een verhoogde infiltratie. Overexploitatie van de bossen en een algemene degradatie van het bossysteem kan dus een lokaal effect hebben op de grondwateraanvulling. Hierbij halen gemengd en loofbos een hogere infiltratiecapaciteit dan naaldbos.

(..)

Omvorming van akker naar bos en van akker naar andere groene ruimte zullen over het algemeen een positief effect hebben op de grondwaterkwaliteit.

(..)

9. Fysische geschiktheid

De fysische geschiktheid wordt in de eerste plaats bepaald door de bodemtextuur. Een beperkte hydraulische conductiviteit²³ maakt dat bodems neerslag heel traag kunnen absorberen en percoleren. Zware bodems zoals klei, leem en zandleem hebben een beperkte hydraulische conductiviteit, en dus een lage verticale infiltratiesnelheid en een beperkt effect op de grondwateraanvulling. Deze vertraagde infiltratie stelt echter geen probleem zolang de bovenste lagen van de bodem voldoende doorworteld worden en/of voldoende organisch materiaal bevatten. Daarnaast hebben deze bodems een veel groter vochtleverend vermogen. Het geïnfilterde water blijft langer in de bodem zitten en is op die manier langer beschikbaar voor verdamping (evaporatie) en voor opname door vegetatie (transpiratie).

(..)

Het potentieel²⁴ aanbod wordt bepaald door de gecombineerde effecten van de fysische geschiktheid, de lokale grondwatertafel en interceptie en bodemverdichting.

(..)

Naast deze beperkingen voor infiltratie vanuit het fysisch systeem, heeft het landgebruik ook een impact op de hoeveelheid water die de bodem bereikt en dus beschikbaar is voor infiltratie. Voor deze studie bekijken we welke omzettingen een positief/negatief effect kunnen hebben op de grondwateraanvulling.

(..)

Het valt op dat voor bepaalde typen landgebruik er zeer grote verschillen kunnen zijn tussen de minima en maxima.

(..)

Op lichte bodems zal vegetatie de infiltratie beperken, terwijl er op zware bodems net een positief effect zal zijn. Ook moet men oppassen om deze waarden zomaar te transfereren van de ene landgebruiksk kaart naar de andere.

Daarnaast is er ook een positief effect van de vegetatie op bodems met een beperkte hydraulische conductiviteit (klei, leem) omdat vegetatie de infiltratiecapaciteit bevordert. De vegetatie zorgt voor doorworteling en het strooisel voor een laag organisch materiaal waarin allerlei bodemleven voorkomt. De losse bovenlaag vormt een zekere buffer om hogere neerslaghoeveelheden te bufferen en de bioturbatie en doorworteling vergroot het effectief infiltratieoppervlak voor diepere percolatie.

Anderzijds is er ook een belangrijk negatief effect van de vegetatie op de infiltratie. Door interceptie worden waterdruppels door de vegetatie vastgehouden, waarna deze druppels na de regenbui snel opnieuw kunnen verdampen. Interceptie is met name hoog in (dichte) naaldbossen. Bij transpiratie verbruiken diepwortelende en hoogproductieve vegetaties een deel van het grondwater waarna dit verdamppt.

Zogenaamd donkergroen naalddhout (vnl. sparren) heeft naast een zeer hoge interceptie ook een transpiratie gedurende de winterperiode. Lichter naalddhout zoals grove den heeft een iets lagere interceptie en quasi geen transpiratie gedurende de winterperiode. Een beperkte literatuurstudie over de invloed van vegetatie op het nuttig neerslagoverschot (interceptie + transpiratieverliezen) toont aan dat vooral omzettingen naar grasland,

²³ Hydraulische conductiviteit (≈ doorlatendheid, permeabiliteit): het vermogen van grond om een vloeistof te laten doorstromen. De hydraulische conductiviteit van grind is groter dan die van zand die op zijn beurt groter is dan die van leem en die op diens beurt groter is dan die van klei.

²⁴ 'Potentieel aanbod' geeft info over de huidige toestand, d.i. met de huidige grondwaterstand, onder de/het huidige vegetatie/landgebruik.

struikgewas en heide resulteren in meer infiltratie. Op een zandige bodem met een voldoende diepe grondwatertafel zal ongeveer 75% infiltreren onder heide en grasland, terwijl dit bij eikenbossen 30% bedraagt en bij naaldbossen slechts 15% bedraagt. Niettemin moeten we deze cijfers relativeren daar de dichtheid van de stand een belangrijke rol speelt.”

De kaartlagen die bij deze ESD horen, kunnen dus nuttige info geven over de landgebruiksveranderingen. Voor het beoordelingskader van bebossingen wordt gebruik gemaakt van de kaart van het infiltratiepotentieel (= aanbod – fysische geschiktheid; grondwater – infiltratiepotentieel²⁵). Die kaart (figuur 9) geeft de (relatieve) geschiktheid van de bodem voor waterinfiltratie. In werkelijkheid varieert dit van 0 mm/jaar tot 450 mm/jaar (Vrebos *et al.*, 2014a). De aanwezigheid van bos zorgt voor een betere benutting van dat infiltratiepotentieel in vergelijking met een bodem zonder vegetatie (bv. akker). In zones waar er een hoog potentieel is voor deze ESD levert het ecosysteem bos meer ESD's. De waarde van deze kaart wordt mee genomen in de berekening enkel waar het huidige landgebruik akker, infrastructuur of bebouwing is. Als het huidige landgebruik grasland, heide of struikgewas is, wordt de waarde van deze kaart niet meegenomen omdat er onder die vegetaties een hogere infiltratie is dan onder bos.

Figuur 9: Infiltratiepotentieel in Vlaanderen.

Figuur 10: Actuele infiltratie onder de bossen in Vlaanderen.

²⁵ Benaming van deze kaart op <https://data.inbo.be/ecosysteemdiensten/>

De kaart van de actuele infiltratie (= aanbod – potentieel aanbod; grondwater – actuele infiltratie²⁶) waar het huidige landgebruik mee in rekening werd gebracht wordt ingeschakeld voor de beoordelingskaders van de ontbossingen. Hierop wordt de levering van deze ESD door het huidige bos het best in beeld gebracht.

5.4.3.4 Behoud van bodemvruchtbaarheid

In het NARA-T hoofdstuk ‘ecosysteemdienst behoud van de bodemvruchtbaarheid’ (Cools & Van Gossum, 2014) lezen we:

“Het kwantificeren van deze ecosysteemdienst is niet vanzelfsprekend. Een sleutelindicator, die zowel indicatief kan zijn voor de chemische, fysische en biologische vruchtbaarheid, is het organische stof gehalte in de bodem (BOS) (Fageria, 2012). De belangrijkste bronnen van de BOS zijn organische mest, het gewas, al dan niet natuurlijk, en gewasresten. Afstervende delen van de planten (wortels, bladeren, stengels, vruchten, takken, stammen) komen in de bodem.

Het merendeel van deze organische stof blijft geconcentreerd in de bovenste bodemlagen van het bodemprofiel. De opbouw van organische stof is een langdurig proces, het duurt vele tientallen jaren of langer voordat het organische stof gehalte van de bodem structureel is verhoogd. Dit is afhankelijk van de grondsoort, het gewas en beheer. Het kwantificeren van deze ecosysteemdienst is niet vanzelfsprekend. Een sleutelindicator, die zowel indicatief kan zijn voor de chemische, fysische en biologische vruchtbaarheid, is het organische stof gehalte in de bodem (BOS) (Fageria, 2012). De belangrijkste bronnen van de BOS zijn organische mest, het gewas, al dan niet natuurlijk, en gewasresten. Afstervende delen van de planten (wortels, bladeren, stengels, vruchten, takken, stammen) komen in de bodem.

Het merendeel van deze organische stof blijft geconcentreerd in de bovenste bodemlagen van het bodemprofiel. De opbouw van organische stof is een langdurig proces, het duurt vele tientallen jaren of langer voordat het organische stof gehalte van de bodem structureel is verhoogd. Dit is afhankelijk van de grondsoort, het gewas en beheer.

(..)

Chemische bodemvruchtbaarheid

(..)

In natuurlijke ecosystemen vormt de mineralisatie van organische stof de voornaamste bron van nutriënten voor plantengroei en is er een balans tussen mineralisatie en nutriëntenopname (Faber *et al.*, 2009).

(..)

Fysische bodemvruchtbaarheid

De hoogste aggregaatvorming wordt gevonden onder grasland vanwege allerlei stimulerende effecten van de dichte beworteling, de bescherming tegen regenval en erosie, en vanwege de hoge dichtheid aan regenwormen. Over het algemeen neemt de fysische bodemvruchtbaarheid af volgens de toenemende intensiteit waarmee de mens de bodem bewerkt. Verschillende menselijke activiteiten hebben over de eeuwen heen geleid tot een daling van de fysische bodemvruchtbaarheid.

(..)

Biologische bodemvruchtbaarheid

(..)

Bij intensieve bodembewerking versnelt de afbraak van organische stof (La Scala *et al.*, 2008; Reubens *et al.*, 2010), waardoor het organische stofgehalte en het bodemleven achteruitgaat.

(..)

De organische koolstofvoorraad onder bos is hoger dan in akkerland (Lettens *et al.*, 2005). Indien men in de toekomst zou gaan naar een uitbreiding van bos, biedt loofbos meer mogelijkheden dan naaldbos door het verhoogd risico op bodemverzuring onder naaldbos.

(..)

4.2.1. Verandering in landgebruik

(..)

Bodemafdichting is een direct gevolg van de verstedelijking of urbanisatie. Het zorgt ervoor dat de bodem als bron onbereikbaar is. Hij is afgesloten van zijn omgeving en dus van het bovengrondse ecosysteem, van de atmosfeer, van waterinfiltratie, gasdiffusie en input van organisch materiaal (Jeffery *et al.*, 2010). Op die manier kan de bodem zijn ecosysteemdiensten niet meer vervullen.

²⁶ Benaming van deze kaart op <https://data.inbo.be/ecosysteemdiensten/>

(..)

De boomsoortensamenstelling heeft een grote impact op de chemische, biologische en fysische eigenschappen van de bodem (Augusto *et al.*, 2002; Cools *et al.*, 2014). Dit effect is het sterkst merkbaar in de bovenste laag van de bodem. Verschillende boomsoorten hebben verschillende effecten op de waterbalans, microklimaat maar ook op de fysische kenmerken van de bodem, waarschijnlijk ten gevolge van wijzigingen in de bodemfauna. Daarnaast zijn mineralisatie – en nitrificatiesnelheden afhankelijk van de boomsoort. Het effect van een boomsoort op de bodemvruchtbaarheid is afhankelijk van het moedermateriaal, klimaat en bosbeheer (Augusto *et al.*, 2002).

Het effect op de bodemvruchtbaarheid in bos is zeer afhankelijk van de oogstmethode.

(..)”

Van deze dienst is heden enkel de fysische geschiktheidskaart beschikbaar. We kunnen deze ESD daarom enkel meenemen voor de beoordeling van bebossingen en niet voor ontbossingen. De omzetting van akkers, bebouwing of infrastructuur naar bos zorgt voor over het algemeen een hogere benutting van deze ESD. Dit is minder of niet het geval bij een wijziging van grasland of ander groen naar bos. Daarom wordt de waarde van deze kaart voor de verdere berekeningen meegenomen enkel daar waar het huidige landgebruik akker, infrastructuur of bebouwing is.

Figuur 11: Fysische geschiktheid voor behoud van de bodemvruchtbaarheid.

5.4.3.5 Regulatie van luchtkwaliteit

Landgebruiksveranderingen en beheer van het landgebruik ‘bos’ kunnen een impact hebben op de luchtkwaliteit. In het hoofdstuk ‘ecosysteemdienst regulatie van luchtkwaliteit’ (Neiryck & Stevens, 2014) van NARA-T 2014 staat (pg. 4, 12, 33, 59):

“Hoofdpijnen

(..)

Ecosystemen hebben een luchtzuiverende werking door de verwijdering van pollutanten uit de lucht via het proces van depositie. Vooral in bossen zullen meer pollutanten neerslaan, waarbij naaldbomen belangrijker zijn voor de verwijdering van fijn stof en loofbomen beter gasvormige pollutanten opnemen.

Modellerwerk toont aan dat de verlaging van pollutantconcentraties door afvang via groenelementen beperkt is in verhouding tot brongerichte technologische luchtzuiveringstechnieken. Bovendien worden verkeersemissies bestaande uit de kleine fijn stof fractie (PM_{2.5}) en NO₂ minder goed afgevangen door vegetatie.

De meerwaarde van groenelementen moet vooral gezocht worden in het feit dat de afvang zich niet tot één pollutant beperkt. Een goede boomsoortenmenging (naald- en loofbos) levert daarbij een betere multi-pollutant verwijdering op.

(..)

1.2.1. Ecosystemen en ecosysteemfuncties

(..)

1.2.1.1. Depositie op ruwe vegetaties of oppervlaktes

(..)

De droge depositie van gasvormige polluenten en partikels is afhankelijk van de aerodynamische ruwheid van de landgebruiksvorm. Het zijn voornamelijk ruwe vegetaties zoals bossen en hoge bebouwing die veel turbulentie opwekken en daardoor potentieel in staat zullen zijn om een grote hoeveelheid polluenten af te vangen.

(..)

In vergelijking tot andere 'natuurlijke' landgebruiksklassen, veroorzaken bossen de grootste wrijvingsweerstand aan het oppervlakte. Daardoor is de turbulente uitwisseling tussen bos en de atmosfeer gemiddeld een grootteorde hoger dan heide en grasland (Fowler *et al.*, 1999). Door hun groter volume en bladoppervlakte vangen bomen 2 tot 16 maal meer fijn stof af dan lage vegetatie (Fowler, 1989)²⁷. Ongelijkjarig, ongelijkvormig bos met een hoge natuurwaarde, bepaalde parken en bossen met grote oude bomen en veel onregelmatige open plekken hebben een hoge ruwheid. Het filterend vermogen neemt toe naarmate de bestandshoogte (ouderdom) en de verticale structuur toenemen.

(..)

4.2.1. Verandering landgebruik

Conversie van lage vegetatietypes naar bos (door bv. bebossing van landbouwgronden) kan leiden tot een groter aanbod van de ESD, afhankelijk van de beoogde graad van natuurlijkheid van het bos. Omvorming van landbouwgronden naar hoogproductieve ecosystemen zoals korte omloop hout, dichte aanplantingen (jong- of dichtwasstadium) of plantages dragen matig bij tot het luchtzuiverend vermogen. Indien urbanisatie ten koste gaat van lage vegetatietypes, neemt de ruwheid globaal toe. Indien verstedelijking ten koste gaat van bos, blijft de ruwheid min of meer hetzelfde. De oppervlakte eigenschappen van de bebouwing bepalen of de feitelijk depositie van de pollutant al dan niet hoger zal worden in vergelijking tot het gekapte bos²⁸.

De inspanningen om naaldbos naar loofbos om te vormen, leveren verbeteringen op naar de opname van gasvormige polluenten zoals NO₂, maar is minder interessant voor fijn stof captatie. Indien de conversie doelt op een meer natuurgericht Bosbeheer, zoals het aanbrengen van openingen in het kronendak, het optimaliseren van de verticale structuur, het creëren van meer hoogtedifferentiatie, het verlengen van de bedrijfstijd (bos ouder laten worden) en het nastreven van een grotere diversiteit aan boomsoorten, zal dit eveneens het aanbod van de ESD verhogen."

(..)

Bijlage 1 Karteringschema's en methodologie

Ruwheidskaart

(..)

Bossen, bebouwing en industrieterreinen betreffen ruwe oppervlaktes. Voor wat betreft de niet-ruwe vegetatietypes (graslanden, heide, akkers, parkings,...) is de gecreëerde turbulentie te laag (lage ruwheidslengte) om volop van betekenis te zijn in het luchtzuiveringsproces. Polluenten worden minder intens aangeleverd zodat de finale opname door het ontvang oppervlakte lager zal uitvallen.

Bij bossen is voor een stuk rekening gehouden met het beheer (zie gradiënt natuurlijk technologisch). Daarbij werd aan hoogproductieve bestanden of kunstmatige aanplantingen een lagere ruwheidslengte gegeven dan aan meer natuurlijk bos.(..)

Op het eerste zicht lijkt deze kaart niet differentiërend volgens de locatie (bodembondige of geografische eigenschappen) waar de landgebruiksverandering plaats vindt. Er is wel een differentiatie op basis van het bostype (naaldbos, loofbos,

²⁷ Hiermee werd bedoeld Fowler *et al.*, 1989.

²⁸ Neiryck & Stevens (2014) geven ook aan dat bebouwing op zich weer een bron van luchtvervuiling kan zijn:

4. Drivers voor vraag en aanbod van de ESD

4.1. Mechanisme Indirecte drivers

4.1.1. Demografische en economische drivers

(..) Wanneer de bevolking aangroeit en de economie op volle toeren draait, zal ook de verkeersactiviteit verhogen (toename wagenpark), wat kan bijdragen tot verhoogde emissies (PAK's, EC, PM_{2.5}). Bij aangroei van de bevolking zal ook de vraag naar woningen toenemen. Meer huishoudens hebben ook gevolgen voor de emissie van dioxines, PAK's en NMVOS.(..)

gemengd bos) dat voorwerp is van de verandering. Voor de afwegingskaders in dit rapport hebben we gebruikt gemaakt van de ruwheidskaart²⁹ van Vlaanderen die de actuele toestand van deze ESD weerspiegelt (Neiryck & Stevens, 2014).

Over het afvangen van NO₂ schrijven deze auteurs:

“(..) De aanwezigheid van bebouwing (vooral afwisseling van hoog- en laagbouw), stadsparken, stadstuinen, e.a., vormen potentieel geschikte depositieoppervlaktes. (..) Aanwezigheid van groenelementen, in het bijzonder loofbomen (met hogere stikstofbehoefte) in stadsparken, kan de opname van NO₂ bespoedigen. Vermits NO₂ enkel via de huidmondjes wordt opgenomen, is de depositiesnelheid zeer beperkt. Bij loofbomen bedraagt de depositiesnelheid 1-2 mm s⁻¹. Meer reactieve stikstofcomponenten zoals HNO₃ en NH₃, worden veel beter afgevangen (bijkomende neerslag op bladoppervlakte), waardoor hun depositiesnelheid verschillende cm s⁻¹ kan bedragen. Bij de inplanting van laanbomen moet bovendien rekening gehouden worden met het optreden van ‘street canyon’-effecten (Vos *et al.*, 2013; VMM, 2013). Langs drukke stadswegen kan de aanwezigheid van bomenrijen de luchtconcentratie van NO₂ met 20% versterken (Vos *et al.*, 2013). Langs drukke verkeersassen nabij woonkernen kan geopteerd worden voor de aanplanting van groenelementen, ook al staat de effectiviteit van deze maatregel ter discussie (Pronk *et al.*, 2013; Wesseling *et al.*, 2004). Dat komt omdat de permanente opname van NO₂ beperkt is t.o.v. de uitstoot door het verkeer. De concentratieafname bedraagt maximum enkele percenten. Wanneer groenelementen langs snelwegen en hot-spots van NO₂-emissie geplant worden, bestaat het risico dat het groenelement de windsnelheid dempt, waardoor de emissie minder met lucht wordt gemengd. Het netto-effect is een verhoging van de concentratie op korte afstand achter het groenelement (Wesseling *et al.*, 2004).

Over de link van de ESD ‘luchtkwaliteit’ met betrekking tot het afvangen van PM₁₀³⁰ schrijven Neiryck & Stevens (2014):

“(..) Voor de captatie van PM₁₀ is vooral naaldbos geschikt (Beckett *et al.*, 2000; Saebo *et al.*, 2012; Broekx *et al.*, 2013). (..) Er is een rijkelijk aanbod van ruwheidselementen (in het bijzonder naaldbos) in het oostelijke deel van Vlaanderen, maar de vraag naar de ESD is er relatief lager. In een stedelijke omgeving met een hoge bevolkingsdichtheid en in kanaalzones/zeehavens (industriële activiteiten) is de vraag het hoogst, maar de mogelijkheden tot afvang (vooral via naaldbos) zijn er beperkt. (..) ”

Over het afvangen van ozon (de derde luchtkwaliteitsindicator voor de volksgezondheid) schrijven Neiryck & Stevens (2014):

“(..) Vooral bosbestanden met den en berk in het oostelijk deel van Vlaanderen overlappen met de luchtconcentratiekaart van ozon. Ozon kan via de huidmondjes opgenomen worden en kan tevens geneutraliseerd worden door uitgestoten monoterpenen (quenching van ozon). Deze bosbestanden komen vrij veel voor in Limburg (waar de grootste ozonoverlast genoteerd wordt), waardoor er wel een gebruik van de ESD is, maar omdat deze regio dunner bevolkt is, genieten er minder mensen van de ESD mee. In een stedelijke omgeving zou de doelgroep veel omvangrijker zijn, maar de vraag (luchtconcentratie) is er minder uitgesproken.(..)”

Op figuur 12 wordt het ozon-jaargemiddelde voor Vlaanderen in 2014 getoond om een beeld te geven van de zones waar er hogere en lagere waarden zijn in Vlaanderen.

²⁹ Over de ruwheidskaart schrijven Neiryck & Stevens (2014):

Voor de opmaak van een ruwheidskaart voor Vlaanderen werd aan alle ecosystemen een ruwheidslengte toegekend Deze indicator geeft aan in welke mate de turbulentie en dus ook de aanlevering/depositie van de pollutant versterkt wordt boven het habitattypen in kwestie. Bossen, bebouwing en industrieterreinen betreffen ruwe oppervlaktes. Voor wat betreft de niet ruwe vegetatietypen (graslanden, heide, akkers, parkings,...) is de gecreëerde turbulentie te laag (lage ruwheidslengte) om volop van betekenis te zijn in het luchtzuiveringsproces. Polluenten worden minder intens aangeleverd zodat de finale opname door het ontvangende oppervlakte lager zal uitvallen.

Bij bossen is voor een stuk rekening gehouden met het beheer (zie gradiënt natuurlijk technologisch). Daarbij werd aan hoogproductieve bestanden of kunstmatige aanplantingen een lagere ruwheidslengte gegeven dan aan meer natuurlijk bos.

³⁰ Fijn stof met een aerodynamische diameter kleiner dan tien µm (PM = particulate matter)

Figuur 12: Ozon-jaargemiddelde in Vlaanderen (bron: VMM).

Net als de overige ESD-kaarten worden de bekomen waarden uit de ruwheidskaart van Vlaanderen verdeeld over vijftien klassen (figuur 13).

Figuur 13: De ruwheidslengte van de bossen in Vlaanderen.

Deze ruwheidskaart houdt rekening met het huidige landgebruik. Dit betekent dat de aanwezigheid van bos zorgt voor een hogere ruwheidsklasse dan bij een grasland of een akker. Bij een bebossing vertrekken we vanuit een lage klasse om terecht te komen in een hogere klasse op deze kaart. Bij een ontbossing daarentegen vertrekken we een hogere klasse om terecht te komen in een lagere klasse.

Deze kaart met die schaal wordt aangewend voor de beoordeling van ontbossingen. Voor de beoordeling van bebossingen wordt de schaal voor de berekening van de ESD-factor omgekeerd (klasse vijftien wordt klasse een, klasse veertien wordt klasse twee, enz.; figuur 14). Immers de bebossing van een plek die laag scoort op de figuur 13 levert een positieve bijdrage

aan deze ESD. Indien bij dezelfde schaal gebruikt zou worden als voor ontbossingen in de hierna volgende berekeningen, zou de bebossing van een plek met een lage score a.h.w. afgestraft worden.

Figuur 14: Ruwheidskaart met omgekeerde schaal i.f.v. de beoordeling van bebossingen.

5.4.3.6 Regulatie van erosierisico

In het hoofdstuk 'ecosysteemdienst regulatie van erosierisico' (Van Der Biest *et al.*, 2014) van NARA-T 2014 lezen we volgende – voor voorliggende studie relevante – passages over deze ESD:

“Het mechanisme achter de dienst regulatie van erosierisico wordt gedreven door abiotische ecosysteemstructuren (reliëf, neerslag, bodemtextuur en –structuur, ruwheid van het bodemoppervlak) die bepalen of een terrein gevoelig is voor bodemerosie, en door de vegetatie en bedekking met gewasresten, die bepalen in welke mate de intrinsieke erosiegevoeligheid van het terrein verminderd wordt. De dienst is het grootst in erosiegevoelige gebieden met een hoge bodembedekking (via vegetatie en gewasresten), een goede bodemstructuur en een ruw bodemoppervlak, en waar er voorkomen wordt dat het geërodeerd materiaal het erosiegevoelige perceel verlaat of waar de modderstroom zo hoog mogelijk in het afstromingsgebied gebufferd wordt.

(..)

De ecosysteemdienst regulatie van erosierisico is het verminderen van bodemerosie door water en wind in erosiegevoelige gebieden, door het gebruik van minder erosiegevoelige bodembedekking en/of het nemen van erosiereducerende maatregelen (Costanza *et al.* 1997).

(..)

Bodemerosie door wind is een proces waarbij bodemdeeltjes door de wind worden meegenomen en over een bepaalde afstand getransporteerd. Het potentieel risico is het grootst aan de Kust, in de Vlaamse zandstreek en in de Antwerpse en Limburgse Kempen (Van Kerckhoven *et al.* 2009). Hoewel tijdens sommige jaren aanzienlijke winderosie-events kunnen optreden (Van Kerckhoven *et al.* 2009), blijkt het actueel bodemverlies door winderosie laag te zijn. Dat heeft te maken met de aanwezige vegetatie in de risicogebieden. Daarom werd in dit rapport gekozen om enkel bodemerosie door water te bespreken.

(..)

De erosiegevoeligheid van de verschillende bostypes is nog niet gekend. Daarom is besloten om met deze gemiddelde waarde voor bossen te werken. Deze waarde is evenwel een onderschatting van de erosiegevoeligheid van bepaalde bostypes, zoals een beukenbos met verdichtte bodem zonder een kruidlaag. (..)”

Eén van de meest bepalende factoren van (water)erosie is reliëf. Deze ESD is vooral van belang in de (macro)reliëfrijke gebieden. Een landgebruiksverandering van bos naar niet-bos in een reliëfrijk gebied zal een sterker negatief effect hebben dan in een vlakkere zone; omgekeerd bij een bebossing zal dit een sterker positief effect hebben op deze ESD. De wijze waarop een bebossing gebeurt is uiteraard van belang. Indien een bestaand grasland eerst geploegd wordt om het daarna te beplanten met bomen zal dit terrein na het ploegen erosiegevoeliger zijn dan toen het nog grasland was. Eens de kruidlaag zich hersteld heeft op het beboste terrein zal die erosiegevoeligheid terug afnemen. Die tijdelijk verhoging van de

erosiegevoeligheid doet zich niet voor indien het grasland direct beplant wordt of indien men het terrein spontaan laat verbossen.

Voor de beoordeling van ontbossingen gebruiken we de kaart “Bodembedekkingsaanbod regulatie erosierisico”. Hoe hoger de klasse, hoe hoger de bescherming tegen erosie door het aanwezige landgebruik, de vegetatie of het ecosysteem op die welbepaalde plaats.

Figuur 15 : Bijdrage van de bossen in Vlaanderen aan de ESD 'regulatie van erosierisico'.

Voor de beoordeling van bebossingen gebruiken we de kaart “actuele watererosie”³¹. Deze kaart houdt geen rekening met het actueel landgebruik. Hoe hoger de actuele watererosie, des te belangrijker dat een bebossing kan helpen om erosie te voorkomen.

Figuur 16: Actuele watererosie in Vlaanderen.

5.4.3.7 Regulatie globaal klimaat

³¹ Benaming van deze kaart op <https://data.inbo.be/ecosysteemdiensten/>

Over deze ESD lezen we in het hoofdstuk 'ecosysteemdienst regulatie van globaal klimaat' (Lettens *et al.*, 2014) van NARA-T 2014:

"De koolstofvoorraad van een ecosysteem is het netto resultaat van de processen fotosynthese en respiratie. De ecosysteemstructuren (textuur, drainage, landbedekking) zijn de basisparameters van deze processen. Het klimaat en menselijke invloeden (bodembewerking, erosie, sedimentatie, bemesting, oogst) zijn externe factoren die de koolstofvoorraad mee bepalen.

(..)

Bos en permanent grasland bevatten een hogere bodem koolstofvoorraad dan akker. Er zijn bijkomende metingen nodig om de bodem koolstofvoorraad van veengronden, heide, moeras en halfnatuurlijk grasland nauwkeurig te bepalen.

(..)

Er zijn aanwijzingen dat opslag in bosbiomassa op korte termijn zal toenemen in Vlaanderen door een hogere temperatuur en atmosferische CO₂ concentratie. Mogelijk speelt klimaatverandering ook een rol in de geobserveerde daling van de koolstofvoorraad in akkerbodems, waarbij afbraakprocessen in de bodem versneld worden door de hogere temperatuur.

(..)

Biodiversiteit en klimaatregulatie zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De maximalisatie van koolstofopslag in ecosystemen heeft een positieve invloed op de biodiversiteit. Een hogere soortendiversiteit stimuleert zowel ondergronds (qua bodemleven) als bovengronds (qua vegetatie) de opslag van koolstof. Omgekeerd is een stabiel klimaat van belang voor het voortbestaan en de veerkracht van ecosystemen.

(..)

Voorliggende studie legt de nadruk op de C voorraad in de bodem. Bodems bevatten wereldwijd met ca. 1500 Pg ($P = 10^{15}$) C twee tot drie keer meer koolstof dan er aanwezig is in de atmosfeer (730 Pg C) of in levende planten (500 Pg) (Houghton, 2003; Prentice *et al.*, 2001). De C voorraad in de bodem is echter minder rechtstreeks beïnvloedbaar door beheer dan de voorraad in biomassa. Janzen (2004) berekende dat ca. 79% van de C in levende biomassa in de gematigde streken in bosbiomassa zit, 12% in grasland en andere lage vegetatie (o.a. heide), 7% in wetlands en 2% in akkerland.

(..)

Ecosystemen met een hoge graad van natuurlijkheid, zoals natuurlijk bos, heide, (half)natuurlijk grasland, moeras, slikken en schorren bevatten over het algemeen de hoogste C voorraden in bodem en biomassa (bv. Alonso *et al.* (2012); Lesschen *et al.* (2012)).

(..)

De voorraad bodem C onder grasland (*nvd.*, bedoeld wordt: 'permanent grasland') en bos is gelijkaardig. De hoge productie van strooisel, bij bossen zowel boven- als ondergronds en bij grasland vooral ondergronds, zorgen voor een hoge input van C rijk materiaal.

(..)

Bossen zijn in staat belangrijke hoeveelheden koolstof boven- en ondergronds op te slaan (Peng *et al.*, 2008).

(..)

Ook de boomsoortenkeuze oefent een invloed uit op de koolstofvoorraad (..) de conclusie dat de loofbomen gemiddeld een lagere C voorraad hadden, zowel in de strooisellaag als in de minerale bodem (0-30 cm). De zandige locaties waren in dit geval dermate zuur en arm aan nutriënten, dat er geen regenwormen voorkwamen, en dus ook geen hogere C opslag gerealiseerd werd in de minerale bodem onder boomsoorten met makkelijk afbreekbaar strooisel.

(..)

De C voorraad van akkerland is steeds lager dan onder permanent grasland, bos of andere halfnatuurlijke vegetatie.

(..)

Het terugdraaien van drainage bij het natuurbeheer van natte gebieden optimaliseert C opslag (..) In bos met een C vriendelijk beheer is een grote hoeveelheid dood hout aanwezig en wordt gewerkt met lange rotatietijden. (..)

Ook zal een bos door zijn aanzienlijke C voorraad in bovengrondse biomassa als ecosysteem steeds meer C vastleggen dan de meeste andere vormen van halfnatuurlijk landgebruik (..)"

Voor deze ESD zijn er i.k.v. NARA-T 2014 kaarten gemaakt van het 'actueel³² aanbod', het 'potentieel aanbod' en de 'fysische geschiktheid' voor koolstof opslag in de bodem. Deze kaarten bestaan voor de landgebruiken 'akkerland', 'grasland' en 'bos en ander groen'. Intussen zijn er ook kaarten die de bovengrondse koolstofopslag door hout (bij het huidige landgebruik) in beeld brengen (Michels & Stevens, 2016).

Voor het beoordelingskader van de ontbossingen worden de kaarten van het actueel aanbod van de huidige ondergrondse koolstofvoorraad van 'bos en ander groen', 'akker' en 'grasland' (Letkens *et al.*, 2014) en het potentieel aanbod van de bovengrondse koolstofvoorraad (Michels & Stevens, 2016) gecombineerd tot een syntheseskaart. De kaart van de bovengrondse koolstofvoorraad is gebaseerd kaart voor potentieel aanbod houtproductie. Bij deze laatste zijn het bodemtype en de boomsoorten bepalend voor de houtaanwas waarbij de boomcategorieën uit de bosreferentielaaag geclusterd werden in vijf categorieën van hoog- tot laagproductieve soorten (Vandekerckhove *et al.*, 2014).

Door een syntheseskaart te gebruiken brengen we de volledige range van deze ESD over de verschillende landgebruiken (bos, ander groen, akker en grasland) in beeld en komen de verschillen tussen bos en niet-bos tot uiting. Binnen de verschillende types bos en ander groen zijn de verschillen geringer.

Figuur 17: Koolstofvoorraad (ondergronds en bovengronds) in de bossen in Vlaanderen.

Voor de beoordeling van bebossingen is er de fysische geschiktheidskaart. Hoe hoger de fysische geschiktheid van een bodem, hoe hoger de levering van de ESD 'regulatie globaal klimaat' op die plaats bij een omzetting van niet-bos naar bos. Er is niet alleen meer ondergrondse C-opslag bij aanwezigheid van bos (hetgeen uit deze fysische geschiktheidskaart volgt) maar tevens is er in een bos meer bovengrondse C-opslag. Omdat op deze kaart heel wat veen- en kleigronden die uitermate geschikt zijn voor C-opslag ontbreken, wordt deze kaart niet meegenomen in het beoordelingskader.

5.4.3.8 Groene ruimte voor buitenactiviteiten

Bevolkingsdichtheid vormt een belangrijke indicatie voor de vraag naar o.a. de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'. In Van Reeth *et al.* (2014) wordt het concept 'ecosysteemdienst' beschreven als "natuurlijke fenomenen (aspecten van ecosystemen) die rechtstreeks of onrechtstreeks baten opleveren voor de mens. Zonder de aanwezigheid van menselijke 'begunstigden' is er geen sprake van ecosysteemdiensten." Dit betekent dat de maatschappelijke waarde van ecosysteemdiensten niet louter afhangt van de kenmerken van dat ecosysteem zelf, maar ook van de maatschappelijke context waarin dat ecosysteem en de diensten die het genereert, zich situeren. Veranderingen in die context kunnen de diensten die het ecosysteem levert meer of minder waardevol maken, ook al verandert het ecosysteem op zich niet. Daardoor zullen bijvoorbeeld in een bos in of nabij een dichtbevolkte regio meer culturele ecosysteemdiensten worden gebruikt dan in een bos van dezelfde oppervlakte in een dunbevolkt gebied. Dit geldt bijvoorbeeld voor de culturele

³² In de 'actuele' kaart wordt rekening gehouden met bepaalde beleidskeuzes, zoals bv. de keuze om bepaalde bossen als bosreservaat aan te duiden en er dus geen dood hout uit te halen.

ecosysteemdienst 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'. Simoens *et al.* (2014) toonden aan dat de vraag naar recreatief groen³³, wijkgroen³⁴ en buurtgroen³⁵ afhankelijk is van de bevolkingsdichtheid. In die optiek is het nuttig om een kaart van de bevolkingsdichtheid in rekening te brengen om be- en ontbossingen te beoordelen. Dit is een maat voor de vraag naar deze ESD.

Niet alleen de aan- of afwezigheid van bos maakt dus een verschil in de hoeveelheid geleverde ecosysteemdiensten, maar ook de mate waarin een dienst gebruikt kan worden. Ook de natuurwaarde (die over het algemeen niet direct vervat zit in veel ESD's) is een contextuele factor die een ecosysteem waardevoller of minder waardevol maken. Het ene bos is dus niet zo maar vervangbaar door het andere.

We vertrekken van de kaart met de bevolkingsdichtheid³⁶ per statistische sector³⁷ in België met gegevens van 1/1/2014. Na verrastering werd voor iedere rastercel de som berekend van alle bevolkingsdichtheden in de rastercellen in een straal van tien kilometer rond de rastercel. Dit is een maat voor de bevolkingsdichtheid tot op een afstand van tien km. De resulterende waarden werden ingedeeld in vijftien klassen. Dit levert volgende kaart op:

Figuur 18: Kaart met de som van bevolkingsdichtheden van alle pixels in een straal van tien km rond de berekende pixel.

Deze werkwijze heeft als nadeel dat de bevolkingsgegevens van Frankrijk, Duitsland en Nederland niet meegenomen zijn. Het beeld van de rastercellen op minder dan tien km van de grens van een van deze landen of regio stemt bijgevolg niet volledig overeen met de werkelijkheid.

5.4.4 Opmaak beoordelingskaders

Zowel voor de beoordeling van ontbossingen als bebossingen worden elk zeven ESD-kaarten geselecteerd (tabel 3). Deze kaarten worden elk herschaald tot een vijftien klassen. Deze geven de relatieve waarde weer van iedere ESD. Een hogere klasse staat gelijk met een hogere levering van, een hogere vraag naar, of een hogere (fysische) geschiktheid voor de levering van de betrokken ESD. De relatieve waarden van deze kaarten worden gecombineerd op basis van een rekenformule. De rekenformule wordt dusdanig gekozen zodat dit resulteert in ESD-factoren die qua grootteorde³⁸

³³ Groene ruimte die voor recreatief gebruik is ingericht (bv. met wandelpaden, bankjes, informatiepanelen,...)

³⁴ Wijkgroen omvat groene ruimtes van minimum tien ha groot, binnen een wandelafstand van 800 meter. De afstand van 800 meter wordt algemeen geaccepteerd als zijnde de maximale afstand die mensen afleggen voor het dagelijks gebruik van groen (Van Herzele & Wiedemann, 2003): in twaalf minuten kan iemand 800 meter afleggen aan een snelheid van vier km per uur.

³⁵ Buurtgroen omvat de groene ruimtes van minimum één ha groot, binnen een wandelafstand van 400 meter. "

³⁶ Gegevens van 1/1/2014

³⁷ Het begrip 'statistische sector' is in 1970 ingevoerd door het Nationaal Instituut voor Statistiek (NIS). De statistische sectoren delen het grondgebied in op basis van morfologische en/of socio-economische kenmerken. De begrenzing van statistische sectoren valt meestal samen met duidelijk in het landschap herkenbare elementen of administratieve/bestuurlijke indelingen.

³⁸ In de betekenis van eenheden, tientallen, honderdtallen, duizendtallen, enz.

aanleunen bij de huidige boscompensatiefactor en zodanig dat de spreiding toelaat om enige differentiatie in beeld te brengen. De huidige boscompensatiefactoren bedragen 1, 1.5, 2 en 3 (zie 5.3.1 en bijlage 1). De resulterende ESD-factoren variëren van nul t.e.m. vijf.

Er werden verschillende ESD-beoordelingskaders gemaakt waarbij per pixel een ESD-factor wordt bepaald. Aan de verschillende kaarten worden per beoordelingskader bepaalde gewichten toegekend. In de 'basisbeoordelingskaders' krijgen alle ESD's een gelijk gewicht t.o.v. mekaar. In deze basiskaders (één voor bebossing en één voor ontbossing) vermenigvuldigen we de klasse (varieert van een tot vijftien) van iedere pixel op de zeven ESD-kaarten telkens met factor 0,05. De som hiervan is de resulterende ESD-factor. De resultaten worden afgerond naar een getal zonder decimalen. In dat geval komen we waarden tussen nul³⁹ en vijf uit.

Voor ontbossingen wordt tevens een 'gemengd beoordelingskader' gemaakt waarbij de huidige boscompensatiefactor (en dus het bostype) voor de helft mee in rekening wordt gebracht. De zeven ESD-kaarten maken tezamen de andere helft uit. Aan de ESD-kaarten wordt een gelijk gewicht gegeven. Om tot een gecombineerde kaart te komen, wordt de boscompensatiefactor (met waarden van één t.e.m. drie) vermenigvuldigd met factor 0,875⁴⁰ en de waarden van de ESD-kaarten (met een relatieve schaal van 1- 15) elk met factor 0,025 om tot een vergelijkbaar resultaat te komen als het 'basisbeoordelingskader', t.t.z. ESD-factoren tussen nul en vijf.

Daarnaast worden zowel in functie van de ontbossingen als de bebossingen zeven 'specifieke kaders' gemaakt waarbij telkens één ESD een hoger gewicht krijgt dan alle andere ESD's. We vermenigvuldigen de klasse van iedere pixel van telkens één ESD-kaart (deze die in dat kader een hoger gewicht toebedeeld krijgt) met factor 0,15. De klassen van de overige ESD-kaarten worden vermenigvuldigd met factor 0,035. Eén ESD krijgt dus een 4,3 keer hoger gewicht dan alle andere ESD's. De som van dit alles is de resulterende ESD-factor. Ook hier zijn de vermenigvuldigfactoren dermate gekozen zodat het resultaat van de 'specifieke beoordelingskaders' qua grootteorde vergelijkbaar is met de huidige boscompensatiefactoren. De resulterende ESD-factoren variëren tussen nul en vijf.

Op ieder van de twaalf geselecteerde ontbossingen was een welbepaalde (van één t.e.m. twee) boscompensatiefactor van toepassing. Na verrastering van de polygonen van die ontbossingen, berekenen we voor ieder project wat de ESD-factoren zouden zijn volgens de negen beoordelingskaders. Om de verschillen tussen de ESD-factoren van de die ontbossingen beter in beeld te brengen ronden we de resulterende cijfers niet af op de eenheden maar tot op één decimaal.

De resulterende ESD-factoren voor de bossen en voor de twaalf ontbossingen worden onderworpen aan een statistische analyse (bijlage 3).

5.5 Resultaten

De resultaten van de beoordelingskaders voor bebossingen en ontbossingen worden hieronder in tabelvorm weergegeven. De kaarten zijn terug te vinden in bijlage 4. De kaarten en tabellen van de beoordelingskaders voor bebossingen worden gemaakt voor geheel Vlaanderen. De resultaten van de kaders voor de ontbossingen worden eerst gepresenteerd voor de bossen in Vlaanderen die aan bepaalde categorie van de boscompensatiefactor toegekend kunnen worden (zie 5.4.1) en vervolgens voor de selectie van twaalf bossen waarvoor recent een ontbossing aangevraagd werd.

Beide types van beoordelingskaders zijn gestoeld op zes dezelfde ESD's. Ze verschillen echter op één ESD: bij de beoordelingskaders voor ontbossingen wordt de ESD 'regulatie globaal klimaat' ook mee in rekening gebracht. Voor de beoordelingskaders voor bebossing is dit de ESD 'behoud van bodemvruchtbaarheid' die mee in rekening is gebracht (zie tabel 3 voor het overzicht).

5.5.1 Beoordelingskaders voor bebossingen

³⁹ Dit betreft waarden die lager zijn dan 0,5.

⁴⁰ Het getal van de boscompensatiefactor zou vermenigvuldigd dienen te worden met een factor 0.175 hetgeen gelijk is aan $7 * 0.025$ (waarmee de 7 ESD-kaarten in rekening worden gebracht). Maar aangezien de waarden van de boscompensatiefactor voorkomen in de range 1-3, d.i. 5 keer lager dan de range van de herschaalde ESD-kaarten (1-15), wordt er nog bijkomend vermenigvuldigd met een factor 5, en dus met de factor 0.875 ($= 5 * 0.175$).

In onderstaande tabel wordt de rasteroppervlakte van Vlaanderen die toebehoort aan de verschillende ESD-factoren getoond voor alle acht beoordelingskaders. De gemiddelde ESD-factor voor de totale oppervlakte van Vlaanderen wordt ook in deze tabel vermeld. De resulterende ESD-factoren zijn afgeronde getallen die variëren van nul t.e.m. vijf. Door afronding van de cijfers bekomen we gronden met ESD-factor nul. Dit betreft in werkelijkheid gronden waar de ESD-factor tussen 0 en 0,5 gelegen is.

Wat opvalt is dat de beoordelingskaders waar een hoger gewicht gegeven wordt aan één welbepaalde ESD, in de meeste gevallen meer differentiëren dan het 'basisbeoordelingskader'. Behalve in kader zeven, zien we in die 'specifieke beoordelingskaders' een grotere oppervlakte onder de ESD-factoren één en vier in vergelijking met het 'basisbeoordelingskader'. Daar 45% van Vlaanderen onder één ESD-factor valt (3) en 38% onder een andere ESD-factor komt (2), is het differentiërend vermogen van de ESD-kaarten dus heel beperkt in dit 'basisbeoordelingskader'. Daar ook in de overige beoordelingskaders meer dan de helft van Vlaanderen onder de ESD-factoren twee en drie valt, differentiëren ook die kaders heel weinig.

Tabel 4: Rasteroppervlakte (ha) van de verschillende ESD-factoren volgens de verschillende beoordelingskaders voor bebossingen.

Nummer en naam beoordelingskader →	1 (gelijke gewicht aan de ESD's)	2 (hoger gewicht aan de ESD 'houtproductie')	3 (hoger gewicht aan de ESD 'productie van energiegewassen')	4 (hoger gewicht aan de ESD 'behoud van bodemvrucht- baarheid)	5 (hoger gewicht aan de ESD 'waterproductie')	6 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van erosierisico)	7 (hoger gewicht aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten)	8 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit)
ESD-factor ↓								
0	30,45	29,44	27,49	1.635,64	1.636,65	24,98	31,99	104,23
1	138.833,66	192.070,25	192.060,78	329.547,80	334.214,38	338.148,78	30.401,59	164.912,31
2	514.790,62	296.483,17	296.542,36	390.721,66	373.961,19	794.389,84	507.775,73	265.006,35
3	655.294,20	568.654,48	566.793,49	434.218,02	534.727,89	201.237,34	743.017,33	716.449,40
4	50.345,07	302.055,57	303.868,79	202.583,58	114.748,30	25.170,13	77.891,14	212.806,67
5	0,52	1,61	1,61	587,82	6,11	323,45	176,74	15,56
Gemiddelde ESD- factor	2,45	2,72	2,72	2,37	2,31	1,94	2,64	2,72
Totaal	1.359.294,52							

De gemiddelde ESD-factoren over de beoordelingskaders heen variëren tussen 1.94 en 2.72. De verhouding tussen deze twee waarden bedraagt 1.40. Er zijn dus nog relatief grote verschillen tussen de beoordelingskaders.

In het beoordelingskaders waar een hoger gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico' behoort meer dan de helft van Vlaanderen tot ESD-factor twee. De gemiddelde ESD-factor volgens dit beoordelingskader is het laagst van allemaal. Een belangrijk deel van Vlaanderen blijkt dus niet zo belangrijk in de levering van deze specifieke ESD. Figuur 30 (bijlage 4) toont dat de hoogste ESD-factoren zich overwegend in het (reliëfrijkere) zuiden van Vlaanderen bevinden.

De beoordelingskaders waar een hoger gewicht gegeven wordt aan de ESD's 'regulatie van luchtkwaliteit', 'houtproductie' en 'productie van energiegewassen' leiden tot de hoogste gemiddelde ESD-factor. Het lijkt dus dat over een belangrijk deel van Vlaanderen deze ESD's geleverd kunnen worden door het ecosysteem bos. Uit kaart 34 (bijlage 4) kan afgeleid worden dat de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit' meer in de bosarme regio's kan geleverd worden of anders gezegd dat daar een tekort is in de levering van deze dienst. Kansen voor de ESD's 'houtproductie' en 'productie van energiegewassen' liggen er in geheel Vlaanderen, maar in mindere mate in de provincie Antwerpen en in het noordwesten van Limburg (figuren 23 en 25).

Op de kaart die volgt uit het beoordelingskader waar een hoger gewicht gegeven wordt aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten' (figuur 32) zien we dat de hoogste waarden zich bevinden in de regio rond het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest, daarna rond Antwerpen, de regio Kortrijk-Roeselare, de andere zones van de Vlaamse Ruit (rond de steden Gent, Sint-Niklaas en Aalst) en Brugge, in die volgorde. Uit de kaart van de ESD-factoren uit het beoordelingskader waar een hoger gewicht gegeven wordt aan de ESD 'behoud van de bodemvruchtbaarheid' (figuur 36) zien we dat de grootste potentie voor deze dienst gelegen is in het zuiden en noordwesten van Vlaanderen. Op de kaart die volgt uit het beoordelingskader waar een hoger gewicht gegeven wordt aan de ESD 'waterproductie' (figuur 28) zien we een omgekeerd patroon dan op de voorgaande kaart (figuur 36). Het zijn immers andere gronden (nl. zandige gronden) die beter geschikt zijn voor waterinfiltratie dan deze waar er meer winst voor de ESD 'behoud van de bodemvruchtbaarheid' kan behaald worden.

5.5.2 Beoordelingskaders voor ontbossingen

5.5.2.1 Toegepast op het bos in Vlaanderen

In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de oppervlakte bos volgens de boskaart (figuur 1) van Vlaanderen waar volgens de negen verschillende beoordelingskaders een bepaalde ESD-factor op van toepassing zou zijn. Er wordt ook een gemiddelde ESD-factor bepaald voor alle bos in Vlaanderen en er is weergegeven wat de totale te compenseren oppervlakte zou zijn in het geval dat de totale oppervlakte bos in Vlaanderen zou ontbost worden. We benadrukken dat deze oppervlakte en de ESD-factoren niet zomaar mogen vergeleken worden met de cijfers voor de boscompensatiefactor (tabel 1). De reeks van ESD-factoren, namelijk van nul t.e.m. vijf, hangt af van de herclassificering van de ESD-kaarten en het combineren van deze kaarten via een welbepaalde rekenformule. Een andere classificering en rekenformule kan tot een andere spreiding (bv. van nul t.e.m. één of van nul t.e.m. tien i.p.v. nul t.e.m. vijf) van de resultaten leiden. Er is een beperkte oppervlakte bos (met rasteroppervlakte van 82,92ha) waar data van bepaalde ESD-kaarten ontbreekt, dit betreft in hoofdzaak zones op de grens van Vlaanderen.

Tabel 5: Rasteroppervlakte (ha) van de verschillende ESD-factoren volgens de verschillende beoordelingskaders voor ontbossingen.

Nummer en naam beoordelingskader → ESD-factor ↓	1 (gelijke gewicht aan de ESD's)	2 (hoger gewicht aan de ESD 'houtproductie')	3 (hoger gewicht aan de ESD 'productie van energiegewassen')	4 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie globaal klimaat')	5 (hoger gewicht aan de ESD 'waterproductie')	6 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van erosierisico')	7 (hoger gewicht aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten')	8 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit')	9 (gemengd: bostype voor de helft van het gewicht, ESD's voor de andere helft)
Geen data	82,92	82,92	82,92	82,92	82,92	82,92	82,92	82,92	82,92
0	0,01	0,01	0,02	0,43	0,41	0,43	0,00	0,01	0,00
1	3.355,66	13.921,70	19.291,90	11.603,14	1.421,70	293,54	1.561,46	12.491,77	160,32
2	93.373,14	96.034,04	145.279,50	123.784,42	36.506,12	19.982,85	51.184,09	29.942,29	79.372,64
3	67.870,96	53.996,81	27,85	29.209,63	126.016,77	141.352,94	108.930,66	119.326,61	36.668,79
4	0,03	647,24	0,53	2,18	654,81	2.970,04	2.923,59	2.839,12	48.398,05
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemiddelde ESD-factor	2,39	2,25	1,88	2,11	2,76	2,89	2,69	2,68	2,81
Totaal	164.682,72								
Te compenseren rasteroppervlakte bij ontbossing van de totale rasteroppervlakte	393.714,94	370.569,17	309.936,57	346.809,59	455.103,49	476.198,22	442.415,98	441.712,66	462.504,17

De kaarten tonen de verdeling van het bos in Vlaanderen over de verschillende ESD-factoren naargelang het beoordelingskader (figuren 22, 24, 26, 27, 29, 31, 33, 35 en 37 in bijlage 4). Op de kaarten zien we dezelfde patronen als deze besproken bij de beoordelingskaders voor bebossing onder punt 5.5.1.

In de eerste acht beoordelingskaders zit het ca. 90% van de bossen onder slechts twee ESD-factoren: twee en drie. De conclusie uit 5.5.1 dat de ESD-kaders voor weinig differentiatie zorgen, geldt ook hier. In het 'gemengde kader' is er iets meer spreiding; 99% van de bossen komen er gespreid over drie ESD-factoren voor (twee, drie en vier).

De gemiddelde ESD-factoren over de (eerste) acht beoordelingskaders heen variëren tussen 1.88 en 2.89. De verhouding tussen deze twee waarden bedraagt 1.54. Onderling zijn er ook hier relatief grote verschillen tussen de kaders. Voor de twaalf ontbossingen wordt deze variatie over de negen beoordelingskaders en verhouding tussen de uitersten weergegeven in tabel 7 en verder besproken onder 5.5.2.2. De gemiddelde ESD-factor voor alle bossen bij toepassing van dit 'gemengde beoordelingskader' bedraagt 2.81, hetgeen iets hoger uitvalt dan de gemiddelde ESD-factor in het eerste beoordelingskader waarbij enkel de zeven ESD-kaarten in rekening worden gebracht.

In het beoordelingskader drie waar de ESD 'productie van energiegewassen' een hoger gewicht heeft, hebben de bossen in Vlaanderen de laagste score in vergelijking met de andere beoordelingskaders. Van de zeven in beschouwing genomen ESD's, lijkt dit dus de ESD te zijn die het minst geleverd wordt door de bossen in Vlaanderen. Dit laag getal is te wijten aan de lage score die de bossen in Vlaanderen krijgen voor wat betreft de actuele levering van de ESD 'productie van energiegewassen'. De aannames en werkwijze voor de opmaak van de kaart van het actueel aanbod van energie uit houtige

stromen (Van Kerkvoorde & Van Reeth, 2014) dienen daarbij in acht genomen te worden. Doordat aangenomen werd dat er weinig hout uit bossen benut wordt voor energieproductiedoelinden⁴¹ (terwijl het potentieel hoger ligt) en doordat dit heel laag scoort in vergelijking met bv. de energie uit korte-omloophout, scoren de bossen relatief gezien heel laag voor deze ESD.

De hoogste ESD-score voor de bossen zien we in het tweede beoordelingskader waar meer gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico'. Terwijl we voorheen gezien hebben dat slechts een beperkte oppervlakte van Vlaanderen van belang is voor deze ESD, kunnen we uit deze cijfers afleiden dat een belangrijk deel van de bossen in Vlaanderen op erosiegevoelige gronden gelegen zijn.

In (kruis)tabel 6 wordt de vergelijking gemaakt tussen de types bos (volgens de indeling van de boscompensatiefactor) en de corresponderende ESD-factoren volgens de negen verschillende beoordelingskaders. Dit doen we om na te gaan of de verschillende types bos zich reflecteren in verschillende ESD-factoren. Of anders gezegd: leiden de ESD-factoren tot een geheel nieuw kader of blijft de indeling die van toepassing is via de boscompensatiefactor aanwezig in de ESD-factoren. Per bostype en per beoordelingskader wordt in die tabel genoteerd hoeveel procent van het bos in Vlaanderen sorteert bij de zes ESD-factoren. De totalen (in percentage van de totale oppervlakte bos in Vlaanderen) per ESD-factor worden ook genoteerd voor ieder beoordelingskader. Dit laatste kan ook gebruikt worden om de beoordelingskaders onderling te vergelijken.

De cijfers uit tabel 6 worden nog in strookdiagrammen geplaatst die de proportionele verdeling van de ESD-factoren per bostype weergeven (figuur 20, bijlage 3). Twee beoordelingskaders (drie en zes) differentiëren niet volgens het bostype. In de andere kaders is er een lichte tot (iets) duidelijke(re) link met het bostype.

In beoordelingskader twee scoren de niet-inheemse naald- en loofbossen en de habitatbossen het hoogst. De overige loofbossen scoren het laagst. De twee eerstgenoemde types bos lijken dus in hoge mate de ESD 'houtproductie' te leveren. De niet-inheemse naald- en loofbossen bestaan vaak uit productieve soorten die (vaak) op de voor deze soorten geschikte gronden geplant werden. En ook de habitatbossen lijken dus in bijna even hoge mate 'houtproductie' te leveren. Dit kan zijn omdat veel van de habitatbossen op de gronden voorkomen die de meeste houtproductie opleveren, zoals bv. de vochtig tot natte zware kleibodems. Op dit type bodem kan tot bijna drie keer meer houtaanwas optreden dan op zeer natte zandige en venige bodems (Vandekerckhove *et al.*, 2014). Een tweede reden kan zijn dat in de bossen die gekarteerd zijn als habitat er nog veel productieve soorten staan die zorgen voor hogere houtaanwas dan bv. andere inheemse loofbossen met geen of minder productieve boomsoorten.

Beoordelingskader drie, waar de ESD 'productie van energiegewassen' een hoger gewicht krijgt, levert daarentegen weinig differentiatie op volgens bostype. De gemiddelde ESD-factor is hier voor alle bossen zeer laag. Als input voor deze ESD diende de kaart van het actueel aanbod van deze dienst. Aangezien de bossen in Vlaanderen weinig bijdragen aan een van de verschillende productstromen voor energieopwekking (Van Kerkvoorde & Van Reeth, 2014) verkrijgen we een uniforme lage score voor alle bossen en wordt de differentiatie die we wel nog zien bij de ESD 'houtproductie' (waarbij het potentieel aanbod op dezelfde basiskaarten gebaseerd is) en dus bij beoordelingskader twee, bij kader drie niet meer zichtbaar.

De samenhang tussen bostype en ESD-factor is laag in het vierde beoordelingskader. In dit kader heeft de ESD 'regulatie globaal klimaat' een hoger gewicht gekregen. Als basis hiervoor dienen de kaarten van de ondergrondse en de bovengrondse koolstofopslag. Enkel die laatste houdt rekening met het bostype. In dit kader hebben de habitatbossen de hoogste waarde en de gemengde bossen de laagste waarde.

Bij beoordelingskader vijf waar de ESD 'waterproductie' een hoger gewicht krijgt, is er eveneens een licht verband tussen ESD-factor en bostype. Volgens de basiskaarten zouden de gemengde en loofbossen een hogere score halen dan de naaldbossen. Doordat de niet-inheemse naald- en loofbossen op de boskaart (figuur 1) worden gebundeld, heeft deze groep in dit kader nu een intermediaire score net als de gemengde bossen.

⁴¹ Hierbij dient opgemerkt dat brandhout voor privaat gebruik in NARA-T 2014 onder de ESD 'houtproductie' werd geplaatst (Van Kerkvoorde & Van Reeth, 2014; Vandekerckhove *et al.*, 2014).

In het beoordelingskader zes is er zo goed als geen differentiatie volgens bostype. Dit is ook logisch aangezien de basiskaarten voor de dienst 'regulatie van erosierisico' werken met een gemiddelde waarde voor alle bostypes.

Tabel 6: Kruistabel met aandeel (%) van de totale oppervlakte bos in Vlaanderen verdeeld over de ESD-factoren uit de beoordelingskaders en de types bos (ingedeeld voor de categorieën van de boscompensatiefactor) die er op van toepassing is.

Beoordelingskader ↓	Bostype (boscompensatiefactor die daarop van toepassing is) → ESD-factor ↓	Niet-inheems loof- en naaldbos (1)	Gemengd bos (1,5)	Inheems loofbos (geen habitatbos) (2)	Habitatbos (3)	Totaal per ESD-factor
1 (gelijke gewicht aan de ESD's)	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	0,81	0,05	0,36	0,82	2,04
	2	29,67	3,98	8,12	14,93	56,70
	3	15,00	3,00	7,52	15,68	41,21
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 (hoger gewicht aan de ESD 'houtproductie')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	3,71	0,51	1,52	2,71	8,45
	2	24,10	4,63	11,56	18,03	58,31
	3	17,47	1,88	2,92	10,52	32,79
	4	0,21	0,01	0,00	0,17	0,39
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 (hoger gewicht aan de ESD 'productie van energiegewassen')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	5,65	0,65	1,93	3,48	11,71
	2	39,83	6,37	14,07	27,95	88,22
	3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
	4	1,20	0,00	0,00	0,00	1,20
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie globaal klimaat')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	2,98	0,43	1,36	2,28	7,05
	2	36,57	5,88	12,08	20,63	75,17
	3	5,93	0,71	2,56	8,53	17,74
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5 (hoger gewicht aan de ESD 'waterproductie')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	0,33	0,01	0,16	0,37	0,86
	2	9,60	0,69	3,43	8,44	22,17
	3	35,34	6,26	12,37	22,55	76,52
	4	0,22	0,07	0,03	0,07	0,40
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van erosierisico')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	0,04	0,00	0,02	0,11	0,18
	2	6,02	0,73	1,99	3,40	12,13
	3	39,26	6,26	13,70	26,61	85,83
	4	0,16	0,04	0,29	1,32	1,80
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 (hoger gewicht aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	0,25	0,04	0,13	0,53	0,95
	2	16,55	1,94	4,34	8,25	31,08
	3	28,56	5,01	11,14	21,44	66,15
	4	0,13	0,04	0,39	1,22	1,78
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 (hoger gewicht aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit')	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	3,25	0,45	1,40	2,48	7,59
	2	12,95	0,30	0,72	4,21	18,18
	3	28,92	6,10	13,45	23,98	72,46
	4	0,35	0,18	0,42	0,77	1,72
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9 (gemengd : bostype en ESD's)	Geen data	0,01	0,00	0,00	0,04	0,05
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
	2	45,39	2,45	0,36	0,00	48,20
	3	0,00	4,57	15,64	2,05	22,27
	4	0,00	0,00	0,00	29,39	29,39
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal per bostype		45,49	7,03	16,00	31,47	100

Beoordelingskader zeven resulteert in een globaal lagere score voor de niet-inheemse loof- en naaldbossen. In dit kader waar de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten' primeert, is de basiskaart (bevolkingsdichtheden) niet gecorreleerd met de bostypes. Dit zou betekenen dat er meer niet-inheemse naald- en loofbossen voorkomen in dunner bevolkte gebieden, dan alle andere bostypes.

In beoordelingskader acht scoren de niet-inheemse naald- en loofbossen het laagst, gevolgd door de habitatbossen. De gemengde bossen scoren er het hoogst. In dit kader krijgt de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit' een hoger gewicht. Volgens de methodiek bij de ruwheidskaart die hier als input voor deze ESD heeft gediend, staan de gemengde bossen in voor de hoogste levering van deze ESD en de hoogproductieve en kunstmatige aanplantingen voor de laagste levering. Wellicht staan er in habitatbossen vrij veel hoogproductieve en kunstmatige aanplantingen waardoor deze bossen hier laag scoren.

In het beoordelingskader waar alle ESD's een gelijk gewicht gekregen hebben, hebben de habitatbossen de hoogste score, gevolgd door de overige loofbossen, en de niet-inheemse loof- en naaldbossen hebben de laagste score. Maar net zoals bij alle andere kaders dient opgemerkt dat de waarden van alle bossen in deze beoordelingskaders zeer dicht bij mekaar liggen omdat de kaders globaal gezien alle bossen weinig differentiëren.

Volgens het 'gemengde beoordelingskader' zou het grootste deel (ca. 93%) van de bossen die nu een boshabitat zijn volgens de Habitatrictlijn onder ESD-factor vier vallen. De grootste delen (resp. ca. 98% en 65%) van de overige inheemse loofbossen en de gemengde bossen worden volgens dit kader toegewezen aan ESD-factor drie. En het grootste aandeel (ca. 99%) van de niet inheemse loof- en naaldbossen hoort toe aan ESD-factor twee. In dit beoordelingskader is er een duidelijk verband tussen het bostype en de ESD-factor. Als de boscompensatiefactor (die nu van toepassing is op een bos) hoog is, is de kans groot dat dit bos aan een hoge ESD-factor gekoppeld is volgens dit 'gemengde beoordelingskader'.

5.5.2.2 Toegepast op concrete ontbossingen

In onderstaande tabel worden de resultaten van de beoordelingskaders op de twaalf ontbossingen geplaatst naast de boscompensatiefactor die hierop toegepast werd. De absolute cijfers van de ESD-factoren mogen niet zomaar vergeleken worden met de boscompensatiefactor (zie hoger). De steekproefgrootte van twaalf is te beperkt om een verband tussen het bostype en de ESD-factor aan te tonen. De data voor al het bos in Vlaanderen laten dat wel toe (5.2.1). In die tabel wordt ook het bostype vermeld volgens de boskaart (figuur 1).

Van een groot deel van deze te ontbossen oppervlakte kan het precieze bostype niet afgeleid worden uit die boskaart (aangeduid als 0 = bostype niet bepaald in onderstaande tabel). Dit kan te wijten zijn aan het feit dat een deel van het bos in Vlaanderen niet aan een welbepaald bostype kan toegewezen worden (zie 5.4.1) zoals de bossen die aangeduid staan als 'hoog groen' op de landgebruikskaart en waar de andere kaarten geen uitspraak doen over het bostype. Dit kan ook te wijten zijn aan de resolutie van de boskaart (100 m²) waarbij de rasters van deze kaart niet precies of correct samenvallen met de daadwerkelijk beboste oppervlakte. Verificatie op het terrein zou voor al die bossen nodig zijn. Van die twaalf bossen zijn er vier (5, 6, 9 en 10) waarvan het bostype wel grotendeels (onbekend bostype (0) ≤ 12%) uit de boskaart zou kunnen afgeleid worden. Voor die vier bossen bedraagt de boscompensatiefactor volgens de boskaart respectievelijk 1.51, 1.17, 1 en 1.27. De effectief toegekende boscompensatiefactor voor die vier bossen bedraagt respectievelijk 1, 1, 1.4 en 1.4. De verschillen tussen deze twee cijfers variëren tussen 0,13 en 0,41. Hoewel deze verschillen eerder gering zijn, stellen we vast dat in geen enkel van deze gevallen, de getallen van de boskaart overeenstemmen met de toegewezen boscompensatiefactor. Hier kunnen verschillende redenen voor zijn. Ten eerste kunnen de specifieke ontbossingen niet (allemaal) precies gelokaliseerd worden op basis van de verstreckte gegevens uit de databank. Daarnaast is het ook mogelijk dat de gegevens waarop de kaart in figuur 1 gebaseerd is, op een andere datum verzameld zijn dan het ogenblik waarop de ontbossing aangevraagd werd. Hierdoor kan het zijn dat er zich in een aantal gevallen een ander bostype ontwikkeld heeft. De boskaart heeft een resolutie van 100 m². Deze rasterkaart is op diens beurt een vertaling van polygonenkaart, wat niet betekent dat de individuele rasters in hun totaliteit toebehoren aan een bepaalde categorie (geen bos of een bepaald bostype). Anderzijds is het ook zo dat de ontboste delen wellicht nooit precies samenvallen met deze rastervlakken. Hoe kleiner de te ontbossen oppervlakte, hoe groter deze foutenmarge kan zijn. In deze oefening zijn enkel ontbossingen groter dan 1.000 m² meegenomen, dit is minstens tien keer de resolutie van de boskaart (en de ESD-kaarten).

Conclusie is dat voor elk van deze twaalf bossen (dus een zeer beperkte steekproef), of het precieze bostype niet kon bepaald worden volgens de boskaart, of dat een bostype volgens de boskaart niet overeenstemt met het aan die bossen toegewezen bostype. Verificatie van het bostype op het terrein blijft dus aangewezen.

In de tabel wordt ook de gemiddelde ESD-factor over alle kaders van ieder bos vermeld, alsook de variatie tussen de ESD-factoren over alle kaders heen per bos. Ook de verhouding tussen de uitersten van die variatie wordt getoond om een eerste beeld te hebben van hoe sterk of zwak de verschillen zijn tussen de kaders. Uiterst rechts in de tabel wordt de ESD-factor volgens het 'gemengde beoordelingskader' geplaatst.

Tabel 7 : ESD-factoren met één decimaal volgens de acht beoordelingskaders voor de twaalf ontbossingen.

			ESD-factor volgens beoordelingskader ↓											
			1	2	3	4	5	6	7	8				
Nr. ontbossings-project en naam van fysische eenheid waar het gelegen is	Toegepaste boscompensatiefactor	Nummer beoordelingskader→									Gemiddelde ESD-factor per bos	Variatie per bos	Verhouding tussen de uitersten van de variatie	Factor volgens 'gemengde ESD-bostypekader'
		Bostype (naar figuur 1; 3=habitatbos, 2=overig inheems loofbos, 1,5=gemengd bos, 1= niet inheems loof- en/of naaldbos; 0=bostype niet bepaald) en oppervlakte aandeel tussen haakjes↓												
1 – Kustvlakte	1,5	0 (77%) – 2 (23%)	1,7	1,5	1,3	1,4	1,8	2,3	2,1	1,8	1,8	1,3 tot 2,3	1,8	1,3
2 – Oostelijke Vlaamse Laagvlakte	2	0 (100%)	2,4	1,9	1,8	2,2	2,9	2,7	2,8	2,9	2,5	1,8 tot 2,9	1,6	1,2
3 – Centrale Vlaamse Laagvlakte	2	0 (100%)	1,9	1,5	1,4	1,6	2,7	2,4	2,1	1,9	1,9	1,4 tot 2,7	1,9	0,9
4 – Dender-Zenne Interfluvium	2	0 (81%) – 2 (19%)	2,5	2,1	1,9	2,3	2,6	3,0	3,0	3,3	2,6	1,9 tot 3,3	1,7	1,6
5 – Depressie van de Netes	1	0 (12%) – 1,5 (87%) – 2 (2%)	1,6	1,2	1,2	1,2	2,5	2,1	2,0	1,2	1,6	1,2 tot 2,5	2,1	2,0
6 – Kempische Cuesta	1	0 (7%) – 1 (75%) – 2 (17%)	1,8	1,8	1,4	1,8	2,3	2,4	2,0	1,7	1,9	1,4 tot 2,4	1,7	1,9
7 – Brabants Plateau	1	0 (36%) – 1 (64%)	2,1	2,1	1,6	2,0	2,1	2,5	2,6	2,1	2,1	1,6 tot 2,6	1,6	1,6
8 – Schelde-Dender Interfluvium	2	0 (26%) – 2 (74%)	2,5	2,4	1,9	2,4	2,7	3,1	2,7	2,9	2,6	1,9 tot 3,1	1,6	2,5
9 – Hagelands Heuvelland	1,4	0 (11%) – 1 (89%)	2,4	2,9	1,9	2,3	2,6	2,9	2,3	2,3	2,4	1,9 tot 2,9	1,5	2,0
10 – Heuvelland van Lummen	1,4	0 (12%) – 1 (41%) – 1,5 (46%) – 2 (1%)	2,4	2,3	1,8	2,0	2,9	2,8	2,6	2,9	2,4	1,8 tot 2,9	1,6	2,2
11 – Maasterrassen	1	0 (35%) – 1 (64%)	1,7	1,4	1,3	1,4	2,3	2,3	2,0	1,7	1,8	1,3 tot 2,3	1,8	1,4
12 – Plateau van Haspengouw	1,9	0 (88%) – 2 (12%)	1,7	1,3	1,2	1,4	2,2	2,2	1,9	1,6	1,7	1,2 tot 2,2	1,8	1,0
Variatie tussen alle bossen	1 tot 2		1,6 tot 2,5	1,2 tot 2,9	1,2 tot 1,9	1,2 tot 2,4	1,8 tot 2,9	2,2 tot 3,1	1,9 tot 3,0	1,2 tot 3,3	1,6 tot 2,6	1,2 tot 3,3		0,9 tot 2,5
Verhouding tussen de uitersten van de variatie	2		1,6	2,4	1,6	2,0	1,6	1,4	1,6	2,8	1,6	2,8		2,8

De berekende ESD-factoren volgens de eerste acht kaders tezamen variëren tussen 1.2 en 3.3. Bij de toepassing van de boscompensatiefactor zijn de verschillen tussen de hoogste en laagste toegepaste factor tot twee keer zo groot (boscompensatiefactor één versus boscompensatiefactor twee). Bij toepassing van de ESD-factoren is het verschil tussen de grootste en laagste waarde maximaal 2.75 keer groter (ESD-factor 1.2 versus 3.3 in kader 8). In het negende ‘gemengde kader’ is dat verschil nog groter maar hier zijn sommige lage waarde te wijten aan het ontbreken van gegevens over het bostype dat er voorkomt volgens de boskaart.

Een van de vragen is of enkele regionale verschillen tot uiting komen in de ESD-factoren. Vooreerst dient opgemerkt dat er binnen iedere fysische eenheid grote verschillen kunnen zijn in bodemeigenschappen, reliëf en bevolkingsdichtheid. Een veralgemening van ieder van de twaalf ontbossingen voor de gehele fysische eenheid kan niet gemaakt worden. De hoogst geclassificeerde bossen zijn deze in het Schelde-Dender interfluvium (met een ESD-rang van 11.00, zie bijlage 3) en het Dender-Zenne interfluvium (met een ranking van 10.50). De laagst geclassificeerde bossen zijn deze in de depressies van de Netes (met een ranking van 1.88) en het bos in het plateau van Haspengouw (ranking: 2.12). De bossen met een hoge (of lage) gemiddelde score, hebben over het algemeen een hoge (of lage) score over alle kaders heen.

Er kunnen vrij grote verschillen in ESD-factoren optreden voor eenzelfde bos naargelang het beoordelingskader dat er op toegepast wordt. De relatieve verschillen tussen de bossen komen in de meeste beoordelingskaders terug. Op de boxplots (figuur 19) zien we dat het ESD-kader vijf waar de ESD ‘waterproductie’ een hoger gewicht krijgt, sterk afwijkend scoort. Mogelijks is dit te wijten aan het feit dat de levering van deze ESD op de zandgronden veel hoger is en op de zwaardere gronden veel lager is in vergelijking met de meeste andere ESD’s. Uit de toepassing van de toets van Friedman blijkt daarentegen dat er weinig indicatie is dat er een verschil zou zijn tussen de beoordelingskaders. Het afwijkend patroon van het vijfde beoordelingskader wordt daarom als niet significant beschouwd. We merken wel op dat de steekproefgrootte van twaalf bossen heel beperkt is, waardoor het onderscheidend vermogen van deze statistische test laag is.

Uit de vergelijking van de cijfers van de effectief toegepaste boscompensatiefactor en de factor volgens het ‘gemengde beoordelingskader’ leiden we af dat er een grote verschillen zijn. In sommige bossen is de factor volgens het ‘gemengde kader’ ongeveer half zo groot als de effectief toegepaste boscompensatiefactor (nummers 3 en 12). In andere bossen is de factor daarentegen dubbel zo groot (bv. nummers 5 en 6). De bossen nummers 3 en 12 en sommige andere bossen scoren hier laag omdat het bostype niet kan afgeleid worden uit de boskaart.

5.6 Conclusies

ESD-kaarten kunnen aangewend worden voor de beoordeling van be- en ontbossingen. Van de zestien beschreven ESD’s (NARA-T 2014) zijn er dertien relevant voor het ecosysteem bos in geheel Vlaanderen. Voor de twee groepen van beoordelingskaders, voor ontbossingen en bebossingen, zijn er van zes dezelfde ESD’s kaarten beschikbaar. Het gaat om de ESD’s ‘waterproductie’, ‘regulatie van luchtkwaliteit’, ‘regulatie van erosierisico’, ‘houtproductie’, ‘productie van energiegewassen’ en ‘groene ruimte voor buitenactiviteiten’. Voor de toetsing van bebossingen kan daar bovenop gebruik gemaakt worden van een kaart van de ESD ‘behoud van de bodemvruchtbaarheid’. Voor de ontbossingen kan er bijkomend een kaart van de ESD ‘regulatie globaal klimaat’ ingezet worden. Zowel voor de beoordeling van ontbossingen als bebossingen kunnen er telkens zes ESD’s nog niet mee in rekening gebracht worden. De beoordelingskaders die hier gemaakt worden, leveren dus een onvolledig beeld op van de geleverde of te leveren ESD’s.

We concluderen bij de beoordelingskaders voor bebossingen, dat het differentiërend vermogen van de ESD-kaders heel beperkt is. De grootste oppervlakte van Vlaanderen valt voor meer dan de helft onder één of twee van de zes ESD-factoren. De differentiatie is iets groter in de meeste ESD-kaders waar de specifieke ESD’s een hoger gewicht krijgen. Terwijl de afzonderlijke ESD-kaarten duidelijk differentiëren, zien we dat bij het combineren van de zeven ESD-kaarten de verschillen vervagen en we krijgen vrij gelijke waarden (de ESD-factor/score) over geheel Vlaanderen.

Uit de ‘specifieke ESD-kaders’ voor bebossingen zien we dat een geringe oppervlakte in Vlaanderen belangrijk is voor de ESD ‘regulatie van erosierisico’, en dat de ESD ‘regulatie van luchtkwaliteit’, ‘houtproductie’ en ‘productie van energiegewassen’ over een grotere oppervlakte geleverd kan worden door bos.

Ook bij de ESD-beoordelingskaders voor ontbossingen valt op dat de ESD-kaders voor weinig differentiatie zorgen. De meeste bossen sorteren bij één of twee ESD-factoren. In het ‘gemengde kader’ is er iets meer differentiatie, de bossen zitten er gespreid over drie ESD-factoren. Op twee ESD-kaders na is er een lichte tot duidelijke samenhang tussen de ESD-

factor en het bostype. Dit komt omdat de levering van welbepaalde ESD's verband houdt met het bostype en/of de boomsoort. Die samenhang tussen ESD-factor en bostype is (uiteraard) het grootst in het 'gemengde kader' waar de boscompensatiefactor voor de helft mee in rekening is gebracht.

De toepassing van de ESD-beoordelingskaders op de twaalf recente ontbossingen leveren grote verschillen op tussen de verschillende kaders, alsook tussen die kaders en de boscompensatiefactor die effectief toegepast werd op die te ontbossen bossen. Het patroon tussen de beoordelingskaders is overwegend gelijkaardig: deze twaalf bossen hebben ofwel een hoge, ofwel een lage ofwel een gemiddelde score over bijna alle beoordelingskaders heen.

5.7 Bemerkingen en aanbevelingen

- 1) De opgestelde beoordelingskaders nemen slecht een deel van de ESD's die een bos kan leveren in rekening. Er zijn niet voor alle ESD's die voor het ecosysteem bos relevant zijn, (gedetailleerde) kaarten beschikbaar op schaal Vlaanderen (figuur 4). Van de ESD's 'regulatie van geluidsoverlast', 'regulatie van overstromingsrisico', 'wildbraadproductie', 'bestuiving', 'plaagbeheersing', 'behoud van de bodemvruchtbaarheid', 'regulatie globaal klimaat' en 'regulatie van waterkwaliteit' is geen of onvoldoende kaartmateriaal beschikbaar. Zowel voor de beoordelingskaders voor ontbossingen als voor bebossingen ontbreken telkens zeven ESD's. Zeven andere ESD's worden aangewend in de beoordelingskaders die hier gemaakt worden. Met andere woorden op dit ogenblik kan slechts de helft van de ESD's mee in rekening gebracht worden voor de opmaak van een beoordelingskader. Indien men het volledige scala aan ESD's voor een concrete be- of ontbossing in rekening wil brengen, vereist dit verder onderzoek op schaal Vlaanderen of naar de ESD's van iedere betrokken locatie.
- 2) Er zijn verschillende opties mogelijk om ESD's in rekening te brengen. Het resultaat van ieder ESD-beoordelingskader hangt af van de herclassificatie van de oorspronkelijke kaarten en van de rekenformule. Een andere verdeling van de oorspronkelijke ESD-waarden over de vijftien klassen of een ander aantal klassen kan tot een gewijzigd resultaat leiden. In de 'basisbeoordelingskaders' wordt in de rekenformule een gelijk gewicht gegeven aan alle ESD-factoren, en in de 'specifieke kaders' wordt telkens aan één van de ESD's een 4,3 maal hoger gewicht toegekend. Het is mogelijk om andere rekenformules te hanteren, waarbij mogelijks meer of minder differentiatie kan verkregen worden tussen kaders en/of tussen locaties. Men zou ook kunnen werken met een bredere range (bv. 1 – 10; 0,5 – 15; 0 – 20, enz.) om de verschillen tussen regio's en locaties met andere kenmerken in Vlaanderen beter te differentiëren. Maar men moet er wel rekening mee houden dat de kans laag geacht wordt dat een beoordelingskader met een (vier maal) hoger gewicht voor één bepaalde ESD, geprefereerd wordt door beleidsmakers en/of belanghebbenden.
- 3) De berekende waarden zijn relatieve waarden gebaseerd op het huidige aanbod aan ESD's dat geleverd wordt door een bos of de fysische geschiktheid van een terrein om ESD's te leveren bij bebossing. Door landgebruiksverandering in de omgeving van een terrein/bos kan deze relatieve waarde van deze te leveren/geleverde ESD's echter wijzigen. Bijvoorbeeld, indien de bebossing in een omgeving toeneemt of afneemt, kunnen de bestaande of de overgebleven bossen in de omgeving minder of meer ESD's leveren. Bvb. hoe meer bos er in een omgeving blijkt, hoe minder belangrijk een bestaand bos wordt voor de levering van de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'.
- 4) Het is belangrijk te weten "op basis van welke data en welke assumpties de ecosysteemdienst werd gekwantificeerd en gekarteerd" (Van Reeth *et al.*, 2014) om de resultaten van deze oefeningen goed te interpreteren. Zeker om hierop verder te bouwen in afgeleide oefeningen of om de methode in de toekomst te herhalen of te verbeteren.
- 5) Bij gebruik van de kaarten uit dit rapport voor beleidsdoeleinden kan het nodig zijn de situatie op het terrein na te gaan. Het kan zijn dat de situatie op de betreffende locatie of het te ontbossen perceel anders is dan wat de kaarten aangeven. Het kan bijvoorbeeld zijn dat een te ontbossen stuk slechts gedeeltelijk behoort tot de categorie zoals aangegeven op de kaart (bv. een gemengd bos bestaat soms uit een groter en/of kleiner deel met loof- en/of naalddhout).
- 6) Bij toepassing van de kaarten uit dit rapport dient er rekening mee gehouden te worden dat de waarden tot op tien km van de grenzen van Nederland, Duitsland en Frankrijk mogelijks lager zijn door het ontbreken van bevolkingsgegevens in deze buurlanden op dezelfde gedetailleerde schaal als in België.

- 7) Nieuw aangeplant bos levert niet onmiddellijke dezelfde (hoeveelheid), of in dezelfde mate, diensten als een 'oud bos'. Nieuw aangeplant bos kan vele jaren (soms zelfs eeuwen) nodig hebben om zelfde niveau van diensten te leveren als het verdwenen bos.

Lectoren

Jeroen Panis – ANB
Johan Peymen - INBO
Koenraad Van Meerbeek – KU Leuven
Wim Verheyden - INBO
Kris Verheyen - UGent
Lieve Vriens - INBO

Referenties

- Alonso I., Weston K., Gregg R. & Morecroft M. (2012). Carbon storage by habitat: Review of the evidence of the impacts of management decisions and condition of carbon stores and sources. Natural England, UK, Research Report NERR043.
- Aminal afdeling Bos & Groen (2001). Digitale versie van de Bosreferentietlaag van Vlaanderen. Ondersteunend Centrum GIS Vlaanderen. CD-ROM.
- Augusto L., Ranger J., Binkley D. & Rothe A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59, 233-253.
- Beckett K.P., Freer-Smith P.H. & Taylor G. (2000). Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology* 6, 995-1003.
- Braekevelt A. & Schelfhout K. (2013). Inventaris biomassa 2011-2012. OVAM, 95 p.
- 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.
- Cools N. & Van Gossum P. (2014). Hoofdstuk 18 – Ecosysteemdienst behoud van de bodemvruchtbaarheid. (INBO.R.2014.1988205). 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.
- Cools N., Vesterdal L., De Vos B., Vanguelova E. & Hansen K. (2014). Tree species is the major factor explaining C:N ratios in European forest soils. *Forest Ecology and Management*, 311, 3-16.
- Costanza R., d'Arge R., de-Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neil R., Paruelo J., Raskin R., Sutton P. & van den Belt J. (1997). The value of the worlds ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 25 (1), 3–15.
- De Saeger S., Guelinckx R., Oosterlynck P., Erens R., Hennebel D., Jacobs I., Van Oost F., Van Dam G., Van Hove M., Wils C. & Paelinckx D. (red.) (2016). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2016. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016 (12049231). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Faber J.H., Jagers op Akkerhuis G.A.J.M., Bloem J., Lahr J., Diemont W.H. & Braat L.C. (2009). Ecosysteemdiensten en bodembeheer. Maatregelen ter verbetering van de biologische bodemkwaliteit. Alterra rapport 1813. Alterra, Wageningen, 150 p.
- Fageria N.K. (2012). Role of Soil Organic Matter in Maintaining Sustainability of Cropping Systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 43, 2063-2113.
- Fowler D., Cape J.N. & Unsworth M.H. (1989). Deposition of atmospheric pollutants on forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 324, 247-265.
- Fowler D., Cape J.N., Coyle M., Flechard C., Kuylensstierna J., Hicks K., Derwent D., Johnson C. & Stevenson D. (1999). The global exposure of forests to air pollutants. *Water, Air and Soil Pollution* 116 : 5 tot 32.
- Houghton R.A. (2003). Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology* 55(2):378-390.
- Jansen J.J., Sevenster J. & Faber P.J. (1996). Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. IBN rapport nr. 221, Hinkeloord reports nr. 17. ISSN 0928-6888.
- Janzen H.H. (2004). Carbon cycling in earth systems – a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104(3) : 399-417.
- La Scala Jr N., Lopes A., Spokas K., Bolonhezi D., Archer D.W. & Reicosky D.C. (2008). Short-term temporal changes of soil carbon losses after tillage described by a first-order decay model. *Soil and Tillage Research* 99, 108-118.

Lesschen J.P., Heesmans H., Mol-Dijkstra J., van Doorn A., Verkaik E., van den Wyngaert I. & Kuikman P. (2012). Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra, Wageningen, Nederland, Alterra-rapport 2396.

Letkens S., Demolder H. & Van Daele T. (2014). Hoofdstuk 24 – Ecosysteemdienst regulatie van het globaal klimaat. (INBO.R.2014.1993545). 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.

Letkens S., Van Orshoven J., Van Wesemael B., Muys B. & Perrin D. (2005). Soil organic carbon changes in landscape units of Belgium between 1960 and 2000 with reference to 1990. *Global Change Biology*, 11, 2128-2140.

Leyman A. & Vandekerckhove K. (2004). Beleidsondersteunend onderzoek rond 'zonevreemde' bossen, bosuitbreiding & A-locaties. Inventaris van potentieel ecologisch waardevolle bossen in Vlaanderen – een GIS-analyse. IBW Bb R 2004.013. In opdracht van AMINAL, afdeling Bos & Groen. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.

MA (2005). Chapter 1: MA Conceptual Framework. In: Millennium Ecosystem Assessment (editor). *Ecosystems and human well-being Volume 1: Current state and trends*. Washington D.C.: Island Press. P 25-36.

Michels H. & Stevens M. (2016). Hoofdstuk 3 - Het ecosysteemdienstenconcept als ondersteuning van bovenlokale visievorming. Gevalstudie - Regionaal Landschap Rivierenland. (INBO.R.2016. 12342876). In Van Gossum *et al.* (eds.) Natuurrapport – Samenwerken met landschappen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2016. 12342456, Brussel.

Neiryck J. & Stevens M. (2014). Hoofdstuk 19- Ecosysteemdienst regulatie van luchtkwaliteit. (INBO.R.2014.1986607). 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.

Peng Y.Y., Thomas S.C. & Tian D.L. (2008). Forest management and soil respiration: Implications for carbon sequestration. *Environmental Reviews* 16:93-111.

Poelmans L. & Van Daele T. (2014). Landgebruikskaart NARA-T 2014: Studie uitgevoerd in opdracht van: INBO (in het kader van de Referentietask Natuurrapportering Vlaanderen) – 2014/RMA/R/45. VITO: Mol. 57 p.

Prentice I.C., Farquhar G.D., Fasham M.J.R., Goulden M.L., Heimann M., Jaramillo V.J., Kheshgi H.S., Le Quéré C., Scholes R.J. & Wallace D.W.R. (2001). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., p 185-237.

Pronk A.A., Ogink N.W.M., Holterman H.J., Hofschreuder P. & Vermeij I. (2013). Effecten van groenelementen op de luchtkwaliteit : samenvattende rapportage en perspectieven toepassing groenelementen voor het verbeteren van de lokale luchtkwaliteit rondom stallen. Wageningen : Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde.

Reubens B., D'Haene K., D'Hose T. & Ruysschaert G. (2010a). Bodemkwaliteit en landbouw: een literatuurstudie. Activiteit 1 van het Interregproject Bodembreed. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke-Lemberge, 203 p.

Reubens B., D'Haene K., D'Hose T. & Ruysschaert G. (2010b). Bodemkwaliteit en landbouw: een maatregelenmatrix als gebruiksvriendelijke tool: Activiteit 1 van het Interregproject BodemBreed. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke-Lemberge,

Saebo A., Popek R., Nawrot B., Hanslin H.M., Gawronska H. & Gawronski S.W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of the Total Environment* 427:347-354.

Scheepers T. & Casaer J. (2014). Hoofdstuk 12 – Ecosysteemdienst wildbraadproductie. (INBO.R.2014.1988003). 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.

Simoens I., Thoonen M., Meiresonne L. & Van Daele T. (2014). Hoofdstuk 26 – Ecosysteemdienst groene ruimte voor buitenactiviteiten. (INBO.R.2014.1987887). 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.

Stevens M., Demolder H., Jacobs S., Michels H., Peymen J., Schneiders A., Simoens I., Spanhove T., Van Gossum P. & Van Reeth W. (2014a). Hoofdstuk 1 – Inleiding. (INBO.R.2014.5945128). 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.

Stevens M., Demolder H., Jacobs S., Michels H., Schneiders A., Simoens I., Spanhove T., Van Gossum P., Van Reeth W. & Peymen J. (red.) (2014b). Natuurrapport – Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Syntheserapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M. 2014.1988666, Brussel.

Vandekerckhove K., De Keersmaecker 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.

Van Der Biest K., Van Gossum P., Struyf E. & Van Daele T. (2014). Hoofdstuk 21 – Ecosysteemdienst regulatie van erosierisico (INBO.R.2014.2065899). 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.

Van Gossum P., Alaerts K., De Beck L., Demolder H., De Smet L., Michels H., Peymen, J., Schneiders A., Stevens M., Thoonen M., Van Reeth W. & Vught I. (2016). Hoofdstuk 1 – Inleiding. (INBO.R.2016. 12342758). In Van Gossum P. *et al.* (eds.), Natuurrapport – Samenwerken met landschappen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2016. 12342456, Brussel.

Van Herzele A. & Wiedemann T. (2003). Monitor voor bereikbaar en aantrekkelijk groen. De betekenis van de groene ruimte voor de kwaliteit van de leefomgeving hanteerbaar gemaakt voor discussie, afweging en besluitvorming. Ruimte en Planning, Jg. 23 nr. 2.

Van Kerckhoven S., Riksen M. & Cornelis W.M. (2009). Afbakening van gebieden gevoelig aan winderosie in Vlaanderen. Eindrapport, Universiteit Gent, Vakgroep Bodembeheer, 79p.

Van Kerckvoorde A. & Van Reeth W. (2014). Hoofdstuk 14 – Ecosysteemdienst productie van energiegewassen. (INBO.R.2014.1987641). 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.

Van Reeth W., Stevens M., Demolder H., Jacobs S., Peymen J., Schneiders A., Simoens I., Spanhove T. & Van Gossum P. (2014). Hoofdstuk 2 – Conceptueel Raamwerk. (INBO.R.2014.6000094). 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.

VMM (2013). Life+ ATMOSYS: NO₂-stedencampagne.

Vos P.E.J., Maiheu B., Vankerkom J. & Janssen S. (2013). Improving local air quality in cities: To tree or not to tree? Environmental Pollution 183:113-122.

Vrebos D., Staes J., Jacobs S. & Meire P. (2014a). Hoofdstuk 15 – Ecosysteemdienst waterproductie. (INBO.R.2014.1994463). 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.

Vrebos, D., Staes J., Jacobs S., Van Looy K. & Meire P. (2014b). Hoofdstuk 25 – Ecosysteemdienst regulatie van waterkwaliteit. (INBO.R. 2014.2001010). 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.

Wesseling J.P., Duyzer J., Tonneijck A.E.G. & Dijk C.J. (2004). Effecten van groenelementen op NO₂ en PM₁₀ concentraties in de buitenlucht. TNO-rapport R2004/383.

Bijlage 1 Wetgevend kader

1 Bepalingen uit het bosdecreet

Voor de definitie van begrip “bos” kan verwezen worden naar artikel 3 van Bosdecreet. Hierin staat:

“Artikel 3.

§ 1. Onder de voorschriften van dit decreet vallen: de bossen, zijnde grondoppervlakten waarvan de bomen en de houtachtige struikvegetaties het belangrijkste bestanddeel uitmaken, waartoe een eigen fauna en flora behoren en die één of meer functies vervullen.

§ 2. Onder de voorschriften van dit decreet vallen eveneens:

1. de kaalvlakten, voorheen met bos bezet, die tot het bos blijven behoren;
2. niet-beboste oppervlakten die nodig zijn voor het behoud van het bos, zoals de boswegen, de brandwegen, de aanpalende of binnen het bos gelegen stapelplaatsen, dienstterreinen en ambtswoningen;
3. bestendig bosvrije oppervlakten of stroken en recreatieve uitrustingen binnen het bos;
4. de aanplantingen die hoofdzakelijk bestemd zijn voor de houtvoortbrengst, onder meer die van populier en wilg, uitgezonderd de korte-omloop-houtteelt waarvan de aanplant plaatsgevonden heeft op gronden die op dat ogenblik gelegen zijn buiten de ruimtelijk kwetsbare gebieden zoals bepaald in artikel 1.1.2, 10°, van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening;
5. de grienden.

§ 3. Onder de voorschriften van dit decreet vallen niet:

1. de fruitboomgaarden en fruitaanplantingen;
2. de tuinen, plantsoenen en parken;
3. de lijnbeplantingen en houtkanten, onder meer langs wegen, rivieren en kanalen;
4. de boom- en sierstruikwekerijen en arboreta die buiten het bos zijn gelegen;
5. de sierbeplantingen;
6. de aanplantingen met naaldbomen die uitsluitend bestemd zijn voor de verkoop als kerstboom. Een aanplanting wordt geacht niet langer aan deze voorwaarde te voldoen wanneer de gemiddelde hoogte van het bestand 4 meter heeft bereikt;
7. alle tijdelijke aanplantingen met houtachtige gewassen in uitvoering van de verordeningen van de Europese Gemeenschap voor wat betreft het uit productie nemen van bouwland.
8. de wissenteeft waarvan de bovengrondse massa periodiek tot maximaal drie jaar na de aanplanting of na de vorige oogst, in zijn totaliteit wordt geoogst.
- 9° systemen voor grondgebruik waarbij de teelt van bomen wordt gecombineerd met landbouw op dezelfde grond, toegepast op een perceel landbouwgrond als vermeld in artikel 2, 12°, van het decreet van 22 december 2006 houdende inrichting van een gemeenschappelijke identificatie van landbouwer, exploitatie en landbouwgrond in het kader van het meststoffenbeleid en het landbouwbeleid en waarvan de aanmelding via de verzamelaanvraag en het aanplanten van de bomen gebeurde na het inwerking treden van het decreet van 20 april 2012 houdende diverse bepalingen inzake leefmilieu en natuur.”

Artikel 90bis van het Bosdecreet werd ingevoegd bij decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu (B.S. 10/01/1998). In de huidige versie, laatst gewijzigd bij decreet van 9 mei 2014 tot wijziging van de regelgeving inzake natuur en bos (B.S. 7/7/2014) luidt de tekst hiervan:

“Artikel 90bis § 1. Ontbossing is verboden tenzij mits het bekomen van een stedenbouwkundige vergunning in toepassing van de wetgeving op de ruimtelijke ordening. Een stedenbouwkundige vergunning voor ontbossing of een verkavelingsvergunning voor geheel of gedeeltelijk beboste terreinen kan niet worden verleend tenzij in de hierna vermelde gevallen :

- 1° ontbossing met het oog op handelingen van algemeen belang zoals bepaald in de artikelen 4.1.1, 5°, 4.4.7, § 2, en 4.7.1, § 2, van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening;
- 2° ontbossing of verkaveling in zones met de bestemmingen woongebied of industriegebied in de ruime zin;
- 3° ontbossing of verkaveling in zones die volgens de geldende plannen van aanleg of de ruimtelijke uitvoeringsplannen gelijk te stellen zijn met de bestemmingen woongebied of industriegebied in de ruime zin;
- 4° ontbossing van de uitvoerbare delen in een niet-vervallen vergunde verkaveling;
- 5° ontbossing in functie van vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen, opgemaakt voor speciale beschermingszones, op grond van artikel 36ter, § 1, van het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu of opgemaakt voor soorten, vermeld in bijlage II, III en IV van hetzelfde decreet, op voorwaarde dat die ontbossing opgenomen is in een beheerplan dat is goedgekeurd op grond van artikel 25, 43, § 1, 43, § 2, of 43, § 3, van dit decreet of van artikel 34, § 1, van het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk

milieu.

De stedenbouwkundige vergunning tot ontbossing of de verkavelingsvergunning voor geheel of gedeeltelijk beboste terreinen wordt verleend na voorafgaand advies van het Agentschap. Het advies wordt verleend op verzoek van de vergunningverlenende overheid. Als het advies niet wordt verleend binnen dertig dagen, wordt het geacht gunstig te zijn.

Voor andere ontbossingen of voor andere verkavelingen in geheel of gedeeltelijk beboste terreinen, dan deze genoemd in het eerste lid, kan de Vlaamse Regering, op individueel en op gemotiveerd verzoek van diegene die in aanmerking wenst te komen voor een vergunning tot ontbossen of een verkavelingsvergunning, de ontheffing toestaan van het verbod tot het verlenen van een stedenbouwkundige vergunning tot ontbossing of een verkavelingsvergunning voor geheel of gedeeltelijk beboste terreinen, met inachtneming van de wetgeving inzake de ruimtelijke ordening en na advies van het Agentschap. De Vlaamse Regering bepaalt nadere regelen inzake de ontheffing van dit verbod.

§ 2. Met het oog op het behoud van een gelijkwaardig bosareaal,
1° wordt door de houder van de stedenbouwkundige vergunning tot ontbossing compensatie gegeven voor de in § 1 eerste lid, 1° tot en met 4°, of het derde lid bedoelde ontbossing;
2° wordt door de houder van de verkavelingsvergunning compensatie gegeven voor de beboste delen van de verkaveling waarvoor de verkavelingsvergunning wordt aangevraagd na de inwerkingtreding van het decreet van 17 juli 2000 houdende wijziging van artikel 90bis van het Bosdecreet van 13 juni 1990.

§ 3. Voor de in § 2, 2°, bedoelde verkaveling wordt compensatie gegeven voor de gezamenlijke oppervlakte, voorzover die bebost is, van de kavels en van de in de aanvraag vermelde of als last aan de verkavelaar opgelegde werken, met uitzondering van de oppervlakte van de in de aanvraag vermelde of als last aan de verkavelaar opgelegde groene ruimten. Het behoud van deze als bos te behouden groene ruimten wordt door de vergunningverlenende instantie expliciet in de verkavelingsvoorschriften opgenomen. De aanvrager van de verkavelingsvergunning kan zowel openbare als niet-openbare beboste groene ruimten aanduiden.

De verkaveling wordt vergund na voorafgaand advies van het Agentschap, dat wordt verleend volgens de bepalingen van § 1, tweede lid.

De stedenbouwkundige vergunning tot ontbossing van een grond in een in § 2, 2°, bedoelde verkaveling is niet onderworpen aan het in § 1, tweede lid, bedoelde advies en aan de compensatie. Bijkomende ontbossing van de in het eerste lid bedoelde groene ruimten kan enkel vergund worden na aanpassing van de verkavelingsvoorschriften via een verkavelingswijziging en na compensatie door de aanvrager van de verkavelingswijziging.

§ 4. De compensatie wordt gegeven op één van de volgende wijzen:

- 1° in natura;
- 2° door storting van een bosbehoudsbijdrage;
- 3° door een combinatie van 1° en 2°.

Voor ontbossingen groter dan drie hectare is steeds een volledige compensatie in natura vereist.

De integrale compensatie in natura betreft ten minste een gelijke oppervlakte. Voor bossen die een bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen, als vermeld in artikel 2, punt 65°, van het decreet Natuurbehoud, bedraagt de compensatie een drievoud van de ontboste oppervlakte. De Vlaamse Regering bepaalt de nadere regels inzake de wijze en de omvang van de compensatie waarbij differentiatie mogelijk is, bepaalt de gebieden die in aanmerking komen voor compensatie in natura en stelt een lijst vast van bostypes die een bijdrage leveren aan de realisatie van de vermelde instandhoudingsdoelstellingen.

§ 5. De aanvrager van de stedenbouwkundige vergunning tot ontbossen of van de in § 2, 2°, bedoelde verkavelingsvergunning stelt de compensatie voor overeenkomstig de eisen van het in § 4, tweede lid, bedoelde besluit en dient het voorstel in bij de vergunningverlenende overheid, die het ter goedkeuring voorlegt aan het Agentschap.

Indien het voorstel niet voldoet aan de eisen van het in § 4, tweede lid, bedoelde besluit of wanneer het voorstel om bosbouwkundige redenen niet aanvaardbaar is, past het Agentschap het voorstel aan aan de eisen van dat besluit of, wanneer het een compensatie in natura betreft, aan de eisen van wat bosbouwkundig aanvaardbaar is.

Het Agentschap stelt de aanvrager schriftelijk in kennis van de aanpassing, met vermelding van de redenen. Een kopie

van deze kennisgeving wordt aan de vergunningverlenende overheid bezorgd. De aanvrager kan binnen de 14 dagen na ontvangst bezwaren tegen deze aanpassing of een alternatief compensatievoorstel aan het Agentschap overmaken. De adviestermijn, zoals bepaald in artikelen 4.7.16 en 4.7.26, § 4, 2°, van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening, wordt gedurende de periode vanaf de kennisgeving van de aanpassing voor maximaal 14 dagen opgeschort. Na ontvangst van de bezwaren of het alternatief compensatievoorstel of, indien de aanvrager niet reageert op de kennisgeving van de aanpassing, na 14 dagen vanaf deze kennisgeving, neemt het Agentschap een definitieve beslissing met betrekking tot het compensatievoorstel.

Het goedgekeurde of aangepaste voorstel geldt als voorwaarde bij de in § 2, 1° of 2°, bedoelde vergunning.

De in § 2, 2°, bedoelde verkavelingsvergunning laat slechts vervreemding van een kavel toe nadat volledige compensatie werd gegeven.

§ 6. De vergunningverlenende overheid bezorgt een afschrift van haar beslissing inzake de aanvraag tot de in § 2, 1° en 2°, bedoelde vergunning aan het Agentschap.

§ 7. De in § 2 bedoelde compensatieplicht geldt niet voor gronden die spontaan bebost zijn na het in werking treden van dit decreet, voorzover deze spontane bebossing de leeftijd van tweeëntwintig jaar niet heeft bereikt.

Om sociale redenen worden uitzonderingen op de in § 2 bedoelde compensatieplicht toegestaan in functie van de woningbouw in zones met de bestemming woongebied in de ruime zin of in zones die volgens de geldende plannen van aanleg of ruimtelijke uitvoeringsplannen gelijk te stellen zijn met de bestemming woongebied. De Vlaamse regering bepaalt de voorwaarden waaronder deze uitzonderingen wordt verleend.”

Via artikel 14 van het decreet van 18 december 2015 houdende diverse bepalingen inzake omgeving, natuur en landbouw en energie (B.S. 29/12/2015) werd een artikel 90ter toegevoegd aan het Bosdecreet. De tekst van dit artikel is :

“Art. 90ter. § 1. De Vlaamse Regering is belast met het opmaken van een kaart op perceelsniveau van de meest kwetsbare waardevolle bossen, niet gelegen in een zone sorterend binnen de categorie van gebiedsaanduiding “bos”, “parkgebied” of “reservaat en natuur”, zoals aangewezen op de plannen van aanleg of ruimtelijke uitvoeringsplannen.

De meest kwetsbare waardevolle bossen worden geïdentificeerd aan de hand van een multicriteria-analyse op basis van de volgende criteria:

- 1° oppervlakte;
- 2° biologische waarde;
- 3° historiek van het bos;
- 4° ligging ten opzichte van ruimtelijke structuren inzake bos en natuur;
- 5° weging ten opzichte van de basiskaart van de inventaris van potentieel waardevolle bossen in Vlaanderen, uitgevoerd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek⁴².

Bossen waarvoor de gehele of gedeeltelijke ontbossing reeds beleidsmatig werd beslist door middel van definitief van kracht zijnde en niet vervallen beslissingen, genomen voor 18 december 2015, worden niet opgenomen op de kaart van de meest kwetsbare waardevolle bossen.”

2 Bepalingen uit het boscompensatiebesluit

Oorspronkelijk gold het inmiddels opgeheven besluit van 26 november 1999 de Vlaamse Regering tot vaststelling van nadere regels inzake compensatie van ontbossing en ontheffing van het verbod op ontbossing (B.S. 11/12/1999).

Heden geldt het besluit van 16 februari 2001 van de Vlaamse Regering tot vaststelling van nadere regels inzake compensatie van ontbossing en ontheffing van het verbod op ontbossing (B.S. 23/3/2001).

Onder de eerste afdeling (getiteld “wijze van compensatie) van het tweede hoofdstuk (met als titel “Compensatie voor ontbossing en voor verkaveling van beboste grond”) van dit besluit staat er:

⁴² Dit vijfde criterium verwijst naar de resultaten van Leyman & Vandekerckhove (2004).

“(…) Artikel 4. De oppervlakte van de compenserende bebossing moet overeenkomstig artikel 90bis, § 4, tweede lid, van het bosdecreet minstens gelijk zijn aan de te ontbossen oppervlakte.

De aan de ontbossing gelijkwaardige compenserende bebossing wordt bepaald overeenkomstig bijlage I, gevoegd bij dit besluit, aan de hand van de oppervlakte van het bos en de boomsoortensamenstelling of in voorkomend geval de aanwezigheid van een Europees te beschermen boshabitat. (…)

In die bijlage I bij dit uitvoeringsbesluit staat het volgende:

“De grootte van een gelijkwaardige bebossing is gelijk aan de oppervlakte van de ontboste oppervlakte, vermenigvuldigd met de compensatiefactor.

Deze compensatiefactor is afhankelijk van de boomsoortensamenstelling en in voorkomend geval de aanwezigheid van één of meerdere Europees te beschermen boshabitats en wordt bepaald aan de hand van de onderstaande tabel.

Compensatiefactor

Type bos	Compensatiefactor
Bos dat beantwoordt aan een of meerdere van de volgende habitat-codes: 2160: Duinen met <i>Hyppophae rhamnoides</i> 2170: Duinen met <i>Salix repens</i> ssp. <i>Argentea</i> (<i>Salicion arenariae</i>) 2180: Beboste duinen van het Atlantische, Continentale and Boreale kustgebied 9110: Beukenbossen van het type <i>Luzulo-Fagetum</i> 9120: Zuurminnende Atlantische beukenbossen met ondergroei van <i>Ilex</i> of soms <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> if <i>Ilici-Fagion</i>) 9130: Beukenbossen van het type <i>Asperulo-Fagetum</i> 9150: Midden-Europese kalkminnende beukenbossen behorend tot het <i>Cephalanthero-Fagetum</i> 9160: Sub-Atlantische en midden-Europese wintereikenbossen of eikenhaagbeukbossen behorend tot het <i>Carpinion-betuli</i> : 9190: Oude zuurminnende eikenbossen met <i>Quercus robur</i> op zandvlakten 91D0: Veenbossen 91 E0: Alluviale bossen met <i>Alnion glutinosa</i> en <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) 91 F0: Gemengde eiken-iepen-essenbossen langs de oevers van grote rivieren met <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> of <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmion minoris</i>)	3
Ander inheems loofbos: grondvlak bestaat uit minstens 80 % inheems loofhout	2
Gemengd bos: grondvlak inheems loofhout ligt tussen 20 en 80 %	1,5
Niet-inheems loofbos en/of naaldbos: grondvlak bestaat uit minstens 80 % niet-inheems loofhout, naaldbos of een menging hiervan	1

Met de habitatcode wordt bedoeld een code die overeenstemt met een van de Europees te beschermen boshabitats vermeld in de bijlage 1, gevoegd bij het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu. Een informatieve boshabitatkaart met aanduiding van de in de tabel genoemde habitat-codes wordt opgesteld door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het grondvlak wordt gedefinieerd als de som van de gezamenlijke oppervlakte van de stamdoorsneden van de bomen, aanwezig op een perceel, gemeten op 1.5 m hoogte en uitgedrukt in m² per ha.

Bestanden waarvan de opperetage uit minstens 75 % cultuurpopulier bestaat, vallen in de klasse niet-inheems loofbos.

De loofboomsoorten zoals vermeld in onderstaande tabel worden beschouwd als inheemse loofboomsoorten.

Zomereik (<i>Quercus robur</i>)	Zwarte els (<i>Alnus glutinosa</i>)
Wintereik (<i>Quercus petraea</i>)	Gewone esdoorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
Es (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Tamme kastanje (<i>Castanea sativa</i>)
Beuk (<i>Fagus sylvatica</i>)	Wilg (<i>Salix alba</i> , <i>S. fragilis</i> en <i>S. x rubens</i>)
Zoete kers (<i>Prunus avium</i>)	Ratelpopulier (<i>Populus tremula</i>)
Haagbeuk (<i>Carpinus betulus</i>)	Grauwe abeel (<i>Populus canescens</i>)
Linde (<i>Tilia cordata</i> , <i>T. platyphyllos</i> en <i>T. x vulgaris</i>)	Berk (<i>Betula pendula</i> en <i>Betula pubescens</i>)
Olm (<i>Ulmus glabra</i> en <i>U. minor</i>)	

Op 23 februari 2017 treedt het besluit van 27 november 2015 van de Vlaamse Regering tot uitvoering van het decreet van 25 april 2014 betreffende de omgevingsvergunning (B.S. 23/2/2016) in werking. Door dit besluit zal niet langer sprake zijn van een stedenbouwkundige vergunning voor ontbossing maar van een omgevingsvergunning tot ontbossen/ontbossing.

Bijlage 2 Opmaak van de boskaart

Er wordt een boskaart gemaakt die de verschillende (4) categorieën van de boscompensatiefactor bevat. Hiervoor kiezen we als basis de habitatkaart (De Saeger *et al.*, 2016), de landgebruikskaart van NARA-T 2014 (Poelmans & Van Daele, 2014) en de bosreferentielaa (Aminal afdeling Bos en Groen, 2001). Niveau 3⁴³ van de landgebruikskaart werd gebruikt. Uit deze drie kaarten hebben we enkel die lagen geselecteerd waaruit eenduidig⁴⁴ kan afgeleid worden of het aanwezige bos een loofbos⁴⁵, een gemengd bos⁴⁶, een niet-inheems loofbos en/of naaldbos⁴⁷, of een bos is dat valt onder een van de twaalf boshabitats van de Habitatrichtlijn.

De twaalf boshabitats van de Habitatrichtlijn die vermeld staan in het uitvoeringsbesluit⁴⁸ (bijlage 1), worden geselecteerd uit de habitatkaart. De totale oppervlakte van alle rastervlakken⁴⁹ waarin zich boshabitats bevinden bedraagt ca. 51.900 ha. De oppervlakte boshabitats binnen die rastervlakken⁵⁰ bedraagt bijna 41.550 ha.

Uit niveau 3 van de landgebruikskaart 2014 worden de boscategorieën die opgesomd staan in tabel 8 meegenomen.

Hoewel de landgebruikskaart de meest actuele gegevens bundelt, is daarop nog heel wat bos aangeduid in landgebruikscategorieën waaruit het type bos niet afgeleid kan worden. Om die reden worden de categorieën niet-inheems

⁴³ Poelmans & Van Daele (2014) schrijven over de drie niveaus van de landsgebruikskaart (pg.'s 5, 8, 14, 15 en 19):

“(.) HOOFDSTUK 1. SAMENSTELLING LEGENDE (.) De verschillende landgebruiken werden opgedeeld in 3 hiërarchische niveaus. Niveau 1 maakt een opdeling tussen verschillende grote landgebruiksgroepen: urbaan, landbouw, water en verschillende natuurtypes. In de niveaus 2 en 3 wordt dit onderscheid voor een aantal groepen verder uitgediept.

(.)

HOOFDSTUK 2. BRONBESTANDEN (.) De Biologische WaarderingsKaart versie 2.2 (.) BWK versie 2.2 bevat 667 verschillende karteringseenheden. Deze zijn door INBO gehergroepeerd tot een 25-tal gedetailleerde natuur en landbouw gerelateerde landgebruikscategorieën (op niveau 3 van de landgebruikskaart). (.) Bosreferentielaa 2001 of de Boskartering 2000 (.) De kaart onderscheidt onder andere boomsoorten, ontwikkelingsfasen, sluitingsgraad en bedrijfsvorm. De indeling van de boomsoorten uit de Bosreferentielaa werd door INBO overgenomen in de landgebruikskaart op niveau 3.

(.)

HOOFDSTUK 3. GIS PROCEDURE (.) De 667 karteringseenheden van de BWK werden op basis van EENH1 herleid naar 25 natuur gerelateerde bodembedekkings- of landgebruikscategorieën in niveau 2 of niveau 3 van de hiërarchische legende. (.) De opdeling van de bossen in loofbos, loofbos populier, naaldbos en naaldbos met grove den op niveau 2 van de landgebruikskaart wordt verder verfijnd op niveau 3 door middel van de Bosreferentielaa. Deze onderscheidt verschillende boomsoorten (.) Alle karteringseenheden uit BWK die overlap vertonen met deze Bosreferentielaa werden geherclassificeerd naar de overeenkomstige boomsoort op niveau 3 van de legende. De Bosreferentielaa kreeg dus steeds voorrang op de classificatie volgens BWK.

(.)

HOOFDSTUK 4. COMBINATIE VAN DE VERSCHILLENDE KAARTLAGEN (.) De volgorde waarin de verschillende kaartlagen over elkaar gelegd worden (.) De belangrijkste principes zijn: • Recentere, consistentere en meer gedetailleerde datalagen krijgen in principe voorrang op oudere datalagen waarvan de kartering meerdere jaren overspant. Zo krijgen de landbouwpercelen uit de EPR (brondata: 2011) voorrang op de natuurgebieden uit BWK (brondata: 1997-2013) indien deze overlappen. (.) De volgorde van de verschillende landgebruiken, uit de verschillende kaartbronnen is (.) de volgende: (.) (7) Boscategorieën (uit Bosreferentielaa) (8) Landbouw en natuurgebieden (uit BWK) (.) ”

⁴⁴ De verschillende categorieën ‘hoog groen’ werden niet meegenomen omdat hieruit niet eenduidig kan afgeleid worden of dit loofbos, naaldbos, een gemengd of niet-inheems bos betreft, tenzij de andere kaarten wel informatie geven over het bostype dat daar aanwezig is.

⁴⁵ Dit betekent niet dat dit valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak bestaat uit minstens 80 % inheems loofhout), maar benadert dit het best.

⁴⁶ Dit betekent niet dat dit valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak inheems loofhout ligt tussen 20 en 80 %), maar benadert dit het best.

⁴⁷ Dit betekent niet dat dit (zeker/volledig) valt onder de definitie voor het hanteren van de compensatiefactor volgens het voornoemde uitvoeringsbesluit (m.n. grondvlak bestaat uit minstens 80 % niet-inheems loofhout, naaldbos of een menging hiervan), maar benadert dit het best.

⁴⁸ Het besluit van 16 februari 2001 van de Vlaamse Regering tot vaststelling van nadere regels inzake compensatie van ontbossing en ontheffing van het verbod op ontbossing (B.S. 23/3/2001).

⁴⁹ een rastervlak (10m x 10m) staat gelijk met 0,01 ha.

⁵⁰ De relatieve oppervlakte boshabitat varieert van 2 tot 100%. Indien het onzeker is of het bos habitatwaardig is (bv. aangeduid met de codes “9120, gh”, “9130, gh”, enz.) wordt gerekend met een aanwezigheid van 50% habitat in de desbetreffende polygoon. De totale rasteroppervlakte van ca. 51.900ha waarmee verder gewerkt wordt, is dus hoger dan de werkelijke oppervlakte boshabitats.

bos, naaldbos, loofbos en gemengd bos die afgeleid kunnen worden uit de verrasterde bosreferentiaag (Aminal afdeling Bos en Groen, 2001), bijkomend meegenomen op basis van de beslisregels in tabel 9.

Tabel 8: Vertaling van de boscategorieën uit de landgebruikskaat naar drie (m.n. inheems loofbos; gemengd bos; niet-inheems loof- en/of naaldbos) van de vier boscategorieën waarop de huidige boscompensatiefactor op van toepassing is, met rasteroppervlakte.

Categorie uit de Landgebruikskaat 2014	Vertaald naar de volgende categorie in voorliggende studie	Rasteroppervlakte (ha) ⁵¹
Ander loofhout volgens bwk	Inheems loofbos	8.671,94
Ander loofhout volgens bosreferentiaag	Inheems loofbos	26.540,92
Beuk	Inheems loofbos	5.084,67
Beuk + naaldhout	Gemengd bos	669,14
Eik	Inheems loofbos	10.125,04
Eik + naaldhout	Gemengd bos	868,54
Loofbos populier volgens bwk	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	4.802,42
Ander loofhout + naaldhout	Gemengd bos	4.269,07
Populier	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	19.331,49
Populier + naaldhout	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	105,58
Naaldbos ander volgens bwk	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	2.109,15
Ander naaldhout volgens bosreferentiaag	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	1.965,47
Ander naaldhout + loofhout	Gemengd bos	1.359,99
Douglas	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	393,48
Douglas + loofhout	Gemengd bos	41,68
Fijnspar	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	2.201,78
Fijnspar + loofhout	Gemengd bos	343,93
Lork	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	1.780,28
Lork + loofhout	Gemengd bos	517,57
Zwarte den	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	9.508,39
Zwarte den + loofhout	Gemengd bos	415,76
Grove den volgens bwk	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	2.271,11
Grove den	Niet-inheems loofbos en/of naaldbos	29.605,95
Grove den + loofhout	Gemengd bos	4.233,47
Loofbos elzen- essen- en wilg volgens bwk	Inheems loofbos	2.113,60
Som		139.330,42

Tabel 9: Beslisregels bij de opmaak van de boskaart.

Basiskaart	Categorie op de boskaart (figuur 1)
Boshabitat op de habitatkaart 2015	Boshabitat
Inheems loofbos volgens landgebruikskaat en/of bosreferentiaag	Inheems loofbos
Gemengd bos volgens landgebruikskaat en/of bosreferentiaag	Gemengd bos
Niet-inheems naald- en/of loofbos volgens landgebruikskaat en/of bosreferentiaag	Niet inheems naald- en/of loofbos
Inheems loofbos volgens bosreferentiaag en andere categorie volgens landgebruikskaat	Inheems loofbos
Gemengd bos volgens bosreferentiaag en andere categorie volgens landgebruikskaat	Gemengd bos
Niet-inheems naald- en/of loofbos volgens bosreferentiaag en andere categorie volgens landgebruikskaat	Niet inheems naald- en/of loofbos

⁵¹ Deze oppervlakte is berekend op basis van verrasterde kaarten. Hierbij is aan iedere rastervlek (100 m²) een bepaalde waarde toegekend (bv. wel of geen bos). Echter, niet alle rastervlakken in Vlaanderen zijn integraal bos of integraal niet-bos. Rasterkaarten resulteren dus niet in de absolute, daadwerkelijke oppervlakten.

Bijlage 3 Statistische analyse

1 Definities en gegevens

1.1 Boscompensatiefactor (BCF)

Tot nu toe is de compensatie voor bos gebaseerd op het type bos zoals volgende overzicht aangeeft.

BCF	Bostype
1	Niet-inheems loof- en/of naaldbos
1,5	Gemengd bos
2	Ander inheems loofbos
3	Habitatbos

Een nieuwe methodiek is opgesteld om een ontbossing of een bebossing van een terrein te beoordelen op basis van de ecosystemendiensten (ESD's) die een bepaald bos levert of die een toekomstig bos op dat terrein kan leveren.

Naargelang het gewicht toegekend aan de verschillende ESD en of het bostype mee in rekening werd gebracht, zijn er in totaal negen beoordelingskaders (ESD1 t.e.m. ESD9) ontwikkeld:

- ESD1 geeft een gelijk gewicht geeft aan alle ecosysteemdiensten.
- Bij ESD2 t.e.m. ESD8 zijn de gewichten gedifferentieerd, per kader wordt telkens aan een ESD een meer dan vier keer hoger gewicht gegeven dan aan alle andere ESD's; bijvoorbeeld ESD2 benadrukt de houtproductie en ESD3 de energieproductie.
- In ESD9 telt het bostype voor helft mee en de ESD eveneens voor de helft. Aan die ESD's is een gelijk gewicht gegeven.

Het doel van de statistische analyse is om na te gaan, in hoeverre de waardering vanuit verschillende kaders tot sterke verschillen in de beoordeling leidt en wat de relatie is met het bostype (ingedeeld volgens de categorieën van de boscompensatiefactor).

1.2 Bos in Vlaanderen

Er wordt gewerkt met een raster van 10 m x 10 m. Enkel die rasteroppervlakte waarvan het bostype (volgens de vier categorieën uit bovenstaand overzicht) kon bepaald worden (zie 4.4.1) wordt gebruikt.

ESD-factoren/scores zijn bepaald (1,2, ...,5) voor al dit bos in Vlaanderen volgens de negen ESD-kaders.

De vraag is wat de relatie is tussen de negen beoordelingskaders (ESD1 t.e.m. ESD9) enerzijds en tussen deze kaders en het bostype.

1.3 Twaalf ontbossingen

Er is een selectie gemaakt van twaalf concrete ontbossingen die door de ontbosser en/of ANB toegewezen werden aan een bepaald bostype. Volgens dezelfde methodiek worden van deze bossen de ESD-factoren/scores bepaald volgens de acht ESD-beoordelingskaders. Het negende beoordelingskader wordt hier buiten beschouwing gelaten daar het bostype op basis van de boskaart (figuur 1) voor een relatief grote oppervlakte van deze twaalf bossen niet precies kon bepaald worden.

Onderstaand overzicht geeft de lijst van die twaalf beboste oppervlakten met vermelding van de fysische eenheid van Vlaanderen waarin ze gelegen zijn, met het toegewezen bostype (BCF) en de gemiddelde ESD-factor/score over de acht kaders (ESD score). De laatste kolom (ESD rang) geeft de gemiddelde rangorde (zie verder). De projecten in de tabel zijn volgens die gemiddelde rangorde gerangschikt (van laag naar hoog).

Ontbossingsproject	BCF	ESD score	ESD rang
Depressie van de Netes	1	1.64	1.88
Plateau van Haspengouw	1.9	1.69	2.12
Maasterrassen	1	1.76	3.38
Kustvlakte	1.5	1.76	4.00

Kempische Cuesta	1	1.88	4.62
Centrale Vlaamse Laagvlakte	2	1.95	6.00
Brabants Plateau	1	2.15	6.88
Heuvelland van Lummen	1.4	2.45	8.75
Hagelands Heuvelland	1.4	2.45	9.38
Oostelijke Vlaamse Laagvlakte	2	2.45	9.50
Dender-Zenne Interfluvium	2	2.58	10.50
Schelde-Dender Interfluvium	2	2.58	11.00

2 Vergelijking van de ESD-kaders voor de twaalf bossen

2.1 Materiaal en methoden

De ESD-factor/score is op zich minder van belang. Belangrijker is de rangorde. Daarom bepalen we per kader de rangschikking van de twaalf bossen en gaan we na in hoeverre de verschillende kaders tot een vergelijkbare rangorde leiden. Door via de rangorde (ESD rang) alles op eenzelfde schaal (van een tot twaalf) uit te drukken, werken we de systematische verschillen weg tussen de beoordelingskaders.

Deze werkwijze op basis van de rangorde is een algemeen aanvaarde techniek in de statistiek om variabelen te analyseren die niet noodzakelijk normaal verdeeld zijn. Dit zijn de zogenaamde niet-parametrische toetsen (Hollander & Wolfe, 1973) die gebaseerd zijn op de rangorde. De aanpak hier heeft een direct verband met de niet-parametrische toets van Friedman die nagaat in hoeverre verschillende behandelingen (hier beoordelingskaders) toegepast op dezelfde individuen significant verschillen (zie verder).

Eerst bespreken we het ESD-gemiddelde en de ESD-rangorde voor elk bosproject over alle kaders heen. Vervolgens bekijken we via boxplots in hoeverre de ESD-scores verschillen naargelang het kader. Ten slotte gaan we na met de toets van Friedman of er een statistische indicatie is dat de kaders verschillen.

2.2 Bespreking van het ESD-gemiddelde en de gemiddelde ESD-rangorde

Het overzicht onder 1.3 bevat voor elk project de gemiddelde ESD-score en de gemiddelde rangorde (eerst stellen we een rangschikking op per ESD-kader en berekenen hiervan het gemiddelde over alle kaders heen). Hieruit komt volgende classificatie naar boven:

- De best geclassificeerde bossen zijn deze gelegen in de fysische eenheden Schelde-Dender Interfluvium (11.00) en Dender-Zenne Interfluvium (10.50). De hoge gemiddelde scores (dicht bij het maximum) geven ook aan dat deze bossen over alle kaders heen een heel hoge score krijgen.
- De laagste waardering is er voor de bossen die zich bevinden in de fysische eenheden Plateau van Haspengouw (2.12) en Depressie van de Netes (1.88). De lage gemiddelde score (relatief dicht bij het minimum 1 en 2) geeft aan dat deze bossen meestal laag gewaardeerd worden.

2.3 Grafische vergelijking van de rangordes per beoordelingskader

De boxplots (figuur 19) geven meer detail. Ze tonen aan dat in grote lijnen de waardering per bos over de verschillende beoordelingskaders heen gelijk loopt (er is een duidelijke trend van laag naar hoog), maar dat er tegelijk toch sterke verschillen kunnen optreden. Noteer dat niet alle scores zichtbaar zijn wegens ex-aequo's.

Een paar voorbeelden:

- Het bos dat zich bevindt in de Oostelijke Vlaamse Laagvlakte scoort in het algemeen hoog, behalve voor kader twee en drie (ESD2 en ESD3).
- Het bos uit het Brabants Plateau heeft een gemiddelde score, maar krijgt voor ESD5 een zeer lage score (rang 2).
- Het bos in de Depressies van de Netes krijgt globaal een lage waardering, behalve voor ESD5 en ESD3.

Op basis van de twaalf voorbeeldprojecten is geen systematische vergelijking tussen de acht afwegingskaders mogelijk. Ook ontbreken er bossen met habitatbos (BCF 3). Toch valt in deze verkennende analyse op dat vooral kader vijf (ESD5 de zwarte punten) sterk afwijkend scoort. Meestal liggen deze punten aan de uiterste kant van de boxplots (links of rechts) wat erop wijst dat ESD5 de gebieden anders rangschikt.

Figuur 19 : Boxplots van de ESD-rangordes volgens acht ESD-beoordelingskaders voor twaalf bossen uit verschillende fysieke eenheden van Vlaanderen met de boscompensatiefactor die op die bossen toegepast werd tussen vierkante haken.

2.4 De toets van Friedman

De nulhypothese van de toets van Friedman is dat alle beoordelingen gelijk zijn aan elkaar. De alternatieve hypothese is dat er minstens een beoordeling verschillend is van de rest. De toetsstatistiek is niet gebaseerd op de oorspronkelijke scores, maar op de rangorde binnen elk beoordelingskader, omdat de waarde van de scores op zich geen betekenis heeft, maar wel de relatieve positie van gebieden ten opzichte van elkaar.

Met de toets van Friedman (Hollander & Wolfe, 1973) kunnen we beoordelen in hoeverre de rangordes van de ontbossingen onderling verschillen. De toetsstatistiek is een maat voor het verschil in rangorde van de beoordelingskaders. Hoe hoger de waarde van de toetsstatistiek, hoe sterker het verschil zal zijn en hoe kleiner de corresponderende p-waarde. De p-waarde kunnen we berekenen op basis van de waarde van toetsstatistiek en het aantal vrijheidsgraden (= aantal groepen die vergeleken worden - 1). Als p kleiner is dan het significantieniveau van de toets (klassiek = 0.05), dan verwerpen we de nulhypothese (de beoordelingskaders verschillen); als p groter is, dan weerhouden we nulhypothese (de beoordelingskaders zijn gelijk).

De waarde van de toetsstatistiek is hier 0.598 met zeven vrijheidsgraden (8 - 1) en hiermee correspondeert een p-waarde van 0.999. Aangezien $p \gg 0.5$, is er weinig indicatie dat er een verschil is. We merken evenwel op dat een steekproefgrootte van twaalf heel beperkt is, zodat het onderscheidend vermogen van de toets laag is. Hierdoor wordt het afwijkend patroon voor beoordelingskader vijf als niet significant beschouwd. Meer gegevens zijn nodig om tot een definitief uitsluitsel te komen.

3 Vergelijking van de ESD-kaders voor het bos in Vlaanderen

3.1 Materiaal en methoden

We gaan hier na in hoeverre de indeling op basis van enkele ESD's in overeenstemming is met het bostype (ingedeeld volgens de categorieën van de boscompensatiefactor) op basis van strookdiagrammen. Deze geven de proportionele verdeling van de ESD-factoren/scores (gaande van nul tot vijf) per bostype.

Als de klasseverdeling over de ESD-factoren/scores ongeveer gelijk is voor elk bostype, dan is er geen systematisch verband. Als er wel een verschil is, dan is er een onderliggende correlatie tussen de twee elementen (ESD-factor/score versus bostype):

- Geen verband betekent dat het ESD-kader door andere parameters een score krijgt.
- Een verband daarentegen impliceert dat het ESD-kader dezelfde aspecten waardeert die impliciet in het bostype vervat zitten.

3.2 Vergelijking van de strookdiagrammen

De gegevens van tabel 6 met de verdeling van de oppervlaktes bos over de verschillende ESD-factoren (0 t.e.m. 5) en per bostype worden hieronder in een strookdiagram weergegeven. Hier staat BCF10 voor niet-inheems loof- en/of naaldbos, BCF15 voor gemengd bos, BCF20 voor ander inheems loofbos en BCF30 voor habitatbos.

Figuur 20 : Strookdiagrammen met de verdeling van de verschillende ESD-factoren volgens negen ESD-beoordelingskaders voor de verschillende bostypes van al het bos in Vlaanderen.

Algemeen zien we weinig differentiatie op basis van de beoordelingskaders. De meerderheid van de waarden ligt gespreid over een tot twee ESD-factoren.

Twee ESD-kaders (3 en 6) differentiëren niet t.o.v. het bostype. De overige kaders differentiëren licht tot iets duidelijker volgens het bostype:

- ESD-kader 1: in dit kader is er een lichte samenhang tussen ESD-factor en bostype (niet-inheems loof- en naaldbos [BCF10] = laagste score < gemengd bos [BCF15] < overige (niet habitat) loofbossen [BCF20] < habitatbossen [BCF30])
- ESD-kader 2: de bossen hebben een score, die afhangt van het bostype (niet-inheems loof- en naaldbos [BCF10] = hoogste score > habitatbossen [BCF30] > gemengd bos [BCF15] > overige (niet habitat) loofbossen [BCF20])
- ESD-kader 4: de bossen hebben een score, die afhangt van het bostype (habitatbossen [BCF30] > overige (niet habitat) loofbossen [BCF20] > niet-inheems loof- en naaldbos [BCF10] > gemengd bos [BCF15])

- ESD-kader 5: ook hier is er een lichte link tussen ESD-factor en bostype (gemengd bos [BCF15] > niet-inheems loof- en naaldbos [BCF10] > overige (niet habitat) loofbossen [BCF20] > habitatbossen [BCF30])
- In ESD-kader 7 is er licht verband : de niet-inheemse loof- en naaldbossen [BCF10] scoren lager dan de alle andere bostypes.
- ESD-kader 8: de niet-inheems loof- en naaldbos [BCF10] hebben hier een lagere score dan de andere bostypes waarbij de gemengde bostypes[BCF15] de hoogste score hebben.
- ESD-kader 9: in dit gemengd kader is er duidelijke link met het bostype. De habitatbossen [BCF30] hebben de hoogste score, hoger dan de overige (niet habitat) loofbossen [BCF20] die op hun beurt hoger scoren dan de gemengde bossen [BCF15]. De niet-inheems loof- en naaldbossen [BCF10] hebben de laagste score.

4 Referentie

Hollander M. & Wolfe D.A. (1973). Nonparametric Statistical Methods. New York: John Wiley & Sons. Pages 139–146.

Bijlage 4 Kaarten

Figuur 21: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij de betrokken ESD's hetzelfde gewicht krijgen.

Figuur 22: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij de betrokken ESD's hetzelfde gewicht krijgen.

Figuur 23: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'houtproductie'.

Figuur 24: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'houtproductie'.

Figuur 25: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'productie van energiegewassen'.

Figuur 26: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'productie van energiegewassen'.

Figuur 27: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie globaal klimaat'.

Figuur 28: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'waterproductie'.

Figuur 29: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'waterproductie'.

Figuur 30: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico'.

Figuur 31: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van erosierisico'.

Figuur 32: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'.

Figuur 33: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'groene ruimte voor buitenactiviteiten'.

Figuur 34: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit'.

Figuur 35: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'regulatie van luchtkwaliteit'.

Figuur 36: ESD-factor voor de beoordeling van bebossingen waarbij een hoger (x4) gewicht gegeven wordt aan de ESD 'behoud van bodemvruchtbaarheid'.

Figuur 37: ESD-factor voor de beoordeling van ontbossingen volgens het 'gemengde kader' waarbij de boscompensatiefactor voor de helft mee in rekening wordt gebracht en waarbij de betrokken ESD's voor de andere helft mee in rekening worden gebracht en onderling hetzelfde gewicht krijgen.