

# Vlaamse natuurgebieden als bron van bio-energie

Een opportuniteit om natuurbehoud te combineren  
met klimaatmitigatie?

---

Koenraad Van Meerbeek, Sam Ottoy, Annelies De Meyer, Bart Muys & Martin Hermy

---

Met de stijgende energievraag, de steeds toenemende uitstoot van broeikasgassen en de dalende voorraad van fossiele brandstoffen worden alternatieve, hernieuwbare energiebronnen steeds belangrijker. Omwille van het grote potentieel om de klimaatveranderingen te mitigeren, legt het recente nationale en internationale hernieuwbare energiebeleid een sterke nadruk op bio-energie. Door de toenemende vraag naar vruchtbare grond om energiegewassen te telen, kan dit beleid echter negatieve gevolgen hebben voor de biodiversiteit en zo biodiversiteitsdoelstellingen in gevaar brengen. Recent kwamen soortenrijke Low-Input High-Diversity (LIHD) systemen, zoals natuurgebieden, in beeld als veelbelovende alternatieve bron voor bio-energie. Deze systemen gebruiken weinig grondstoffen voor de biomassaproductie en bovendien wordt de competitie met voedselproductie voor gewassen en landbouwgrond geminimaliseerd. Wij onderzoeken de mogelijkheid om natuurbeheer te combineren met bio-energieproductie en bepalen het biomassa- en bio-energiepotentieel aanwezig in LIHD-systemen in Vlaamse natuurreservaten.



Low-Input High-Diversity systemen in het natuurreservaat Overbroek in Sint-Truiden. © Koenraad Van Meerbeek

## Van biomassa naar bio-energie

De Europese Commissie keurde in 2007 haar 'Climate Action and Renewable Energy Package' goed om klimaatverandering tegen te gaan met daarin de bindende 20-20-20-doelstellingen: 20% minder uitstoot van broeikasgassen, een verbetering van de energie-efficiëntie met 20% en een aandeel van 20% hernieuwbare energie in ons energieverbruik tegen 2020. Hernieuwbare energie krijgt dus een belangrijke rol toebedeeld in de omschakeling naar een duurzamere maatschappij. Bio-energie, dit is groene energie geproduceerd uit organisch materiaal zoals hout, landbouwgewassen en organisch afval, is de belangrijkste bron van hernieuwbare energie. Omdat bij het verbruik van bio-energie theoretisch geen extra CO<sub>2</sub> in de atmosfeer terechtkomt, spreken we van een koolstofneutrale energiebron (Creutzig et al. 2015). De CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij het verbranden van biobrandstoffen werd bij het groeien van de planten uit de lucht gehaald en opgeslagen in de biomassa. Een nuloperatie dus. Omwille van deze eigenschap is bio-energie een veelbelovende energiebron om klimaatverandering tegen te gaan. Maar in de praktijk is er vaak veel fossiele brandstof nodig bij het telen en verwerken van de biomassa, zodat van koolstofneutraliteit geen sprake meer is (Creutzig et al. 2015).

De omzetting (of conversie) van biomassa naar een biobrandstof gebeurt vandaag op verschillende manieren. De keuze van de juiste conversietechnologie hangt onder meer af van de eigenschappen van de biomassa (McKendry 2002). Zo wordt houtig materiaal anders verwerkt dan bijvoorbeeld olierijke zaden. De beschikbare technologieën worden gewoonlijk ingedeeld in vier categorieën: bio-energie kan geproduceerd worden door middel van warmte, chemische reacties, micro-organismen of via een mechanisch proces zoals persing. In deze studie werd enkel anaerobe vergisting bekeken, een voor Vlaanderen relevante conversietechniek. Anaerobe vergisting is een biochemisch proces waarbij biomassa door middel van bacteriën in de afwezigheid van zuurstof wordt omgezet naar biogas. Biogas is een mengsel van voornamelijk methaan, koolstofdioxide en stikstofgas (Ward et al. 2008) en lijkt in zijn samenstelling op aardgas. Het gas wordt meestal verbrand om warmte en elektriciteit op te wekken. In Vlaanderen zijn 40 grote en 52 kleine (pocket scale) vergistingsinstallaties actief. Samen verwerken de grote installaties jaarlijks 2,5 miljoen ton verse biomassa en produceren zo groene stroom voor meer dan 170.000 gezinnen (De Geest et al. 2014).

## Wat zijn Low-Input High-Diversity systemen?

Vandaag wordt er voornamelijk naar intensieve landbouwsystemen gekeken om gewassen voor bio-energie te produceren. De hoge biomassa-productiviteit van bio-energiegewassen zoals maïs wordt echter onderhouden door het gebruik van een grote hoeveelheid meststoffen, pesticiden en water, met een lage biodiversiteit tot gevolg. Deze productiesystemen worden dan ook High-Input Low-Diversity (HILD) systemen genoemd (Tilman et al. 2006). Samen met hun toenemend areaal, wordt de duurzaamheid van HILD-systemen steeds meer in vraag gesteld (Eggers et al. 2009, Dauber et al. 2010). Zo worden bio-energiegewassen geteeld op vruchtbare grond, die daardoor niet meer

beschikbaar is voor voedsel- en voederproductie. Voedsel- en voedergewassen worden ook steeds meer gebruikt als grondstof voor bio-energie wat hun prijzen sterk de hoogte in drijft (Headey & Fan 2008). De extra vraag naar vruchtbare grond leidt direct en indirect tot de ontginning van nieuwe gronden voor landbouw, vaak ten koste van natuurlijke en soortenrijke habitats (Searchinger et al. 2008). Recent werd de aandacht gevestigd op biomassa geproduceerd met beperkte grondstoffen in systemen met een hogere biodiversiteitswaarde, de zogenaamde Low-Input High-Diversity (LIHD)-systemen (Tilman et al. 2006, Van Meerbeek et al. 2015b). In deze categorie vallen onder andere kleine landschapselementen, natuurgebieden en wegbermen. Bio-energie geproduceerd uit LIHD-systemen vermijdt de competitie met voedselproductie voor vruchtbaar land en biomassa. Omdat de biomassa geproduceerd wordt met weinig of geen extra grondstoffen, is het effect op de omgeving ook minimaal. De biomassa- en bio-energieproductie in LIHD-systemen is vanzelfsprekend veel lager vergeleken met HILD-systemen, maar omdat de biomassa geproduceerd wordt zonder grondstoffen toe te voegen, hebben ze het potentieel om finaal een hogere netto energieopbrengst te realiseren (Tilman et al. 2006).

## Natuurbeheer als bron van bio-energie?

Om de biodiversiteit in natuurgebieden te behouden, worden semi-natuurlijke ecosystemen zoals graslanden, heidegebieden, duinen en moerassen beheerd. Alhoewel biodiversiteitsbehoud het doel is, komen er jaarlijks enorme hoeveelheden biomassa vrij bij dit beheer. Omwille van late maaidata en het gebrek aan bemesting, is de kwaliteit van dit maaisel vaak niet goed genoeg om gebruikt te worden als veevoeder. In veel gevallen wordt dit maaisel dan ook beschouwd als een afvalproduct. Natuurbeheer wordt in deze zin eerder beschouwd als een kost, maar het kan ook gezien worden als een opportuniteit om een bio-energiegrondstof te produceren. De energetische valorisatie van natuurmaaisel is vandaag nog heel beperkt, omwille van de ruimtelijke versnippering van natuurgebieden en een gebrek aan kennis over het biomassa- en bio-energiepotentieel van de verschillende plantengemeenschappen in natuurgebieden. Het doel van deze studie was om het bio-energiepotentieel in natuurgebieden in Vlaanderen in kaart te brengen. Er werd gefocust op open vegetatietypes met een grasachtige biomassa in natuurgebieden (graslanden, rietland, ruigtes...). Bossen werden buiten beschouwing gelaten omdat het biomassapotentieel van bossen al goed in kaart is gebracht. Eerst werden basisgegevens verzameld over biomassa- en bio-energieproductie van de verschillende vegetatietypes in natuurgebieden. In een tweede stap werden deze basisgegevens ruimtelijk opgeschaald tot het Vlaamse niveau om een idee te krijgen over de totale beschikbare hoeveelheid en de geografische spreiding van deze biomassa.

## Bepalen van de biomassa-productie van diverse vegetatietypes

Van 2009 tot 2011 werden 135 locaties in natuurgebieden in Vlaanderen bezocht (**Figuur 1**). De periode van de vegetatieopnames (begin juni tot midden oktober) kwam overeen met de maaiperiode van de bezochte percelen. Elke locatie werd



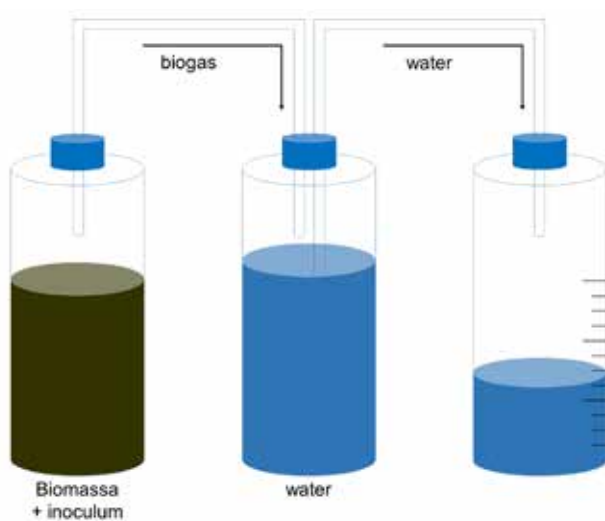
Figuur 1. Locaties van vegetatieopnames in natuurgebieden (N = 135).

geïnventariseerd net voor de maaibeurt om een juiste schatting te kunnen maken van de hoeveelheid biomassa die vrijkomt bij het beheer. Op elke locatie werd er een proefvlak van 10 op 10 m<sup>2</sup> gepositioneerd in een homogene vegetatie, met daarin drie subproefvlakken van 0,5 op 0,5 m<sup>2</sup>. In deze subproefvlakken werden alle plantensoorten genoteerd en de bedekking per soort visueel geschat. Daarna werd de bovengrondse biomassa afgeknipt op 5 cm hoogte en gewogen om het vers gewicht te bepalen. Nadien werden de biomassastalen in een droogoven op 105 °C gedroogd tot constant gewicht om de droge stof (DS) te bepalen. Het vers en droog gewicht van de geogste biomassa werd per proefvlak uitgemiddeld over de drie subproefvlakken. In elk proefvlak werd ook een extra biomassastaal geogst als testmateriaal voor de vergistingstesten. Deze stalen werden in een diepvries bewaard tot verdere analyse.

De vegetatieopnames werden op basis van de plantensoortensamenstelling met een hiërarchische clusteranalyse ingedeeld in vegetatietypes. De jaarlijkse biomassaproductie (ton DS per hectare per jaar) van de jaarlijks gemaaide vegetatietypes werd berekend als de gemiddelde waarde van de geogste biomassa van alle proefvlakken behorend tot dat vegetatietype. Sommige vegetatietypes, zoals ruigtes en rietlanden, worden niet jaarlijks gemaaid. De lengte van de maaicyclus (de periode tussen twee maaibeurten) is langer om een bepaald vegetatietype te behouden. Voor deze vegetatietypes bepaalden we de (theoretische) jaarlijkse biomassaproductie als de staande biomassa op het einde van de maaicyclus gedeeld door het aantal jaren in de maaicyclus.

### Bepalen van de bio-energieproductie van de vegetatietypes

In de biogastesten werd vergist rioolslib uit de vergister van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) Antwerpen-Zuid gebruikt als inoculum. Dat is hiervoor heel geschikt door de aanwezigheid van een brede microbiële gemeenschap (Li et al. 2013). De testen werden uitgevoerd in batchreactoren met een inhoud van 1 liter. De biomassa werd verhakeld tot stukken van 1-2 cm en in de reactoren gemengd met het inoculum in een verhouding van ongeveer 1:2 (ca. 13-20 g DS biomassa en 24 g DS inoculum). Een warmwaterbad hield de temperatuur van het proces in de reactoren op 37 °C (mesofiele vergisting). De biogasproductie van de stalen werd 40 dagen opgevolgd door middel van een waterverplaatsingssysteem (Figuur 2). Het water in fles 2 werd aangezuurd om verlies van koolstofdioxide door de omzetting naar carbonaten te voorkomen. De biogastesten werden in drievoud uitgevoerd voor 31 willekeurig gekozen sites, met een minimum van drie sites per vegetatietype om een betrouwbare schatting te hebben van de biogasopbrengst per vegetatietype. De samenstelling van het biogas werd geanalyseerd met een gaschromatografie gekoppeld aan een thermische conductiviteitsdetector. De biogasopbrengst wordt uitgedrukt in  $I_N$  per kg ODS (organisch droge stof). Normaalliter ( $I_N$ ) is het aantal liter



Figuur 2. Opstelling biogastesten. Het geproduceerde biogas verplaatst water in de tweede fles, dat vervolgens wordt opgevangen in de derde fles. Hier kan de hoeveelheid afgelezen worden.

Tabel 1. De classificatie van de vegetatietypes in natuurgebieden op twee niveaus met de optimale maaicyclus (MC), de jaarlijkse biomassaopbrengst (ton DM per ha per jaar) en de reductiefactor (RF). De maaicyclus is de tijd tussen twee opeenvolgende maaibeurten (in jaren).

Vegetatietype Niveau 1	Vegetatietype Niveau 2	MC (jr)	Jaarlijkse biomassaopbrengst (ton DM per ha per jaar)	RF
Rietland	Rietland	5	3,03 ± 0,41	0,5
Ruigtevegetaties	Natte ruigte	3	2,04 ± 0,46	0,7
	Verruigde graslanden <sup>(1)</sup>	0,5	8,17 ± 2,62	0,7
Natte graslanden	Dottergrasland	1	4,56 ± 1,34	0,7
	Grote zeggevegetatie	1	6,07 ± 2,65	0,5
Mesotrofe graslanden	Soortenarm mesotroof grassland <sup>(2)</sup>	0,5	8,17 ± 2,62	0,7
	Soortenrijk mesotroof grasland <sup>(2)</sup>	0,5	4,87 ± 0,36	0,7
Duinpanne	Duinpanne	1	2,94 ± 1,72	0,7
Laagproductieve graslanden op een zandige bodem	Struisgrasland	1	2,59 ± 0,95	0,7
	Heischraal grasland	1	2,69 ± 0,69	0,7

(1) Verruigde graslanden werden verondersteld na het instellen van een maaibeheer dezelfde opbrengst te hebben als soortenarme graslanden.

(2) Biomassaopbrengst gebaseerd op eigen gegevens, aangevuld met gegevens uit de literatuur voor de tweede maaibeurt.

in normaalomstandigheden (temperatuur: 0 °C en druk: 1 bar). De energieopbrengst per hectare (GJ per hectare) kon berekend worden door de biomassa- en biogasopbrengst te combineren met de energie-inhoud van methaan (37 MJ per m<sup>3</sup> op 20 °C en een druk van 1 atmosfeer, Perry & Chilton 1973).

### Opschaling naar het niveau Vlaanderen

Voor de opschaling in een geografisch informatiesysteem (GIS) werd de biologische waarderingskaart (BWK) gebruikt. De BWK is een gedetailleerde kaart van Vlaanderen op schaal 1:10.000, die het landgebruik en de vegetatie op basis van veldwerk classificeert in ongeveer 380 eenheden (De Saeger et al. 2010). Wij selecteerden 94 eenheden met een niet-houtige vegetatie die door middel van maaibeheer kan geoogst worden en aggregereerden deze eenheden in 18 ruimere vegetatietypes. De biomassagegevens uit **Tabel 1**, aangevuld met data uit de literatuur (Van Meerbeek et al. 2015c), werden gekoppeld aan deze vegetatietypes. De percelen uit de BWK werden gebruikt als landeenheden (LE) voor de opschaling. In de BWK zijn voor elk perceel tot zes verschillende vegetatietypes weergegeven, geordend volgens hun oppervlaktaandeel (OA, in %) binnen het perceel. Enkel de drie vegetatietypes met het grootste oppervlaktaandeel werden meegenomen in de berekeningen. De totale biomassa-productie per landeenheid met *j* vegetatietypes werd berekend volgens deze formule:

$$Biomassaproductie_{LE} = \sum_{i=1}^j (Biomassa_i \times OA_i \times oppervlakte_{LE})$$

De oogstefficiëntie van een perceel is nooit 100% omwille van obstakels (bomen, grachten, omheining), de topografie of slechte bereikbaarheid van het terrein. Op basis van een studie

uitgevoerd door Caron et al. (2002) werd aan elk vegetatietype een reductiefactor (RF) toegewezen (**Tabel 1**), die dit mee in rekening brengt. De oogstbare biomassa kan dan als volgt berekend worden:

$$Oogstbare\ biomassa_{LE} = \sum_{i=1}^j (Biomassa_i \times OA_i \times oppervlakte_{LE} \times RF_i)$$

### Biomassa- en bio-energieproductie van de onderzochte vegetatietypes

Op basis van de clusteranalyse werden de proefvlakken op twee hiërarchische niveaus ingedeeld in vegetatietypes (**Tabel 1**). Op het classificatieniveau 2 werd voor alle vegetatietypes de jaarlijkse biomassaopbrengst bepaald. Verruigde en soortenarme graslanden produceren jaarlijks het meeste biomassa (8,2 ton DS per hectare). Deze systemen worden dan ook tweemaal gemaaid per jaar. Natte ruigte wordt om de drie jaar gemaaid en heeft daarom een lage jaarlijkse biomassaopbrengst (2,04 ton DS). Veel van de biomassa sterft af tijdens de winter en wordt helemaal verteerd. Wanneer we kijken per maaicyclus hebben rietlanden dan weer de hoogste biomassaopbrengst (15,2 ton DS). In vergelijking met landbouwgewassen zijn deze cijfers laag. Zo haalt maïs in Vlaanderen een jaarlijkse biomassaopbrengst van 20 ton DS per ha (**Figuur 3**). Landbouwsystemen zijn geoptimaliseerd om de biomassaopbrengst te maximaliseren door bemesting, pesticiden en het gebruik van veredelde gewassen. Productie is vanzelfsprekend geen doelstelling in natuurgebieden.

Het methaangehalte van het geproduceerde biogas in de labo-testen was gemiddeld 50%. Dit is aan de lage kant vergeleken met biogas geproduceerd met andere biomassa-bronnen zoals maïs en GFT (48-65%, Ward et al. 2008). Natuurbeheer wordt

Tabel 2. Methaanopbrengst, energieopbrengst en de efficiëntie van het vergistingsproces per vegetatietype op niveau 1 (± standaardafwijking).

Vegetatietype Niveau 1	Methaanopbrengst (I <sub>N</sub> per kg ODS)	Energieopbrengst (GJ per ha per jaar)	Efficiëntie (%)
Rietland	63,52 ± 9,48	7,10 ± 2,16	12,79
Ruigtevegetaties	131,49 ± 44,81	10,08 ± 3,83	29,12
Natte graslanden	124,41 ± 25,09	22,43 ± 9,17	27,18
Mesotrofe graslanden	122,12 ± 34,63	18,78 ± 9,04	25,93
Duinpanne	49,88 ± 14,68	5,47 ± 3,77	9,92
Laagproductieve graslanden op een zandige bodem	142,77 ± 32,40	14,15 ± 5,27	30,39

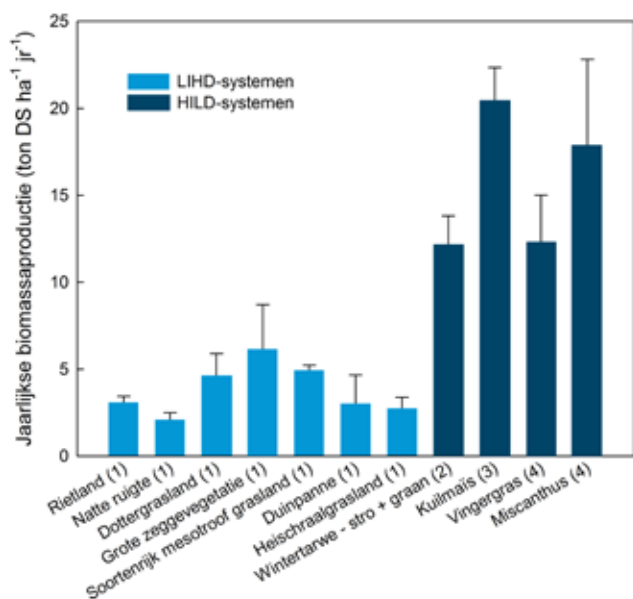
gekenmerkt door een laat maaitijdstip om ervoor te zorgen dat een bepaald vegetatietype in stand wordt gehouden. De oogstdatum blijkt een significant negatief effect te hebben op het methaangehalte van het biogas (Van Meerbeek et al. 2015b): het ligninegehalte in planten stijgt significant gedurende het groeiseizoen door een proces dat thigmomorfogenese wordt genoemd (Saidi et al. 2009), en een hoog ligninegehalte heeft een negatieve invloed op het methaangehalte door de slechte afbreekbaarheid van deze stof. De concentratie van andere componenten in planten die gemakkelijk afbreekbaar zijn door bacteriën, zoals proteïnen en vetten, daalt bovendien doorheen het jaar (Weiland 2001). Het methaangehalte van de bestudeerde vegetatietypes lag tussen 50 I<sub>N</sub> per kg ODS voor duinpannes en 120-140 I<sub>N</sub> per kg ODS voor graslanden, met een energieopbrengst tussen 5,5 en 22,5 GJ per hectare (Tabel 2). Door de energie-inhoud van het geproduceerde biogas te vergelijken met de totale energie-inhoud van de biomassa kan de efficiëntie van de vergisting berekend worden. Voor houtige biomassa uit duinen en rietlanden was dit cijfer heel laag (9-13%), omwille van het hoge ligninegehalte. Voor ruigtes en graslanden werd

er 25-30% van de totale energie van de biomassa omgezet in biogas. De energieopbrengst is echter nog steeds laag in vergelijking met andere biobrandstoffen (Van Meerbeek et al. 2015b). Zo heeft bio-ethanol van maïs een jaarlijkse energieopbrengst van bijna 80 GJ per hectare (Tilman et al. 2006). Maar, zoals reeds gezegd, om de bio-energie in deze High-Input Low-Diversity systemen te produceren, is er veel meer input (en fossiele brandstof) noodzakelijk. De netto energieopbrengst (energieopbrengst min de som van de gebruikte fossiele energie) is daarom toch even hoog of zelfs hoger in Low-Input High-Diversity systemen (Tilman et al. 2006, Van Meerbeek et al. 2015c).

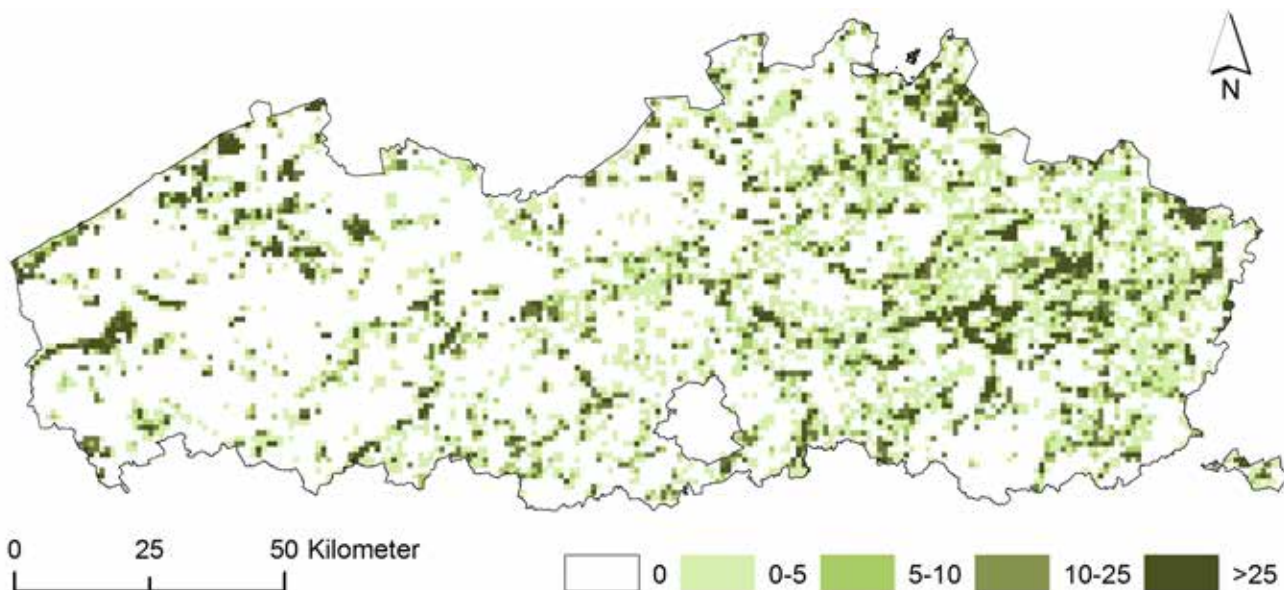
### Hoeveel bio-energie kan er in Vlaanderen worden gegeneerd?

In 2013 werd er bijna 70.000 ha natuur effectief beheerd in Vlaanderen, waarvan ongeveer 22.000 ha natuurreservaten (Demolder et al. 2014). De open systemen met een kruidachtige vegetatie die in deze studie bestudeerd werden, hebben een oppervlakte van 17.300 ha. Samen produceren deze gebieden 102.600 ton DS of 260.500 ton verse biomassa per jaar, waarvan ongeveer 180.000 ton verse biomassa oogstbaar is. De grootste hoeveelheden biomassa worden geproduceerd in de provincies Limburg en Antwerpen (Figuur 4). Dit zijn meteen ook de twee groenste provincies van Vlaanderen. In deze studie werd het totale biomassa- en bio-energiepotentieel berekend. Bijgevolg werden percelen die vandaag begraaasd worden of gemaaid voor veevoeder, en waarvan het maaisel dus al gebruikt wordt, ook inbegrepen in deze oefening.

Ondanks de sterke groei die de Vlaamse vergistingssector de laatste tien jaar heeft gekend, gaan de bedrijven nu door een moeilijke periode. Dit wordt veroorzaakt door de combinatie van een sterke daling van de prijs van groenestroomcertificaten en een stijging van de prijs voor biomassa (De Geest et al. 2014). De Vlaamse regering slaagt er bovendien niet in een stabiel hernieuwbaar energiebeleid uit te stippelen, zodat vele bedrijven in de kou blijven staan. Het maaisel in natuurgebieden zou een goedkope biomassabron kunnen zijn voor deze vergistingsinstallaties. In totaal zouden 12.000 tot 13.000 gezinnen van groene stroom voorzien kunnen worden als we al de kruidachtige biomassa uit natuurgebieden naar een vergister zouden sturen. Daarnaast wordt er tijdens dit proces ook nog hernieuwbare warmte opgewekt die kan gebruikt worden.



Figuur 3. Jaarlijkse biomassa-productie (met standaarddeviatie) in Low-Input High-Diversity en High-Input Low-Diversity systemen in Vlaanderen. Referenties: (1) Van Meerbeek et al. 2015 c, (2) Reyniers et al. 2006, (3) Nevens & Reheul 2001, (4) Van Hulle 2012.



Figuur 4. Kruidachtige biomassaproductie (ton droge stof) per kilometerhok in Vlaamse natuurgebieden.

### Knelpunten en opportuniteiten voor biomassawinning uit natuurgebieden

De versnippering van natuurgebieden met hoge transportkosten van de geoogste biomassa tot gevolg is een van de grootste barrières voor het verdere gebruik van natuurmaaisel. Door de verdeeldheid van de beheerbevoegdheden is er bovendien geen garantie op een stabiele en continue aanvoer van biomassa naar de verwerkingsbedrijven. Dit is noodzakelijk om vergisters de stap te laten zetten naar natuurbiomassa. Naast natuurmaaisel kunnen evenwel ook andere afvalstromen zoals GFT en maaisel uit bermen en tuinen aangewend worden om bio-energie op te wekken. Het beheer van 13.800 hectare grasbermen langs de 63.000 km Vlaamse wegen produceert jaarlijks 336.000 ton verse biomassa (Van Meerbeek et al. 2015c). Ook tuinen nemen in Vlaanderen een enorme oppervlakte in (ca. 111.000 ha, Dewaelheyns et al. 2013, Dewaelheyns et al. 2014). Jaarlijks maaien we naar schatting 450.000 ton vers gras op onze 43.500 ha gazons. Zelfs het bestrijdingsbeheer van invasieve plantensoorten kan gecombineerd worden met bio-energieproductie (Van Meerbeek et al. 2015a). Een andere beloftevolle piste is de co-vergisting van maaisel met mest. Enerzijds is er de

opportuniteit om zo het mestoverschot in Vlaanderen te verwerken. Anderzijds zorgt de toevoeging van maaisel aan mest ervoor dat de C/N-verhouding van vergistingsproces dichterbij 25-30:1 verhouding komt te liggen. Deze verhouding is ideaal voor de micro-organismen en verhoogt de biogasproductie (Ward et al. 2008). Deze verschillende stromen samen zouden een stabiele toevoer van biomassa kunnen voorzien en zo heel wat energie opwekken voor Vlaamse gezinnen. Het afstemmen van de verschillende stromen vereist uiteraard heel wat planning en organisatie. Er lopen verschillende projecten in Vlaanderen om lokale en regionale biomassaketens met beheermaaisel op te zetten. Om biomassaketens (van biomassaproductie tot energieopwekking) te optimaliseren, zijn tegenwoordig ook wiskundige modellen beschikbaar, zoals het OPTIMASS-model van De Meyer et al. (2015). Deze modellen kunnen alle stappen in de keten stroomlijnen en optimaliseren zodat de kosten gereduceerd worden en de bio-energieopbrengst gemaximaliseerd. Alle elementen liggen op tafel om deze afvalstromen om te zetten in energie (of materialen). Nu is er een duidelijke keuze nodig van de overheid voor hernieuwbare energie met de bijhorende ondersteuningsmaatregelen.



Wegbermen langs autosnelwegen produceren biomassa en kunnen zeer soortenrijk zijn. (De E40 in Haasrode, © Koenraad Van Meerbeek).



Het maaisel blijft na het maaibeheer vaak liggen in natuurgebieden. (Het Overbroek in Sint-Truiden, © Koenraad Van Meerbeek)

## AUTEURS

Koenraad Van Meerbeek behaalde in 2015 zijn doctoraat in de bio-in- genieurswetenschappen en werkt nu als postdoctoraal onderzoeker aan de afdeling Bos, Natuur en Landschap (ABNL) van de KU Leuven. Dit artikel kwam tot stand naar aanleiding van zijn doctoraat 'Low- Input High-Diversity systems: Potential for biomass and bioenergy production'.

Sam Ottoy is doctoraatsonderzoeker aan ABNL en bestudeert de kool- stofopslag in Vlaamse bodems.

Annelies De Meyer is aan de slag als postdoctoraal onderzoeker aan ABNL en doet onderzoek naar de spatio-temporele optimalisatie van biomassaketens.

Bart Muys is gewoon hoogleraar bosecologie en bosbeheer aan de KU Leuven en was co-promotor van het bovengenoemde doctoraatsonderzoek.

Martin Hermy is gewoon hoogleraar aan de KU Leuven en doet onder- zoek op vlak van natuurbehoud en -beheer, urbaan groen en ecologie. Hij was promotor van het onderzoek.

## CONTACT

Koenraad Van Meerbeek, Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, Afdeling Bos, Natuur en Landschap, KU Leuven, Celestijnenlaan 200E, 3001 Leuven.

E-mail: [koenraad.vanmeerbeek@kuleuven.be](mailto:koenraad.vanmeerbeek@kuleuven.be)

## DANK

We willen graag Eric Van Beek, Jorgen Opdebeek, Johan Coremans, Lore Bellings en Jonathan Van Beek bedanken voor de hulp bij de vegetatieop- names en Prof. Lise Appels en Prof. Raf Dewil voor het uitvoeren van de vergistingstesten. Dank aan ANB en Natuurpunt vzw voor de toegang tot de natuurgebieden. Dit onderzoek werd gefinancierd door het IWT.

## SUMMARY

**Van Meerbeek K., Ottoy S., De Meyer A., Muys B. & Hermy M. 2016. Flemish nature reserves as a source of bio-energy. Creating opportunities to combine nature conservation with climate change mitigation? *Natuur.focus* 15(1): 11-17 [in Dutch]**

Because of the large potential for climate change mitigation, recent (inter)national renewable energy policies put a strong focus on bio- energy. However, through the increased demand for land, biofuel pol- icies may have a negative impact on biodiversity. Recently, species-rich Low-Input High-Diversity (LIHD) systems came into the picture as a promising alternative biomass resource for the production of bioenergy. LIHD biofuels have the potential to achieve a higher net energy out- put than some of the current bioenergy crops due to the low level of inputs like nutrients or pesticides. They also minimize the competi- tion with food production for crops and agricultural land. LIHD sys- tems with herbaceous biomass in Flemish nature reserves cover an area of 17,300 ha. The plant communities in these systems have an annual biomass productivity between 2.0 and 8.2 ton dry matter per hectare, resulting in a total annual biomass production of 102,600 ton dry mat- ter. The energetic valorization through anaerobic digestion can provide green electricity for 12,000 to 13,000 Flemish households. Spatial frag- mentation of nature reserves with associated high transportation costs is one of the main barriers for future use of conservation biomass. Supply chain management can offer a solution. By organizing and matching different waste streams like manure, organic household, clippings from roadsides, nature reserves and lawns, more stable supply patterns can be achieved and the costs can be reduced by combining transport and by gaining economies of scale.

## REFERENTIES

- Caron G.E.E., Kuiper L. & van den Broek R. 2002. Landschapstroom. Energetische benutting van biomassa uit natuurterreinen. Ecofys, Utrecht.
- Creutzig F., Ravindranath N.H., Berndes G., Bolwig S., Bright R., Cherubini F. et al. 2015. Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. *GCB Bioenergy* 7 (5):916-944.
- Dauber J., Jones M.B. & Stout J.C. 2010. The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *GCB Bioenergy* 2 (6):289-309.
- De Geest V., De Mey J., Vanacker K., Wynsberghe T. & Meers E. 2014. Voortgangsrapport 2014. Anaerobe vergisting in Vlaanderen, stand van zaken werkjaar 2013-2014. Biogas-E, Kortrijk.
- De Meyer A., Cattrysse D. & Van Orshoven J. 2015. A generic mathematical model to optimise strategic and tactical decisions in biomass-based supply chains (OPTIMASS). *European Journal of Operational Research*.
- De Saeger S., Ameer G., Berten B., Bosch H., Brichau I., De Knijf G. et al. 2010. Biologische Waarderingskaart, versie 2.2. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (36), Brussel.
- Demolder H., Peymen J., Anselin A., Adriaens T., De Beck L., Boone N. et al. 2014. Natuurindicatoren 2014: Toestand van de natuur in Vlaanderen. Cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Dewaelheyns V., Elsen A., Vandendriessche H. & Gulinck H. 2013. Garden management and soil fertility in Flemish domestic gardens. *Landscape and Urban Planning* 116: 25-35.
- Dewaelheyns V., Rogge E. & Gulinck H. 2014. Putting domestic gardens on the agenda using empirical spatial data. The case of Flanders. *Applied Geography* 50: 132-143.
- Eggers J., Tröltzsch K., Falcucci A., Maiorano L., Verburg P.H., Framstad E. et al. 2009. Is biofuel policy harming biodiversity in Europe? *GCB Bioenergy* 1 (1):18-34.
- Headley D. & Fan S. 2008. Anatomy of a crisis: The causes and consequences of surging food prices. International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Li Y.Q., Feng L., Zhang R.H., He Y.F., Liu X.Y., Xiao X. et al. 2013. Influence of inoculum source and pre-incubation on bio-methane potential of chicken manure and corn stover. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 171 (1):117-127.
- McKendry P. 2002. Energy production from biomass (part 2): Conversion technologies. *Bioresource technology* 83 (1):47-54.
- Nevens F. & Reheul D. 2001. Crop rotation versus monoculture; yield, N yield and ear fraction of silage maize at different levels of mineral N fertilization. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 49 (4):405-425.
- Perry R.H. & Chilton C.H. 1973. Chemical engineers' handbook. 5th ed. McGraw-Hill, Tokyo, London.
- Reyniers M., Maertens K., Vrindts E. & De Baerdemaeker J. 2006. Yield variability related to landscape properties of a loamy soil in central Belgium. *Soil and Tillage Research* 88 (1-2):262-273.
- Saidi I., Ammar S., Demont-Caulet N., Thevenin J., Lapierre C., Bouzid S. et al. 2009. Thigmomorphogenesis in *Solanum lycopersicum*: Morphological and biochemical responses in stem after mechanical stimulation. *Plant Science* 177 (1):1-6.
- Searchinger T., Heimlich R., Houghton R.A., Dong F., Elobeid A., Fabiosa J. et al. 2008. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science* 319 (5867):1238-1240.
- Tilman D., Hill J. & Lehman C. 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. *Science* 314 (5805):1598-1600.
- Van Hulle S., Van Waes C., De Vlieghe A., Baert J. & Muylle H. 2012. Comparison of dry matter yield of lignocellulosic perennial energy crops in a longterm Belgian field experiment. In: Goliński P., Warda M., Stypiński P. (eds) Grassland - a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation, Lublin, Poland, 2012.
- Van Meerbeek K., Appels L., Dewil R., Calmeyn A., Lemmens P., Muys B. & Hermy M. (2015a). Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 9 (3):273-282.
- Van Meerbeek K., Appels L., Dewil R., Van Beek J., Bellings L., Liebert K. et al. 2015b. Energy potential for combustion and anaerobic digestion of biomass from Low-Input High-Diversity systems in conservation areas. *GCB Bioenergy* 7 (4):888.
- Van Meerbeek K., Ottoy S., De Meyer A., Van Schaybroeck T., Van Orshoven J., Muys B. et al. 2015c. The bioenergy potential of conservation areas and roadsides for biogas in an urbanized region. *Applied Energy* 154:742-751.
- Ward A.J., Hobbs P.J., Holliman P.J. & Jones D.L. 2008. Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresource technology* 99 (17):7928-7940.
- Weiland P. 2001. Grundlagen der Methangärung. Biologie und Substrate. Fundamentals of methane fermentation. *Biology and feedstocks. VDI-Berichte* (1620):19-32.