

# Een vergelijking van verschillende oogstketens met bijkomende biomassa-oogst in dennelopstanden

Tussen 1990 en 2008 is het gebruik van houtige biomassa voor bio-energie binnen de landen van de huidige Europese Unie gestegen met 80% (Eurostat, 2011). Deze biomassa is voornamelijk (69%) afkomstig uit de bosbouw. Ook voor Vlaanderen is houtige biomassa de belangrijkste hernieuwbare energiebron: meer dan 35% van de totale groene stroom en meer dan 55% van de groene warmte wordt opgewekt met houtige biomassa (Jespers et al., 2012). Er wordt algemeen aangenomen dat de vraag naar houtige biomassa als hernieuwbare energiebron zal blijven stijgen onder invloed van de doelstellingen van de Europese Unie en in de komende 20 jaar nog verdubbelen (Mantau et al., 2010). Bovendien zal het gebruik van hout als materiaal en van houtige biomassa als bouwsteen in de toekomstige groene chemie en de zogenaamde bio-economie naar verwachting ook nog sterk toenemen (Mantau et al., 2010; Verachtert, 2012).

Deze grote vraag resulteert enerzijds in meer overzeese import van houtige biomassa onder de vorm van houtpellets (zie Box 1) en anderzijds in een stijgende interesse in houtsnippers uit onze bossen. Deze houtsnippers worden zelden geproduceerd uit rondhout, omdat de Vlaamse regelgeving geen groene stroomcertificaten toekent aan energietoepassing van rondhout dat als materiaal kan gebruikt worden (Gybels et al., 2012). Houtsnippers worden dus voornamelijk geproduceerd uit bijkomende biomassa-oogst, bovenop de traditionele oogst van rondhout: hout uit vroege dunningen en tak- en kroonhout. Deze bijkomende biomassa-oogst van restproducten voor productie van houtsnippers, kan in de toekomst mogelijk een belangrijkere rol gaan spelen, al moet er voldaan worden aan talrijke duurzaamheidsvoorwaarden. Tot nu toe zijn de specifieke exploitatietechnieken voor deze restproducten in Vlaanderen weinig bestudeerd.

PIETER VANGANSBEKE<sup>1,2</sup>, Jeroen OSSELAERE<sup>1</sup>, LEEN GORISSEN<sup>2</sup> EN KRIS VERHEYEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universiteit Gent, Labo Bos & Natuur

<sup>2</sup> Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

In dit onderzoek vergeleken we, met de medewerking van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) en Inverde, acht oogstketens waarbij rondhout en biomassa geïntegreerd geogst werd uit bestanden van Corsicaanse den in Bosland ([www.bosland.be](http://www.bosland.be)).

## Aanpak

Samen met de boswachters selecteerden we binnen Bosland twee bestanden van Corsicaanse den, een bestand met een leeftijd van 48 jaar en een bestand met een leeftijd van 34 jaar. Binnen deze bestanden selecteerden we telkens vier percelen van ongeveer een hectare. In analogie met het beheerplan werd in het oudste bestand een kaalkap uitgevoerd. In het jongere bestand werd een systematische rijendunning waarbij ongeveer 20% van het oorspronkelijk stamtal geogst werd, uitgevoerd. Bij beide beheeringrepen werd de volledige boom geogst (stam en kruin).

Aan de hand van een literatuurstudie stelden we een 'long list' van mogelijke oogststrategieën op, onder andere gebaseerd op toepassingen in Scandinavië en Noord-Amerika. De kennis die in deze landen is opgebouwd, is niet altijd makkelijk over te dragen naar de Vlaamse situatie met een lagere bebossingsgraad, kleinere percelen en kortere afstanden naar verwerkingsinstallaties. Daarom legden we deze long list voor aan een klankbordgroep bestaande uit experts in bosbeheer en bosexploitatie en afgevaardigden uit de hout- en de biomassasector. Zij selecteerden vier mogelijke oogststrategieën voor kaalkap en vier voor dunning die toepasbaar leken voor Vlaanderen en interessant om onderling te vergelijken (Tabel 1 en Fig. 1 en 2). Een offerte werd opgesteld met de specifieke oogstvoorwaarden en uit de drie bosexploitatiebedrijven die hierop intekenden, werd het bedrijf dat het beste bod

## BOX 1: BELGISCHE SNIPPERS OF NOORD-AMERIKAANSE PELLETS?

De stijgende vraag naar biomassa doet ook de import van overzeese biomassa, vaak uit Noord-Amerika, stijgen. Deze biomassa is net als bij ons vaak afkomstig uit oogstresten en dunningen en soms uit volledige bomen uit bestanden die aangetast zijn door plagen. De houtsnippers worden er met een vrachtwagen naar een centrale vervoerd waar ze omgezet worden tot pellets. Deze pellets zijn samengeperste houtstukjes, met een hogere energiedichtheid en een lager vochtgehalte. De omzetting naar pellets gebeurt enerzijds wegens de betere eigenschappen voor transport en opslag en anderzijds wegens de handigere en efficiëntere toepassing in een klassieke biomassacentrale. De pellets worden dan per containerschip naar Vlaanderen getransporteerd om in onze biomassacentrales hernieuwbare energie op te wekken - en groenestroomcertificaten te leveren aan de producenten (zie o.m. Greenpeace (2011), Van Horenbeek (2013), maar ook Ryckmans en André (2007)). Het beoordelen van de duurzaamheid van biomassa omvat vele aspecten, waarvan de energiebalans er een is. Een indicator hiervoor is de verhouding tussen de energie-input tijdens het productieproces en de energie-inhoud van de houtige biomassa. Voor de Vlaamse houtsnippers, geproduceerd in het experiment in Bosland is deze verhouding erg klein (steeds < 1,5%). De omzetting naar pellets en het transport uit Noord-Amerika doet deze verhouding toenemen (Tabel 4).

Voor het omzetten van de houtsnippers naar pellets is er ongeveer 25% van de interne energie van de houtsnippers nodig; in de praktijk wordt het minst waardevolle deel van de biomassa gebruikt om houtsnippers om te zetten naar meer pellets. In totaal zal dus 32,25% van de energie die gewonnen wordt uit Canadese pellets onderweg al gebruikt zijn (waarvan 7,8% als fossiele brandstof). Als we dat vergelijken met een scenario met Belgische pellets (26,25% waarvan 1,25% fossiel) en Belgische houtsnippers (1,25%, volledig fossiel) zien we een verschil in de energiebalans in het voordeel van de lokale productie.

Een andere belangrijke factor in een integrale energiebalans is de eigenlijke omzetting van de houtige biomassa in energie. Als houtige biomassa omgezet wordt in elektrici-

teit zonder de vrijgekomen warmte te benutten dan treedt er in deze fase een extra energieverlies op van ongeveer 66% (Ryckmans en André, 2007). Onder de huidige technologische omstandigheden is het duidelijk dat er moet gekozen worden voor installaties waar zowel de opgewekte elektriciteit als de opgewekte warmte benut worden (zogenaamde warmte-krachtkoppeling). Onder deze methode kan het energieverlies bij omzetting beperkt worden tot 15% (Gybels et al., 2012), maar dan moet er natuurlijk ook een constante vraag naar warmte zijn. Belangrijk om hierbij te vermelden is dat het rendement bij rechtstreeks gebruik van houtsnippers lager zal liggen dan bij pellets omdat deze een veel grotere vochtigheidsgraad hebben. Bij het grondig drogen van de houtsnippers zal eveneens een deel van de inwendige energie verloren gaan (zoals bij het omzetten naar pellets).

De uitstoot van broeikasgassen bij energieopwekking door biomassa, een ander aspect van duurzaamheid, hangt meestal samen met de verhouding van energie-input in het productieproces tot de energie-inhoud van de houtige biomassa (Djomo et al., 2011). We kunnen ervan uitgaan dat er meer broeikasgassen uitgestoten worden bij het aanwenden van Noord-Amerikaanse biomassa in Belgische centrales dan bij het gebruik van lokale houtige biomassa. Voor de volledige balans van de broeikasgasuitstoot van houtige biomassa dient niet enkel rekening gehouden te worden met alle emissies geproduceerd tijdens de productie, de oogst, het transport en de verwerking, maar ook met de mogelijke uitstoot van CO<sub>2</sub> uit de bodem na oogst. Bovendien moet de koolstofschuld van de gebruikte biomassa in rekening gebracht worden: de CO<sub>2</sub> die uitgestoten wordt bij het verbranden van biomassa wordt pas geleidelijk opgenomen door de volgende generatie bomen en zal in de tussentijd als broeikasgas in de atmosfeer aanwezig zijn. De evaluatie van de koolstofbalans moet dus gebeuren op basis van een transparante levenscyclusanalyse, zodat vergelijking tussen de verschillende toepassingen van biomassa en tussen verschillende energietechnologieën ondubbelzinnig mogelijk is. Dit valt evenwel buiten de scope van ons onderzoek.

Tabel 4: Literatuursynthese van het aandeel energie (fossiele energie staat vetgedrukt) dat gebruikt wordt in het proces om verschillende soorten houtige biomassa te oogsten en in afgewerkte vorm af te leveren aan een biomassacentrale (uit Vangansbeke et al., submitted).

	Belgische snippers	Belgische pellets	Noord-Amerikaanse pellets
Oogst	0,75%	0,75%	0,75%
Transport snippers (vrachtwagen 50 km)	0,50%	0,50%	0,50%
Omzetting naar pellets	/	25%	25%
Transport pellets (schip 8000 km)	/	/	6%
Totaal	1,25%	26,25% (1,25%)	32,25% (7,25%)



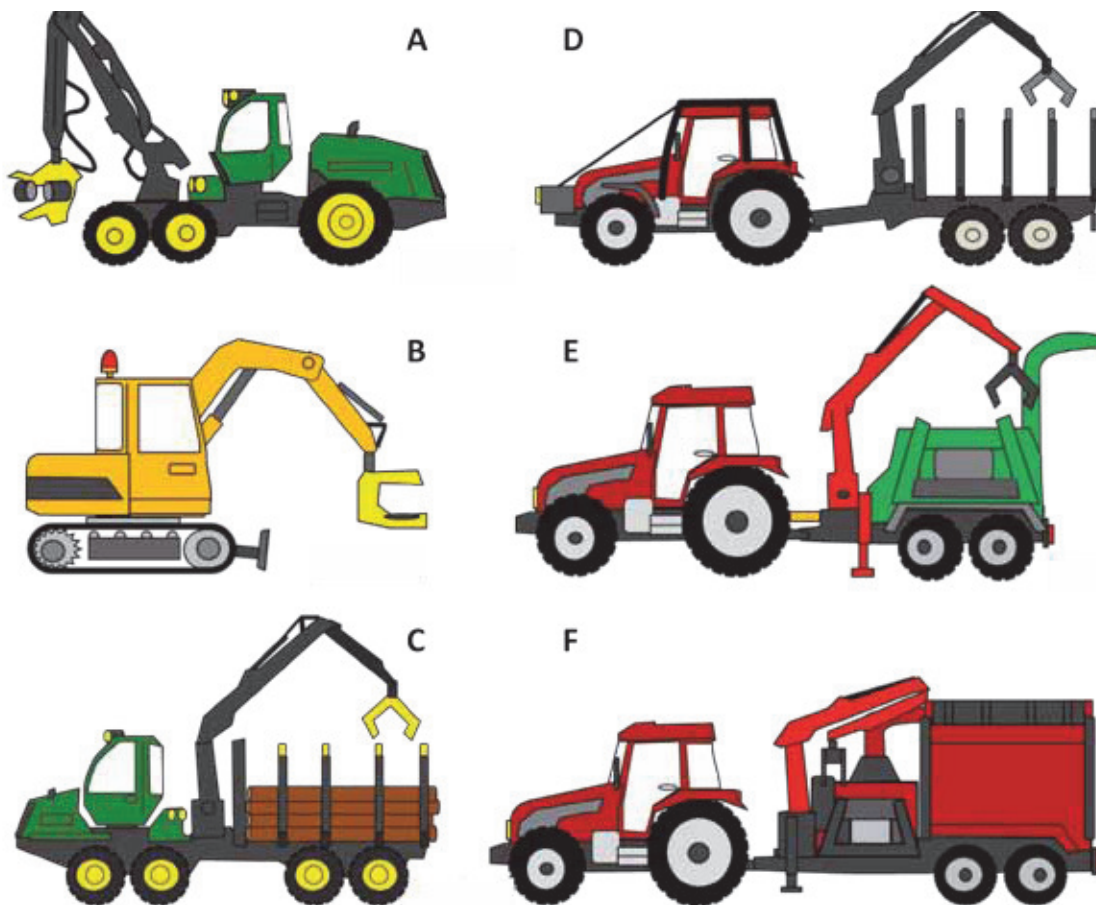
Figuur 1: Enkele van de ingezette machines aan het werk in Bosland. Van linksboven naar rechtsonder: De harvester ontdoet stamdelen van takken en de top en zaagt ze af op 3 meter. De forwarder rijdt toppen en takken uit tot aan de rand van de opstand. De hakselaar aan de kant van de weg hakselt de uitgevoerde toppen en takken en blaast ze in een container. De mobiele hakselaar leegt de houtsnippers uit het reservoir in een container.

uitbracht geselecteerd. Samen met de exploitant werden de details voor de verschillende oogstketens vooraf nog eens doorgenomen. Het geoogste rondhout werd gebruikt voor de productie van spaanplaten; de houtsnippers werden verkocht aan hetzelfde bedrijf, dat deze gebruikt om de warmte te leveren die noodzakelijk is voor het productieproces van de spaanplaten. Tijdens de exploitatie werd voor elk perceel het brandstofverbruik van elke machine en de duur van het werk, van elke pauze en van het transport van de machines van en naar een perceel genoteerd. De geplande werkuren van de machine (Scheduled Machine Hours, SMH's) zijn de effectieve werkuren plus de pauzes en de duur van het transport van een machine

van en naar een perceel. De verhouding tussen de effectieve werkuren van de machine en de geplande werkuren van de machine wordt de gebruiksgraad genoemd. Het geoogste volume rondhout haalden we uit de boordcomputer van de harvester. De houtsnippers werden in containers geblazen; voor elk perceel werd er een staal genomen en werden de containers gewogen met een weegbrug aan de opslagplaats. Van het exploitatiebedrijf werden ook de aankooprijzen, levensduur, verkoopwaarde, jaarlijks gebruik en onderhoudskost van elke machine bekomen en de kost van verzekering, brandstof, smeerolie, arbeid en interest op het geïnvesteerde kapitaal.

Tabel 1: Overzicht van het oogstexperiment: verschillende oogstketens voor twee verschillende beheeringrepen, kaalkap (K) en dunning (D) (Ø = aftopdiameter, de diameter van de stam op de plaats waar deze gesplitst wordt in de stam voor oogst van rondhout en in de kroon voor oogst van houtsnippers).

Perceel	Oogstketen
K1	Harvester + forwarder voor het rondhout (Ø 12 cm) + Forwarder voor toppen en takken + hakselaar aan de kant van de weg
K2	Harvester + forwarder voor het rondhout (Ø 7 cm) + Forwarder voor toppen en takken + hakselaar aan de kant van de weg
K3	Harvester + forwarder voor het rondhout (Ø 12 cm) + Toppen en takken versnipperd door een mobiele hakselaar achter een tractor
K4	Harvester + forwarder voor het rondhout (Ø 7 cm) + Toppen en takken versnipperd door een mobiele hakselaar achter een tractor
D1	Harvester + forwarder voor de volledige bomen + hakselaar aan de kant van de weg
D2	Harvester + volledige bomen versnipperd in het bestand door een mobiele hakselaar achter een tractor
D3	Harvester + forwarder voor het rondhout + forwarder voor de toppen en takken + hakselaar aan de kant van de weg
D4	Rupskraan met een knipkop + tractor met een uitrijkar voor de volledige bomen + hakselaar aan de kant van de weg



Figuur 2: Tekeningen van de ingezette machines in Bosland: A. harvester, B. rupskraan met knipkop, C. forwarder, D. tractor met uitrijkar, E. hakselaar aan de kant van de weg en F. mobiele hakselaar. (Tekeningen van Inverde, forum voor groenexpertise (2013)).

Aan de hand van de verzamelde gegevens werd in eerste instantie de kost per gepland werkuur van elke machine berekend. Deze kostprijs omvat de vaste kosten, de variabele kosten en de arbeidskost van een gemiddeld gepland werkuur (waarvan dus maar een deel van de tijd effectief gewerkt wordt). De vaste kosten zijn voornamelijk kosten verbonden met de aankoop, verzekering en afbetaling

van de machine, terwijl de variabele kosten voornamelijk verbonden zijn met de effectieve werkuren en dus bijvoorbeeld kost voor brandstof en smeermiddel. Vervolgens werd hieruit de totale kost van een machine per oogstketen berekend en de productiekost per verse ton rondhout en houtsnippers met behulp van de formules uit Tabel 2.

Tabel 2: Formules voor de berekening van: 1. de kost per gepland werkuur voor machine 1; 2. de totale kost van machine 1 voor oogstketen 1; 3. de productiekost van rondhout voor oogstketen 1; en 4. de berekening van de productiekost van houtsnippers voor oogstketen 1.

( $\sum_i \text{Kost}_{M_{rO_i}}$  = Som van de kosten van alle machines nodig voor rondhoutproductie in oogstketen 1;  $\sum_i \text{Kost}_{M_{sO_i}}$  = Som van de kosten van alle machines nodig voor houtsnipperproductie in oogstketen 1; SMH= Scheduled Machine Hours; gt= green ton of verse biomassa).

$$1. \text{Kost}_{M_1} (\text{€/SMH}) = \text{Vaste kost}_{M_1} (\text{€/SMH}) + \frac{\text{Variabele kost}_{M_1} (\text{€/h})}{\text{Gebruiksgraad}_{M_1} (\text{h/SMH})} + \text{Arbeidskost} (\text{€/SMH})$$

$$2. \text{Kost}_{M_{1O_1}} (\text{€}) = \text{Kost}_{M_1} (\text{€/SMH}) \times \frac{\text{Effectief gepresteerde uren}_{M_{1O_1}} (\text{h})}{\text{Gebruiksgraad}_{M_1} (\text{h/SMH})}$$

$$3. \text{Productiekost rondhout}_{O_1} (\text{€/gt}) = \frac{\sum_i \text{Kost}_{M_{rO_i}} (\text{€})}{\text{Oogst rondhout}_{O_1} (\text{gt})}$$

$$4. \text{Productiekost houtsnippers}_{O_1} (\text{€/gt}) = \frac{\sum_i \text{Kost}_{M_{sO_i}} (\text{€})}{\text{Oogst houtsnippers}_{O_1} (\text{gt})}$$

Verder werden op de houtsnipperstalen van elk perceel ook drie kwaliteitsparameters bepaald: het vochtgehalte, de asrest (die onder andere iets zegt over de vervuilingsgraad van de houtsnippers met bodemdeeltjes) en de grootteverdeling van de deeltjes. Deze karakteristieken zijn belangrijk omdat er voor sommige, voornamelijk kleinschaligere toepassingen, vrij strenge eisen gesteld worden aan de houtsnippers: droog, lage asrest en niet te veel heel kleine en heel grote deeltjes.

## Resultaten

Uit de kaalgekapte percelen werd gemiddeld 355 gt (green ton, verse biomassa; voor rondhout van Corsicaanse den geldt dat 1 gt ongeveer overeenkomt met 1 m<sup>3</sup>) rondhout en 90 gt houtsnippers per hectare geoogst. De grootte van de aftopdiameter had een invloed op de verdeling van de sor-

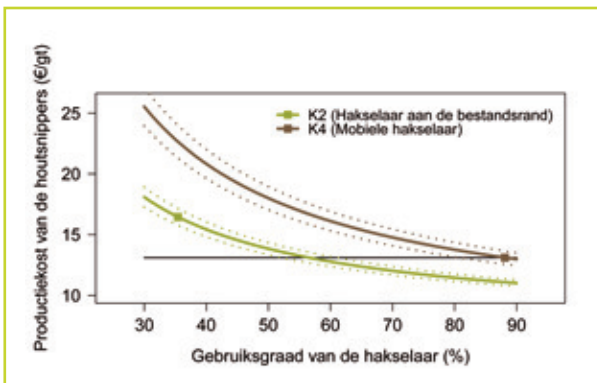
timenten. Een kleinere aftopdiameter (7 cm) resulteerde gemiddeld in 365 gt rondhout en 86 gt houtsnippers per hectare, een grotere aftopdiameter (12 cm) in 345 gt en 93 gt. Bij de dunning waar rondhout geoogst werd, vonden we 61 gt rondhout en 42 gt houtsnippers per hectare, bij de andere dunningen gemiddeld 114 gt houtsnippers per hectare.

In tabel 3 wordt de totale kost van elke machine en de totale productiekost van rondhout en houtsnippers voor elke oogstketen weergegeven. De totale productiekost van rondhout en houtsnippers omvat alle kosten om de bomen uit het bestand te oogsten en te verwerken tot respectievelijk rondhout gestapeld aan de kant van de weg en houtsnippers in een container aan de kant van de weg. In de kaalgekapte percelen vonden we een lagere totale kost voor de mobiele hakselaar dan voor de hakselaar aan de kant van de weg. Bovendien was er bij de oogstketens

Tabel 3: Overzicht per perceel (K voor percelen die kaalgekapte werden, D voor percelen die gedund werden) van de oppervlakte, van de verschillende kosten per machine, van de oogsthoeveelheid, de productiekost, de balans en de opbrengt van houtsnippers en rondhout en van de energetische balans van de houtsnippers. Er werd een onderscheid gemaakt tussen resthoutsnippers waar eerst afzonderlijk rondhout geoogst werd en houtsnippers uit volledige bomen ('whole tree', WT snippers). Bij resthoutsnippers is de kost en het brandstofverbruik van de oogst met de harvester/rupskraan niet ondergebracht in de productiekost en energiebalans omdat deze eigenlijk deel uitmaakt van de voorafgaande rondhoutoogst. Bij de WT houtsnippers is de kost en de energie-input van de harvester/rupskraan ook ingecalculleerd in de productiekost en de energiebalans.

	K1	K2	K3	K4	D1	D2	D3	D4
Perceelsgrootte (ha)	1,15	1,17	0,89	0,92	1,05	1,00	1,35	1,55
Totale oogst rondhout (gt)	401,91	426,58	304,37	336,44			81,74	
Totale oogst houtsnippers (gt)	107,78	100,33	81,44	80,06	99,72	136,52	57,12	170,08
Harvester kost (€)	1728,97	1523,03	1062,97	1240,86	603,78	851,44	705,43	
Rupskraan kost (€)								802,53
Forwarder rondhout kost (€)	866,30	1061,45	704,57	920,85			283,17	
Forwarder biomassa kost (€)	388,84	386,84			307,68		334,44	
Tractor en uitrijkar kost (€)								743,23
Tractor en hakselaar aan de kant van de weg kost (€)	1328,79	1263,47			849,57		579,43	1198,08
Tractor en mobiele hakselaar kost (€)			1010,44	1049,07		1699,13		
Productiekost rondhout (€/gt)	6,46	6,06	5,81	6,43			12,09	
Productiekost van resthoutsnippers (€/gt)	15,94	16,45	12,41	13,10			16,00	
Productiekost van WT houtsnippers (€/gt)				17,66	18,68		16,13	
Balans rondhout (€/gt)	35,54	35,94	36,19	35,57	35,57			29,91
Balans houtsnippers (€/gt)	6,06	5,55	9,59	8,90	8,90	4,34	3,32	6,00
Opbrengst rondhout (€/ha)	12421,70	13104,17	12377,53	365,70	13009,54	0,00	0,00	1810,73
Opbrengst houtsnippers (€/ha)	568,29	476,00	877,80	87,02	774,19	412,19	452,87	253,90
Totale opbrengst (€/ha)	12989,99	13580,17	13255,34	13009,54	13783,72	412,19	452,87	2064,63
Energie-input/ energie-output WT houtsnippers (%)					1,21	1,21		1,44
Energie-input/ energie-output resthoutsnippers (%)	1,11	1,16	0,71	0,79			1,16	

met de mobiele hakselaar geen forwarder nodig om de toppen en takken uit te voeren, wat de productiekost van de snippers uit deze oogstketens duidelijk lager maakt dan die uit de oogstketens met de hakselaar aan de kant van de weg. Het verschil in aftopdiameter had geen eenduidige invloed op de productiekost van het rondhout en slechts een beperkte invloed op de productiekost van de houtsnippers (duurder voor lagere aftopdiameter). Bij de gedunde percelen scoorde de hakselaar aan de bestandsrand beter, omdat de grote mobiele hakselaar moeilijker en dus trager door het gedunde bestand kon bewegen. De kost bij gebruik van een forwarder ligt lager dan voor een uitrijkar met tractor omdat een forwarder op minder tijd meer massa uit het bos kan halen. De rupskraan bleek voordeliger dan de harvester voor het oogsten van volledige bomen wegens de lagere kost per gepland werkuur.



Figuur 3: Scenarioanalyse van de impact van de gebruiksgraad en de aankooprij van de hakselaars op de productiekost van houtsnippers in percelen K2 en K4. Het vierkantje geeft de situatie uit het experiment weer, de volle lijn toont de verandering in productiekost bij een andere gebruiksgraad van de hakselaar. De stippellijnen geven de productiekost weer als de aankooprij van de hakselaar 10% lager of hoger zou liggen. De horizontale lijn geeft de huidige productiekost van de houtsnippers door de mobiele hakselaar weer en toont dus aan dat de gebruiksgraad van de hakselaar aan de kant van de weg moet stijgen tot 56% om de productiekost te laten dalen tot het zelfde niveau als voor de mobiele hakselaar.

Een gevoeligheidsanalyse laat toe om na te gaan welke van de onderzochte kostenvariabelen de grootste invloed heeft op de productiekost van het rondhout en de snippers in elke oogstketen. Voor de productiekost van de houtsnippers in de kaalgekaptte percelen bijvoorbeeld bleek de gebruiksgraad van de hakselaar de belangrijkste variabele te zijn, gevolgd door de aankooprij van de hakselaar. Bij ons terreinexperiment was de gebruiksgraad van de hakselaar aan de kant van de weg bijzonder laag, omdat er telkens grote wachttijden waren doordat het transport van de containers trager verliep dan het vullen ervan. Omdat het hakselen bij een mobiele hakselaar trager verliep was de gebruiksgraad hier veel hoger. Bovendien heeft een mobiele hakselaar ook een eigen opslagcontainer wat er voor zorgde dat er nog even kon doorgewerkt worden als alle containers vol waren. Uit een scenarioanalyse (Fig. 3) blijkt dat als de gebruiksgraad van de hakselaar aan de kant van de weg kon stijgen tot 56% door een betere logistiek in het transport, deze oogstketen toch voordeliger zou geweest zijn. Een beter transport vraagt echter om een betere afstemming van de integrale oogstketen, met een vluigere oogst, vluiger uitrijden van de biomassa en vluiger afvoeren van de houtsnippers en dus simultane inzet van meerdere oogstmachines, uitrijmachines en vrachtwagens. Dit vraagt om een schaalvergroting van het bedrijf, wat niet evident lijkt in de Vlaamse situatie met een beperkt bosareaal.

De analyse van de kwaliteit van de houtsnippers legde enkele te verwachten patronen bloot. Hoe meer groen materiaal er aanwezig was in verhouding tot houtig materiaal, hoe hoger de asrest, het vochtgehalte en het aandeel kleine deeltjes en dus hoe lager de kwaliteit van de houtsnippers. De kwaliteit van de houtsnippers uit de kaalgekaptte percelen was beter bij een hoge aftopdiameter (meer houtig materiaal) en bovendien beter bij een mobiele hakselaar dan bij een hakselaar aan de kant van de weg omdat de biomassa minder handelingen moet ondergaan en dus minder kans heeft om gecontamineerd te geraken met bodemdeeltjes. De laagste kwaliteit van houtsnippers vonden we bij de dunning waar de stammen apart geogst werden als rondhout (laag gehalte houtig materiaal). We

AltiplanoBooks.be

Unieke gidsen en naslagwerken voor natuurliefhebbers

maakt je natuurbeleving nog intenser!



- > ruimste assortiment gidsen & naslagwerken
- > ook moeilijk vindbare items!

Bestel met korting:  
www.altiplanobooks.be

10% korting voor BOS+ leden

vonden ook opnieuw een betere kwaliteit bij het hakselen door een mobiele hakselaar en bovendien een betere kwaliteit bij oogst door een rupskraan met knipkop, die de bomen meer geleidelijk op de grond kon positioneren bij oogst, met een lagere vervuiling tot gevolg.

Aan de hand van het brandstofverbruik van de machines in de verschillende oogstketens en de opbrengst van de houtsnippers kunnen we de verhouding bepalen tussen de energie gebruikt voor de oogst van de houtsnippers en de energie gewonnen uit de houtsnippers (Tabel 3). Deze verhouding is (0,71 - 1,16%) als enkel de toppen versnipperd werden. De oogstketens met de mobiele hakselaar scoorden ook hier beter omdat er slechts een machine ingezet werd, in tegenstelling tot de oogstketens waar aan de kant van de weg gehakseld werd en er dus twee machines ingezet werden: de forwarder om de biomassa te transporteren en de hakselaar. Bij de dunningen waar volledige bomen worden gehakseld lag de verhouding iets hoger (1,22 - 1,44%) omdat ook de brandstof voor de harvester werd meegerekend. Als de biomassa oogst bovenop de conventionele houtoogst komt, is de verhouding dus kleiner (gemiddeld 0,75% bij mobiele hakselaar) dan bij versnippering van volledige bomen (gemiddeld 1,30%).

## Bespreking

Het rondhout en de containers met houtsnippers werden van de stapelplaats aan de bosrand met vrachtwagens getransporteerd naar het spaanplaatbedrijf. Een verse ton rondhout bracht € 50 op en een ton verse houtsnippers € 30 tijdens het veldexperiment in 2013, onafhankelijk van eventuele kwaliteitsverschillen. Aangezien de productiekost van rondhout lager lag, de verkoopprijs hoger en er ook meer rondhout geogst werd per hectare vormde dit een veel belangrijker deel van de inkomsten dan de houtsnippers. Dit zorgde er ook voor dat de oogstketens waar er een maximale hoeveelheid rondhout geogst werd economisch het meest gunstig waren. In de percelen met kaalkap betekende dit dus oogsten met een aftopdiameter van 7 cm, ondanks de iets hogere productiekost van de houtsnippers in deze oogstketens. Voor de dunningen was het voordeligst om de stammen apart te oogsten als rondhout en enkel de toppen te hakselen.

Als we eenvoudig aannemen dat de kostprijs voor transport € 8 per ton bedraagt voor zowel stammen als houtsnippers, zoals aangegeven door de exploitant, kunnen we een balans opmaken voor de inkomsten en kosten van de exploitant voor verschillende oogstketens (Tabel 3). Voor de percelen met kaalkap was de meest gunstige oogstketen (aftopdiameter 7 cm en mobiele hakselaar) goed voor een totale opbrengst per hectare van € 13.008 uit het rondhout en € 774 uit de houtsnippers. In de dunningen bekwamen we per hectare een opbrengst van € 1.811 uit het rondhout en € 254 uit de houtsnippers volgens de

meest gunstige oogstketen. Als we de drie oogstketens vergeleken voor dunningen waar rondhout niet apart geogst werd, vonden we dat gebruik van een rupskraan en een hakselaar aan de kant van de weg de beste oogstketen was met een opbrengst van € 644 per hectare. Dit had nog iets hoger kunnen liggen als in deze oogstketen een forwarder was gebruikt in plaats van een uitrijkar. Het is belangrijk om te vermelden dat alle hoger vermelde opbrengsten geen rechtstreekse winst waren voor het exploitatiebedrijf. Voor de aanvang van de exploitatie werd er door de exploitant immers een som betaald aan de boseigenaar om het hout aan te kopen en de exploitatie uit te voeren en deze aankoopprijs is niet in de bovenstaande balans verrekend. Om van een economisch duurzaam bosbeheer te kunnen spreken vanuit het standpunt van de boseigenaar zou de prijs verkregen van de exploitant voor de aankoop van het hout en het exploitatierecht de kosten voor het beheer (aankoop en planten van jonge boompjes, verplegingsmaatregelen, ...) en het mogelijke verlies aan ecosysteemdiensten van het perceel door de oogst moeten compenseren. De berekende opbrengst uit het rondhout zou hiervoor gebruikt kunnen worden. Gezien de geringe opbrengst bij het oogsten van houtsnippers uit oogstresten en afleveren aan de energiecentrale is het volgens onze gegevens te verwachten dat de bosexploitant geen hoge meerprijs zal kunnen betalen aan de boseigenaar voor de bijkomende biomassa oogst. Zowel de boseigenaar als de bosexploitant zou dus een beperkt financieel gewin overhouden aan het bijkomend oogsten van deze biomassa.

De verhouding tussen de energie-input en de energie-output van het oogsten van houtsnippers is een indicator voor een van de vele aspecten van duurzaamheid. Deze verhouding is in het experiment steeds erg klein (< 1,5%), wat er op wijst dat het op energetisch vlak verantwoord was om de extra oogst van biomassa uit te voeren (voor een vergelijking met ingevoerde houtpellets uit Noord-Amerika zie Box 1).

Tijdens dit onderzoek werd enkel gefocust op het technisch en economisch potentieel van biomassa oogst, met een zijspgong naar de energetische balans. Een duurzaam gebruik van houtige biomassa als hernieuwbare energiebron omvat ook vele ecologische en sociale factoren waarop in dit onderzoek niet wordt ingegaan. Voorbeelden van gevaren op ecologisch vlak zijn overexploitatie of ontbossing met een mogelijk verlies van biodiversiteit en verschillende ecosysteemdiensten zoals koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid en recreatie en ook bijvoorbeeld luchtvervuiling door energieopwekking met gebrekkige uitlaatgasbehandeling (filters en katalysatoren) (BOS+, 2014). Het is dus de vraag hoeveel houtige biomassa er op een duurzame manier uit onze bossen kan gehaald worden. Deze oogstfactor zal moeten variëren met kenmerken van het bestand, zoals de aanwezige biodiversiteit, het bodemtype en de bodemvochtigheidsgraad. In een

dichtbevolkte en weinig beboste regio als Vlaanderen zal het aanbod van duurzame houtige biomassa in elk geval beperkt zijn en niet volstaan voor de voorspelde vraag. Hier en daar kan lokaal geproduceerde, duurzame biomassa in de toekomst echter wel een mooie meerwaarde opleveren in lokale projecten. Op korte termijn is er duidelijk nood aan bindende duurzaamheidscriteria voor zowel lokaal geproduceerde als geïmporteerde houtige biomassa voor energietoepassing in Vlaanderen en Europa. BOS+ (2014) werkte hier rond een interessante visietekst uit die hopelijk ingang kan vinden bij beleidsmakers.

Tijdens het terreinexperiment in Bosland werden ook stalen genomen van de bodem, het strooisel en de geoogste bomen om de afvoer van de nutriënten en de impact op de koolstofcyclus in te schatten en op die manier voor deze ecosystemendiensten de impact van de oogst in te schatten. In een vervolgstudie zullen dus nog enkele extra aspecten van duurzaam gebruik van lokale houtige biomassa als energiebron onderzocht worden, maar ook hierna zal er nog veel onderzoek nodig zijn naar allerlei andere aspecten van duurzaamheid van houtige biomassa ter ondersteuning van de hoger besproken duurzaamheidscriteria. ■

#### Dank

Dit onderzoek zou niet mogelijk geweest zijn zonder hulp en steun van Inverde (Bert Geraerts) en ANB (Johan Agten, Jozef Agten, Dries Gorissen, Gui Winters en Joris Vandervelden) en de exploitanten (Paul Vandervelden en Leon Houbrechts). We willen ook Miet Van Dael (VITO), Luc Pelkmans (VITO), Robert Gruwez (Universiteit Gent) en Pieter De Frenne (Universiteit Gent) uitdrukkelijk bedanken voor hun advies en medewerking aan dit onderzoek.

#### Conclusie en aanbevelingen

- Bij kaalkap van een perceel was het economisch voordelig om een lage aftopdiameter te gebruiken, gezien de meeropbrengst van het rondhout t.o.v. de houtsnippers uit de toppen.
- Bij de dunningen was het economisch niet voordelig om de hele boom te versnipperen. Bij dergelijke dimensies van bomen was de winst onder de huidige marktvoorwaarden groter als het rondhout apart geoogst werd.
- Als bij een vroege dunning toch volledige bomen werden versnipperd, is het best om de bomen te oogsten met een rupskraan met knipkop, uit te rijden met een forwarder en te hakselen aan de kant van de weg.
- Voor productie van houtsnippers uit toppen afkomstig van kaalgeslagen percelen vonden we dat een mobiele hakselaar de goedkoopste optie was en bovendien een hogere kwaliteit houtsnippers leverde. Als de wachttijd van de hakselaar aan de kant van de weg echter zou kunnen beperkt worden, was deze techniek goedkoper.
- Het aanbod van houtige biomassa uit Vlaanderen is beperkt, maar lokale productie van houtsnippers uit oogstresten is op energetisch vlak een stuk efficiënter dan import van houtpellets uit pakweg Noord-Amerika. De omzetting van houtige biomassa naar energie gebeurt best met warmte-krachtkoppeling.
- Ook in Vlaanderen moet gewaakt worden over de duurzaamheid van het oogstproces op (middel)lange termijn. Houtige biomassa kan enkel duurzaam geoogst worden onder de besproken technische, economische en energetische voorwaarden als er ook voldaan wordt aan verschillende sociale en ecologische duurzaamheidscriteria. Er is dringend nood aan bindende duurzaamheidscriteria voor zowel lokaal geproduceerde als geïmporteerde houtige biomassa voor energietoepassing in Vlaanderen en Europa.

#### Referenties

[www.bosplus.be](http://www.bosplus.be) > Kenniscentrum > Publicaties > Bosrevue

### 18 mei Excursie Bosreservaat Wijnendalebos (Ichtegem, W-VL)

Ondertussen bedekken de bosreservaten in Vlaanderen al meer dan 3000 hectare. In deze ecologisch zeer waardevolle bossen mag de natuur volledig zijn gang gaan. Dit levert pareltjes op waar heel wat te ontdekken valt: Europese topnatuur in Vlaanderen! Ieder jaar probeert BOS+ er eentje te bezoeken. Dit jaar is het Wijnendalebos aan de beurt. In dit – naar Vlaamse-, en zeker West-Vlaamse normen – grote bos (181 ha) ligt een bosreservaat van 90 ha, dat normaal niet toegankelijk is.

Dé expert op vlak van bosreservaten, Kris Vandekerckhove van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (INBO) zal ons mee op sleeptouw nemen. Recent is er in het reservaat een tweede inventarisatie gebeurd, dat biedt de gelegenheid om de spontane ontwikkeling te bestuderen en de huidige toestand te vergelijken met die van 10 jaar geleden. Uiteraard zal er ook tijd zijn om te genieten van al het moois wat het Wijnendalebos te bieden heeft.

We spreken af op zondag 18 mei om 14u op de parking aan het Fonteinpad in Ichtegem. Rond 17u zijn we daar terug. Deelnemen is gratis maar inschrijven is verplicht via [www.bosplus.be](mailto:sander.vandaele@bosplus.be). Meer info kan je krijgen bij [sander.vandaele@bosplus.be](mailto:sander.vandaele@bosplus.be)/ 09/264.90.54.

