

Your partner in bioenergy

INNOVATIEVE TECHNOLOGIE IN BEHEER EN OOGST VAN HOUTIGE BIOMASSA

TEBE214007

EINDRAPPORTAGE



Colofon

Titel	Innovatieve technologie in beheer en oogst van houtige biomassa
Client	RVO
Datum	Juni 2017
Auteurs	R. (Rik) te Raa, MSc. (BTG), S. (Swinda) Pfau MSc., ir. A.P.P.M. (Sandra) Clerkx (Alterra), H. (Hans) Massop (Natuurmonumenten), H.J. (Harm) Jan Hissink (Firma Hissink en Zonen).
Contact	BTG Biomass Technology Group BV P.O. Box 835 7500 AV Enschede The Netherlands T. +31 (0)53 486 1186 F. +31 (0)53 486 1180 W. www.btgworld.com E. secretariaat@btgworld.com

© 2017 bij BTG Biomass Technology Group BV

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, film of welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van BTG Biomass Technology Group BV.

INHOUDSOPGAVE

1.	Samenvatting	1
2.	Toelichting verandering t.o.v. projectplan.....	4
4.	Biomassamodule.....	6
4.1	Ontwikkeling.....	6
4.1.1	Activiteiten	6
4.1.2	Proces	6
4.1.3	Resultaten.....	10
4.2	Validatie van de biomassamodule.....	17
4.2.1	Activiteiten	17
4.2.2	Proces	17
4.2.3	Resultaten.....	18
4.3	Producten	24
5.	Mobilisatie houtoogst particulier bosbezitter	25
6.	Ontwikkeling oogstmachine	30
6.1	Ontwikkeling.....	30
6.2	Marktonderzoek oogstmachine	32
6.2.1	Gebruikers/ loonwerkers.....	32
6.3	Ontwerp van de oogstmachine	34
6.3.1	Ontwerp.....	35
6.3.2	Technische tekeningen	35
6.4	Bouw van de machine	38
6.5	Testen van de machine.....	39
6.5.1	In house testen	39
6.5.2	Testen in het veld	40
6.6	Huidige status en verdere ontwikkeling.....	43
6.7	Financiële berekeningen oogstmachine.....	43
6.7.1	Kostenschatting machine	43
6.8	Risicoanalyse.....	47
7.	Conclusie	48
	Bijlage A: Bos- en maatregelenplan	50

1. SAMENVATTING

Het doel van deze studie is geweest de kosten van houtoogst te reduceren. Dit is gedaan door onderzoek te doen naar drie verschillende pijlers in de oogst van houtige biomassa. De eerste pijler was gericht op efficiëntieverbeteringen in de oogst en logistiek van houtige biomassa door gebruik te maken van slimme software om verschillende bospercelen van boseigenaren en tussen boseigenaren te bundelen. Ten tweede werd er gericht op de (kleinere) particuliere boseigenaren. Een substantieel gedeelte (eenderde) van de Nederlandse bossen is in eigendom van particuliere eigenaren. De houtoogst bij deze groep is lager ten opzichte van de grotere boseigenaren. Onderzoek is gedaan naar de beweegredenen van de particuliere boseigenaren om wel of niet hout te oogsten. Uit de resultaten van dit onderzoek is een plan van aanpak opgesteld hoe de houtoogst bij deze groep vergroot zou kunnen worden. De derde en laatste pijler is gericht op de oogstmethode van tak- en tophout naar houtchips. De huidige oogstmethode bestaat uit verschillende stappen: concentreren, uitrijden, chippen en opscheppen. De bedoeling van de nieuwe oogstmachine is dat al deze processen in één werkgang plaats vinden door één machine. Een prototype van deze machine is gebouwd.

De beheerssoftware CMSi wordt gebruikt door de grotere boseigenaren zoals Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en De 12Landschappen. Het doel was in eerste instantie om dit programma uit te breiden met een softwaresysteem voor de bundeling van percelen voor de oogst en verwerking. Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat de implementatie van CMSi achter blijft. Dit wordt veroorzaakt door de verschillende werkmethodes zowel binnen organisaties als tussen organisaties. Tevens zorgt de grootte, complexiteit en enorme data invoer in CMSi dat de implementatie achterblijft. Daarnaast zijn de kosten voor het gebruik van CMSi relatief hoog. Dit zorgt ervoor dat de kleinere (particuliere) boseigenaren niet van plan om ook CMSi te gaan gebruiken. Dit heeft er toe geleid dat de software (biomassamodule) losgekoppeld is van CMSi. Nu is de biomassamodule te gebruiken voor zowel de eigen invoer van data als het gebruik van data uit CMSi. Dit heeft als voordeel dat het voor iedereen toegankelijk is.

De biomassamodule bestaat uit twee onderdelen, te weten de interface (wat ziet de gebruiker op zijn scherm) en het dataprotocol (welke berekeningen vinden er plaats). Een ontwerp voor de biomassamodule is gemaakt. Vervolgens is het ontwerp van de biomassamodule gevalideerd door data van bospercelen te gebruiken uit de regio Twente. Naast gegevens van Natuurmonumenten hebben andere eigenaren data aangeleverd voor de validatie. Om genoeg gegeven te krijgen zijn hier nog extra percelen aan toegevoegd. Deze extra percelen zijn bij benadering zo realistisch als mogelijk bepaald.

De kostenbesparing die gerealiseerd kan worden door gebruik te maken van de biomassamodule ligt tussen de 5-25% afhankelijk van de grootte van de percelen. Dit is onder andere afhankelijk van het aantal percelen, de transportafstanden, de oogsthoeveelheid, etc. Over het algemeen kan gezegd worden: hoe kleiner de percelen en hoe meer gebundeld kan worden, des te groter de besparing.

Onderzoek naar de beweegredenen van particuliere eigenaren is uitgevoerd. Daarbij is onderzocht wat belangrijke factoren zijn om de houtoogst bij hun te vergroten. Belangrijke pijlers hierin zijn informatievoorziening, samenwerking en verbetering van de financiële situatie bv door subsidies. Hieruit is een plan van aanpak opgesteld.

Acties die voorgesteld worden in dit plan van aanpak zijn:

- Voorlichting voor particuliere eigenaren, omdat gebrek aan kennis één van de barrières is die genoemd worden door de eigenaren zelf. Hierbij speelt het beeld van particulieren een rol dat:
 - Het bos vaak te klein is of te weinig oplevert
 - Boseigenaren niet bekend zijn met bosbouw en de sector
 - Angst en wantrouwen ontstaan door misbruik van derden of vernieling van het bos

Belangrijk zijn dus de voorlichting over goed en duurzaam bosbeheer en over het belang van oogsten, maar ook kennis over welke partijen de bouseigenaren daarbij kunnen ondersteunen.

- Stimuleren van samenwerking, omdat projecten uit het verleden hebben laten zien dat lidmaatschap in een collectief een effectieve manier kan zijn om particuliere eigenaren te activeren. Cruciaal voor het slagen hiervan is dat de coördinatie van collectieven niet in handen komt van een commerciële partij. Ook bij samenwerking is communicatie en voorlichting naar de bouseigenaren nodig.
- Verbeteren van de financiële opbrengsten van bosbeheer en houtoogst blijkt ook voor een deel van de eigenaren belangrijk te zijn. Hiervoor zijn op verschillende terreinen acties voor te stellen:
 - Stimuleren van innovatie op gebied van technieken, logistiek en verbouwing
 - Betere toegang tot markten (bv door samenwerking)
 - Subsidies op beheersactiviteiten, waarbij subsidies ook sturend kunnen zijn op de keuzes van de bouseigenaren voor klimaatbestendigere herkomsten of beter uitgangsmateriaal met hoogwaardiger sortimenten als resultaat.
 - Evaluatie van de effecten van bestaande (natuur) subsidies op de houtoogst.

Om deze acties uit te voeren wordt voorgesteld om een “houtmobilisatiecoördinator” aan te stellen, die de voorlichting kan initiëren, samenwerkingsverbanden kan steunen en kan helpen met het verspreiden van succesverhalen. Flankerend hieraan kunnen een aantal beginnende collectieve samenwerkingsverbanden gesteund worden, waarbij zoveel mogelijk uitgegaan zal worden van bestaande organisaties/structuren. Tot slot is onderzoek naar de geschiktheid van het huidige subsidiesysteem en naar de resultaten van houtmobilisatie belangrijk.

De derde pijler was gericht op de ontwikkeling van een oogstmachine die in één werkgang tak- en top hout kan oprapen, verkleinen en opslaan in een bunker. De ontwikkeling was vooral gericht op de opraapunit, want dit is nog niet bestaande technologie. Voordat de

ontwikkeling van start is gegaan is er eerst een uitgebreide evaluatie gedaan onder de gebruikers (loonwerkers) en terreinbeheerders. Hieruit is naar voren gekomen dat de gebruikers zich richten op oogstmachines met grote capaciteit, lage kosten en goede kwaliteit houtchips. Terreinbeherende organisaties willen graag een machine die met lage kosten en een lage bodemdruk kan werken.

Vervolgens is er een ontwerp van de oogstmachine is gemaakt en uitgewerkt in technische tekeningen. De machine is gebouwd en vervolgens getest. Het principe en de werking van de oogstmachine is aangetoond. Het belangrijkste onderdeel van deze machine die dit mogelijk maakt is de opraapunit. De opraapunit is in staat om het tak- en tophout van de grond op te rapen, deels te verkleinen, vervolgens te zeven en in te voeren in de chipper. Echter werkt de invoer nog niet optimaal. Bij een te grote aanvoer van tak- en tophout stropen de takken de invoer. Om voldoende capaciteit te halen is het noodzakelijk dat de invoer voldoende capaciteit heeft.

Er is vraag naar deze machine vanuit de markt. Uit de veldtests is gebleken dat er ook vraag is naar een machine die lichter en kleiner is. Nu is de machine nog vrij groot mede doordat de gebruikte zelfrijder voor handen was. De machine kan kleiner gemaakt worden en lichter. Door gebruik te maken van bredere band of rupstracks wordt de bodemdruk zelfs nog lager. De firma Hissink zal de invoer van de opraapunit verder doorontwikkelen om de invoerbruikbaar te maken voor hogere capaciteiten. Tevens zal hij zich daarna gaan richten op de ontwikkeling van een lichtere en smallere variant.

2. TOELICHTING VERANDERING T.O.V. PROJECTPLAN

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste veranderingen ten opzichte van het projectplan beschreven. Dit zijn wijzigingen in de uitvoering en de begroting. In het verdere deel van de eindrapportage worden de wijzigingen verder omschreven samen met de verdere uitvoering van het project.

Wijzigingen ten opzichte van het projectplan:

- Bij de inventarisatie naar de werkprocessen bij landschapsbeheerders werd al snel duidelijk dat er aanmerkelijke verschillen zijn in werkwijze. Zelfs tussen verschillende beheerseenheden van dezelfde organisatie is de werkwijze uiteenlopend. De implementatie van CMSi is daardoor complex en vertraagt. Tevens bleek ook dat particuliere beseigenaren geen CMSi willen gebruiken, omdat de kosten hiervan te hoog zijn. Om deze redenen is er vanaf geweken om een uitbreiding te maken op CMSi. Hierdoor is ervoor gekozen om een biomassamodule te ontwikkelen die alleenstaand functioneert. Wel is het mogelijk om data uit CMSi voor input te gebruiken. Tevens is het ook mogelijk om data handmatig in te voeren, bijvoorbeeld door particuliere beseigenaren.
- Bij de oogstmachine is de opraapunit het belangrijkste onderdeel geweest die is ontwikkeld in dit project. In eerste instantie werd gedacht dat de opraapunit op een chipper werd gemonteerd achter een trekker. Tijdens het project is dit gewijzigd in een zelfrijder. Een zelfrijder was beschikbaar om de opraapunit met chipper te monteren. Daardoor was een trekker in het project niet meer nodig. Door deze wijziging zijn de projectkosten van projectpartner Alfred van Donselaar lager geworden dan eerst begroot. De firma Hissink heeft daardoor zijn projectkosten zien stijgen. Dit is ook terug te zien in de subsidievaststelling.

Toelichting begroting:

- BTG heeft in totaal 232.850 euro aan projectkosten gemaakt. De uitvoering heeft iets minder uren in beslag genomen dan begroot.
- Alterra heeft dezelfde projectkosten gehad als begroot.
- Natuurmonumenten heeft dezelfde projectkosten gehad als begroot.
- Firma Hissink en Zonen heeft meer projectkosten gemaakt. Dit komt doordat de componenten meer hebben gekost dan begroot. Tevens heeft Hissink meer uren besteed in de uitvoering. Dit is ook veroorzaakt, doordat de componenten op een zelfrijder zijn gebouwd. Dit heeft geresulteerd in meer projectkosten bij Hissink en minder projectkosten bij Alfred van Donselaar, omdat er geen trekker benodigd was.
- Alfred van Donselaar heeft minder projectkosten gehad dan besteed. Dit is doordat er geen trekker benodigd was. Zie ook omschrijving bij de firma Hissink.

Kennisverspreiding:*Presentatie biomassamodule*

Video over de biomassamodule. Te vinden op:

<https://www.youtube.com/watch?v=QDH2piAJaOA>

Bosmaatregelenplan

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden Natuurmonumenten

Clerkx, A.P.P.M., G.M. Hengeveld, M.J. Schelhaas & A.T.F. Helmink. 2016. *Boseigendom in Twente en Salland; Resultaten van een enquête onder kleine boseigenaren in Twente en Salland*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2731

Sandra Clerkx, Patrick Reumerman, Mart-Jan Schelhaas & Rik te Raa. 2016. Plan van aanpak voor houtmobilisatie bij particuliere boseigenaren. BTG Biomass Technology Group BV, Enschede.

Film over de oogstmachine. Deze is te vinden op:

<https://www.youtube.com/watch?v=GifAnHmiWQU>

4. BIOMASSAMODULE

4.1 Ontwikkeling

Een collectieve houtoogst op gebiedsniveau verlaagd de kosten voor houtoogst en verhoogd de beschikbaarheid van biomassa. In dit hoofdstuk beschrijven we de ontwikkeling van de biomassamodule – een tool die mogelijkheden tot bundelen van houtoogst inzichtelijk maakt. Door de biomassa van verschillende percelen in een gebied gezamenlijk te oogsten, verwerken en af te zetten, kunnen de kosten worden verlaagd. Hierdoor kunnen niet-rendabele percelen rendabel worden gemaakt. Beide ontwikkelingen zorgen er dus voor dat meer biomassa beschikbaar komt tegen lagere kosten.

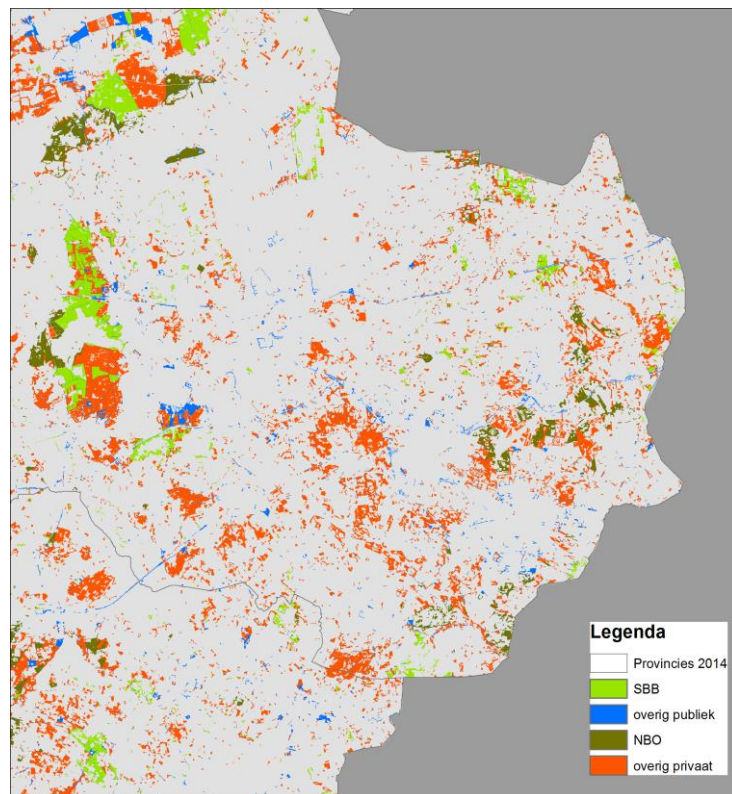
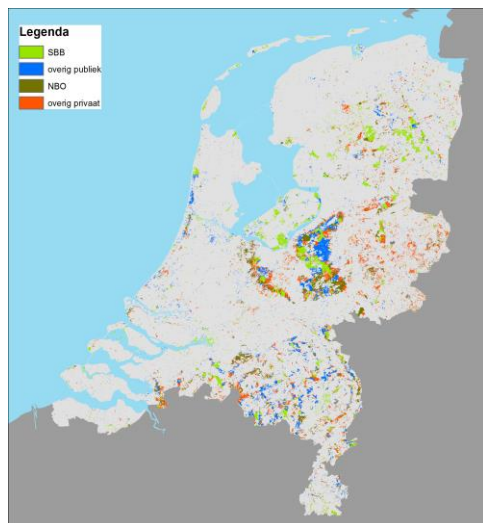
4.1.1 Activiteiten

Tijdens de ontwikkeling van de biomassamodule zijn een aantal activiteiten uitgevoerd die ervoor zorgen dat de biomassamodule zo goed mogelijk aansluit bij de behoeftes van bos- en natuurbeheerders:

- Verkenning werkprocessen en doelgroepenonderzoek: de bestaande werkprocessen om van een visie tot houtoogst te komen zijn geanalyseerd en vergeleken tussen verschillende beheerorganisaties. Vervolgens is een doelgroepenonderzoek uitgevoerd om de wensen en eisen van beheerders voor de biomassamodule te bepalen.
- Systeemaanpak en aansluiting particuliere eigenaren: Gebaseerd op het doelgroepenonderzoek is een systeemaanpak ontwikkeld en onderzocht op het meest geschikte organisatiemodel voor aansluiting van particuliere eigenaren.
- Modelleren productonderdelen biomassamodule: gebaseerd op de resultaten van de voorgaande activiteiten is een Programma van Eisen opgesteld en vertaald in verschillende onderdelen van de biomassamodule: een interface en een dataprotocol, die aansluiten bij de behoeftes van zowel bos- en landschapsbeheerders als particuliere eigenaren.
- Impactanalyse en kostenschatting: er is onderzocht welke impact het gebruik van de biomassamodule voor de natuurbeheerders zou hebben en een kostenschatting gemaakt voor de verdere ontwikkeling.
- Onderzoek andere biomassatypen: er is geïnventariseerd hoe de biomassamodule zou kunnen worden aangepast om de tool toe te kunnen passen voor het beheer van andere biomassastromen.

4.1.2 Proces

Het Nederlandse bos kenmerkt zich door de kleinschaligheid en gefragmenteerdheid van bospercelen. Daarbij komt ook dat het bezit van de bossen verdeeld is over een aantal grote eigenaren en heel veel kleinere (particuliere) eigenaren. In onderstaand figuur is zichtbaar gemaakt voor de regio Twente waar zich de bossen bevinden en wie de eigenaren zijn van de bospercelen.



Figuur 1: Bospercelen en eigendom.

Houtoogst uit bos kent belemmeringen, groot potentieel onbenut

Het Nederlands bos kent zijn belemmeringen op het gebied van houtoogst. Dit wordt vooral veroorzaakt door:

- Kleinschalig Nederlands landschap: verschillende eigenaren, oogsttijden en kwaliteiten.
- Houtoogst is vaak geen doelstelling bij kleinere particuliere boseigenaren; wel 32% van bos in eigendom.
- In Nederland heerst een laag oogstniveau (55% van de bijgroei) i.v.m. hoge kosten van oogst en verwerking.

Nederland heeft de doelstelling om meer duurzame energie te gaan produceren. In 2020 zal 14% van de energieproductie uit duurzame bronnen geproduceerd moeten worden. Bio-energie is hier onderdeel van en daarom zal het aanbod aan houtige biomassa moeten worden verhoogd. De uitdagingen die houtoogst met zich meebrengt zijn:

- Meer biomassa oogsten
- Reduceren oogstkosten

CMSi

CMSi is een compleet beheersysteem en planningsinstrument voor duurzaam en modern beheer van natuur en landschap. De grotere Nederlandse terreinbeherende organisaties waaronder Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en deels De12Landschappen hebben gezamenlijk CMSi ontwikkeld en zijn bezig met de implementatie van deze software. Naast de grote landelijke organisaties is het doel dat ook kleinere particuliere boseigenaren gebruik kunnen maken van CMSi. Door de werkwijze van CMSi is informatie makkelijk uit te

wisselen en wordt kennisuitwisseling binnen en tussen de organisaties gestimuleerd. CMSi is modulair opgebouwd en daarmee relatief eenvoudig uit te breiden.

Oplossingen zijn te vinden in de bundeling van onderhoudswerken (dunningen/percelen) op gebiedsniveau. Tevens kan door samenwerking tussen boseigenaren ook bundeling plaats vinden in houtoogst. Deze bundeling kan bereikt worden door gebruik te maken van de software CMSi.

Doel:

- Biomassamodule uitbreiding op CMSi die beheerders helpt om slimme keuzes te maken voor collectieve houtoogst, verwerking en afzet biomassa (tak- en tophout)
- Biomassamodule voor bundelen biomassa stromen
- Collectieve houtoogst op gebiedsniveau
- Bundeling leidt tot efficiënte inzameling en afzet van biomassa
- Verhoogd aanbod en gereduceerde prijs voor houtige biomassa uit bos en landschap
- Integratie met CMSi, nu eerst inventarisatie Natuurmonumenten, straks uitbreiding andere partijen.

Huidige werkprocessen boseigenaren

Voor de verkenning van werkprocessen, het doelgroepenonderzoek en de aansluiting van particuliere eigenaren bij de biomassamodule zijn interviews en gesprekken gevoerd met verschillende medewerkers van natuurorganisaties en particuliere eigenaren. In onderstaande tabel is aangegeven met welke medewerkers van landgoederen of boseigenaren is gesproken. De meeste zijn afkomstig uit de regio Twente en omgeving.

Tabel 1: Medewerkers en boscijzenaren.

nr	Naam	organisatie	functie
1	Hendrik Jan ter Weeme	Staatsbosbeheer	Adviseur en coördinator biomassa
2	Louis Welhuis	Welhuis B.V.	
3	Arie Rouwhof	Staatsbosbeheer	Beheerder (beheerseenheid Salland)
4	Arie Peters	Staatsbosbeheer	
5	Gert-Jan Roelofs	Stichting Twickel	Beheerder
6	Erik Sonder	Coöperatie Bosgroep Noord-Oost Nederland u.a.	Regiobeheerder Twente
7	Kristian van Oene	Landschap Overijssel	CMSi verantwoordelijke
8	Bernard Rouffaer	Het Lankheet	
9	Jan Jannink	Landgoed het Waarrecht	
10	Sandra Clerkx	Alterra	Onderzoeker
11	Jaap in 't Veld	Natuurmonumenten	Beheerder

Op basis van de resultaten van deze gesprekken is het programma van eisen opgesteld. De belangrijkste conclusies hieruit zijn:

- CMSi is een groot en complex programma. Tot nu toe wordt dit alleen gebruikt bij de grotere terreinbeherende organisaties. Daarbij komt ook nog dat het nog lang niet overal binnen deze organisaties wordt gebruikt. Het wordt uitgerold. Door de grootte en complexiteit van het programma vergt dit extra inzet van het personeel.
- De kleinere organisaties zien de samenwerking en bundeling van houtoogst wel zitten. Het gebruik van CMSi en de bijkomende kosten zijn relatief duur. De voorkeur gaat hier dus niet naar uit onder de kleinere eigenaren.

De systeemaanpak is gepresenteerd bij een regionale bijeenkomst met belanghebbenden in het bosbeheer in het pilotgebied Twente. Tijdens deze bijeenkomst is feedback verzameld van verschillende beheerorganisaties en enkele particuliere eigenaren. Een belangrijke conclusie was dat de biomassamodule een op zich zelf staand programma moet zijn en geen uitbreiding op CMSi. De biomassamodule verkrijgt de gegevens van CMSi (indien gebruik wordt gemaakt van CMSi) of door eigen invoer (indien geen gebruik wordt gemaakt van CMSi).

De systeemaanpak is vervolgens vertaald in een functioneel ontwerp voor de biomassamodule. In de ontwerpfase heeft steeds een terugkoppeling met Natuurmonumenten plaatsgevonden, om optimale functionaliteit en toepasbaarheid te garanderen.

Het functionele ontwerp bestaat uit een:

- Interface
- Dataprotocol

Vervolgens is de validatie van de biomassamodule uitgevoerd met gegevens verkregen van boseigenaren uit de regio Twente.

4.1.3 Resultaten

Werkprocessen, doelgroepenonderzoek en programma van eisen

Natuurmonumenten bestaat uit twee geledingen: de vereniging en de werkorganisatie. Voor dit project zijn vooral de beheereenheden van belang. De beheereenheden beheren een of meerdere natuurgebieden en werken samen met de omgeving. Elk natuurgebied is voor de organisatie van het beheer onderverdeeld in vakken en afdelingen. De planning van natuurbeheer geschied vanuit een langetermijn visie, die wordt vertaald in een jaarlijks werkplan. Hiervoor worden een natuurvisie, een meerjarenplan en een jaarplan/activiteitenplan opgesteld, weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2: Beheersplanning.

Natuurvisie	Meerjarenplan	Activiteitenplan
18 jaar	6 jaar	1 jaar
Vertaling van het toekomstbeeld naar het beheer	Vertaling natuurvisie naar zesjarig uitvoeringsplan	Beheermaatregelen bepaalt per vak en afdeling in tabelvorm
Beschikbaar in rapport en video	Na elke zes jaar evaluatie van het beheer met behulp van een kwaliteitstoets	Maatregelenkaart in CMSi

Specifiek voor de bossen worden er bosmaatregelenplannen opgesteld, waarin visie, doel en vrijkomend hout voortschrijdend worden vastgelegd. De beheermaatregelen worden per vak en afdeling bepaald, deze worden weergegeven in CMSi. Er is dan een goed overzicht waar de komende jaren hout en/of houtige biomassa vrijkomt bij het beheer.

De uit te voeren maatregelen zijn gericht op het behalen van lange termijn doelen in een natuurgebied. Houtoogst is geen primair doel, maar wel een bijkomstig voordeel. Aan de hand van het bosmaatregelenplan kan een goede inschatting worden gemaakt van de te verwachten houtoogst per seizoen. Deze gegevens kunnen vervolgens in de biomassamodule worden gebruikt om de biomassaopbrengst te berekenen en bundelingsmogelijkheden inzichtelijk te maken.

Gebaseerd op het doelgroepenonderzoek is een programma van eisen opgesteld. Dit dient als een lijst van randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de biomassamodule. Het programma van eisen onderscheidt tussen:

- Eisen (criteria waaraan moet worden voldaan)
- Wensen (wordt ontwikkeld indien mogelijk)
- Toekomst (wens voor toekomst waar rekening mee wordt gehouden)

Deze eisen en wensen zijn in kaart gebracht bij verschillende doelgroepen (Beheerder, Verkoper, Finance & Controle). Het programma van eisen is weergegeven in onderstaande tabel.

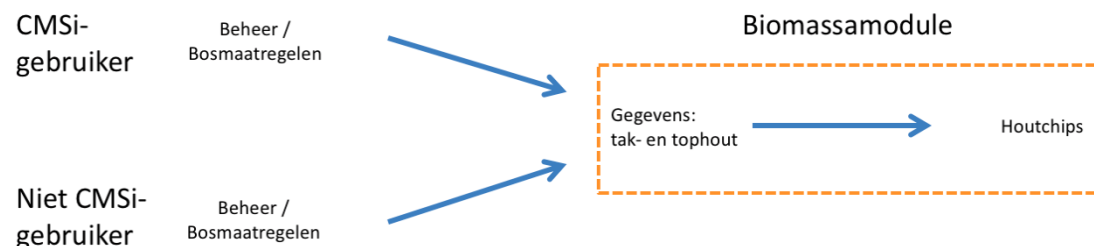
Tabel 3: Eisen, wensen, toekomst van de biomassamodule.

Doelgroep	Eis/ Wens/ Toekomst	Beschrijving
Beheerder	Eisen	• Inzicht in het aanbod biomassa (resultaat ton houtchips, vochtpercentage, type biomassa: loofhout/ naaldhout, met/ zonder blad of naalden, etc.) • Een afweging of biomassa wel/ niet geoogst zal moeten worden vanuit natuurdoelstellingen • Maken van een werk- en instructiekaart per vak en afdeling: inrijden/ uitrijden machines, losplaats houtchips • Bundelen van houtoogst werkzaamheden zowel bij verschillende percelen van de terreinbeheerder als gezamenlijk met meerdere terreinbeheerders • Aanbesteden van werk, individueel of gezamenlijk
	Wensen	• Nu is de CMSi biomassamodule alleen gepland voor gebruik op computers. De wens is dat deze ook op tablets of smartphones gebruikt kan worden. • Percelen in kaart brengen met GPS/ GIS
	Toekomst	• Nu wordt alleen rekening gehouden met houtige biomassa van tak- en tophout. In de toekomst zal dit uitgebreid worden naar meerdere biomassa-stromen.
Verkoper	Eisen	• Uit de CMSi biomassamodule wordt als resultaat gegeven waar en wanneer de biomassa beschikbaar is. Dit volgt uit de onderhoudsplanning van beheerders in het veld.
	Wensen	• De biomassa module geeft inzicht in afzetmogelijkheden. Waar zijn de afnemers van de biomassa, wat is hun behoefte en welke kwaliteit houtchips hebben ze nodig?
	Toekomst	• In de toekomst wordt dit uitgebreid met een interactieve module waarin afnemers de vraag kenbaar kunnen maken. De biomassa module wordt dan tevens een handelsplatform.
Finance & Controle	Eisen	• Uitgangspunt is de onderhoudsplanning van de beheerders in het veld en de kosten houtoogst van beheerders en inkomsten uit verkoop van hout van de

		afdeling verkoop.
	Toekomst	Koppelen van budgetten aan onderhoudswerkzaamheden

Biomassamodule als zelfstandige tool

Voor een goede werking en impact van de Biomassamodule is het wenselijk dat gegevens worden uitgewisseld tussen verschillende beheerders, vooral in hetzelfde gebied. Hierdoor kan de bundeling van biomassastromen van verschillende beheerders worden gestimuleerd. Uit het doelgroepenonderzoek en de analyse naar geschikte organisatiemodellen voor de aansluiting van particuliere eigenaren blijkt dat CMSi niet door alle beheerders op dezelfde manier zal worden gebruikt. Kleine eigenaren zullen CMSi niet op korte termijn gaan gebruiken, en zelfs beheerders binnen dezelfde organisatie, zoals Natuurmonumenten, werken op verschillende servers en zetten CMSi op verschillende manieren en detailniveaus in. Het oorspronkelijke idee om de Biomassamodule als onderdeel van en aanvulling op CMSi te ontwikkelen, zou dus leiden tot een beperking van de mogelijke gebruikers tot enkele beheerders. Dit brengt het doel om in een bepaald gebied biomassastromen te bundelen in gevaar. Gedurende het project is daarom met alle projectpartners besloten, om CMSi en de Biomassamodule gescheiden te houden. Door de Biomassamodule als los programma aan te bieden, kunnen verschillende manieren van data invoer worden gerealiseerd. Dit maakt het voor alle type beheerders mogelijk de Biomassamodule te gebruiken. Onderstaand figuur schetst dit concept.



Figuur 2: Inputmogelijkheden biomassamodule.

Er zijn drie beoogde manieren van data invoer:

1. Import uit CMSi
2. Import van een oogstmachine met ISOBUS-dataprotocol
3. Handmatige data invoer

Hierbij is rekening gehouden met de data die de beheerders in de praktijk kunnen aanleveren, gevalideerd door enkele particuliere eigenaren en Natuurmonumenten.

In onderstaande tabel is weergegeven welke data verzameld moet worden om de Biomassamodule in te kunnen vullen:

Tabel 4: Dataverzameling biomassamodule.

Data	Eenheid of keuzemogelijkheid
Locatie Percelen	GPS
Locatie of opslagplaats biomassa of chips	GPS
Locatie Uitrijplaats gebied	GPS
Informatie over chippen	Reeds gechipt chippen in bestand chippen buiten bestand
Oogstjaar	Jaar
Oostperiode	Voorjaar Najaar
Type Biomassa	Loofhout Naaldhout
Verwachte of gemeten opbrengst rondhout	m ³

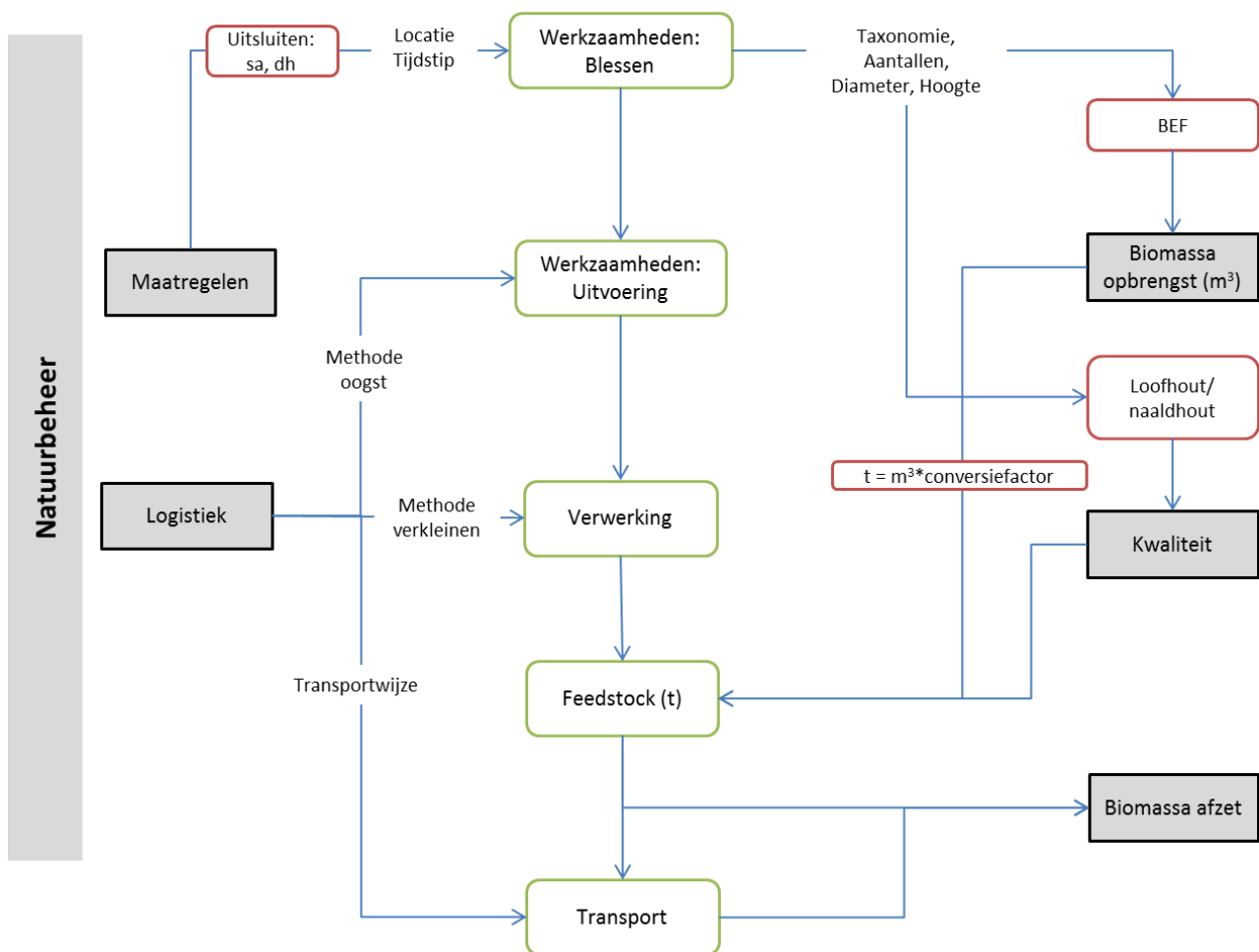
CMSi en de Biomassamodule werken dus onafhankelijk van elkaar, maar de functies sluiten goed op elkaar aan. In onderstaande tabel is weergegeven hoe beide programma's op elkaar aansluiten.

Tabel 5: aansluiting biomassamodule en CMSi.

Eigenschap	CMSi	Biomassamodule
Doel	Beheersysteem	Bundeling van biomassastromen
Functionaliteit	Beheerplanning	Weergave mogelijkheden tot bundelen
Resultaat	Data over biomassa	Verbinding van locaties waar tak- en tophout vrijkomt zowel bij eigen percelen als percelen van andere beheerders
Relatie	Levert data over biomassa aan de Biomassamodule	Gebruikt outputgegevens CMSi en dient als input voor afzetkanalen

Ontwerp biomassamodule

Het hoofddoel van de biomassamodule is om mogelijkheden voor bundeling van biomassastromen inzichtelijk te maken en weer te geven welke kostenbesparing er door bundeling in de regio mogelijk is. Het ontwerp van de biomassamodule bestaat uit twee onderdelen: een interface en een dataprotocol. Beide worden als producten van dit project opgeleverd. De interface is de zichtbare kant van de biomassamodule. In het ontwerp van de interface is rekening gehouden met de data die verschillende beheerorganisaties en particulieren kunnen aanleveren, hun manier van werken en het programma van eisen. Het dataprotocol is de achterkant van de biomassamodule, waar alle berekeningen plaatsvinden, gedeeltelijk door toepassing van default waardes. Dit is voor de gebruiker van de biomassamodule uiteindelijk niet zichtbaar. De interface biedt de gebruiker de mogelijkheid om op een visueel aantrekkelijke manier data in te voeren die vervolgens door het dataprotocol wordt gebruikt voor berekeningen. De resultaten worden wederom weergegeven in de interface. In onderstaand figuur is de werking van het dataprotocol weergegeven door middel van een stroomschema.



Figuur 3: werking dataprotocol.

Functionaliteiten biomassamodule

De biomassamodule identificeert welke onderhoudsactiviteiten van dezelfde of verschillende beheerders gebundeld kunnen worden. Dit betreft onderhoudsactiviteiten die in hetzelfde jaar en seizoen plaatsvinden, waarbij compatibele kwaliteit biomassa vrijkomt en waarvan de eigenaren zijn geïnteresseerd in bundeling. Vervolgens berekent het dataprotocol een optimale logistieke route door middel van een short distance calculator. Door beheerwerkzaamheden gezamenlijk uit te voeren kunnen kosten worden bespaard. Het dataprotocol berekend eerst de kosten van het chippen en transport als de percelen afzonderlijk geoogst worden. Vervolgens worden ook de kosten berekend als de oogst gebundeld wordt. Hieruit wordt de kostenbesparing berekend door de oogst gezamenlijk te laten chippen en te vervoeren. In de interface wordt vervolgens een overzicht van de kostenbesparing weergegeven. Bovendien worden afzetmogelijkheden op een kaart weergegeven, om de gebruiker de mogelijkheid te geven contact op te nemen en offertes op te vragen.

De biomassamodule biedt verschillende mogelijkheden om de berekening aan te passen op een specifieke situatie. Hiervoor worden drie verschillende rollen beoogd, waartussen de

gebruiker kan kiezen. Deze rollen hebben verschillende bevoegdheden, bijvoorbeeld om wel of niet default waardes voor berekeningen aan te passen. Een organisatie kan ervoor kiezen om de toegang tot de rollen met meer bevoegdheden te beperken door middel van inloggegevens. Onderstaande tabel toont de bevoegdheden van de verschillende rollen.

Tabel 6: rechten van verschillende gebruikerstypen in de Biomassamodule.

Onderdeel biomassamodule	Beheerder	Beheerder +	Moderator
Startscherm	X	X	X
Gebiedskeuze	X	X	X
Percelen vastleggen	X	X	X
Gebiedsinformatie invoeren	X	X	X
Biomassa gegevens invoeren	X	X	X
Bundeling	X	X	X
Afzet	X	X	X
Kostenvergelijking	X	X	X
Gebiedsinformatie handmatig aanpassen		X	X
Tak- en Tophout data handmatig aanpassen		X	X
Default waardes berekeningen aanpassen			X

Impact

Verwachte impact van het gebruik van de biomassamodule, samen met CMSi, door Natuurmonumenten.

Door het vastleggen van de maatregelen in de biomassa module is er op regionaal niveau meer inzicht in de samenhang van de maatregelen en de hoeveelheid houtige biomassa die vrij komt. Door het inzicht zullen ook werkzaamheden worden uitgevoerd die zonder het overzicht te klein en/of te duur zouden zijn om alleen uitgevoerd te worden. De omvang van de toename in de vrijkomende biomassa is moeilijk in te schatten en hangt sterk samen met in hoeverre alle eigenaren participeren.

Door de samenwerking kunnen de kosten verlaagd worden door slimmer aan te besteden. Samenhang en gezamenlijk aanbesteden verlaagt de kosten. De omvang is net als bij het vorige punt moeilijk in te schatten en hangt sterk af van de omvang van de deelname.

Als de samenwerking van beseigenaren door de biomassamodule eenmaal is verbeterd, kunnen er betere afspraken over levering gemaakt worden. Dat betreft zowel omvang als leveringszekerheid. Dit betekent dat er hogere opbrengsten gerealiseerd kunnen worden.

Indicatieve kostenschatting voor het ontwikkeltraject van de biomassamodule

Nadat het functionele ontwerp gereed was is er contact opgenomen met softwareontwikkelaars om inzicht te krijgen in de verdere ontwikkeling van de biomassamodule. Met verschillende partijen is contact opgenomen. Hierbij is één partij geselecteerd die de juiste kennis en expertise in huis heeft om dit te kunnen ontwikkelen.

Als resultaat van de gesprekken heeft deze partij een offerte opgesteld. De offerte bestaat uit twee gedeeltes: ten eerste een definitiesprint om het ontwerp geheel inzichtelijk en duidelijk te maken en ten tweede de ontwikkeling van de biomassamodule.

De totale offerte is begroot op 42.000 euro waarvoor 5.200 euro voor de definitiesprint en 36.800 euro voor de ontwikkeling van de biomassamodule. Hieronder is de specificatie weergegeven.

Tabel 7: Voorstel Definitiesprint

Rol	Benodigd aantal uren	Kosten a €100 p.u.
Architectuur & Requirements	24	€2.400
Design	24	€2.400
Projectmanager / Scrum master	4	€400
Totaal benodigde investering	52	€5.200

Totale scope definitiesprint:

- Opstellen van userstories
- Vaststelling en oplevering architectuur overzicht (koppelingen + dataflow)
- Oplevering interactie design + eerste 2 schermen grafisch design
- Vaststelling en oplevering totale product backlog bestaande uit geïndexeerde (uren) userstories
- Oplevering detailplanning van de product backlog in sprints

Meetings definitiesprint (Doorlooptijd +/- 4 weken):

- Kick-off meeting van +/- 4 uur (Project requirements, functionele requirements, design requirements)
- Meeting 2 +/- 2 uur (Doorspreken eerste designs + architectuur overzicht + userstories)
- Meeting 3 +/- 2 uur (Doorspreken totale designs + architectuur overzicht + geïndexeerde userstories)

Tabel 8: Benodigde investering ontwikkeling Biomassamodule

Onderdeel	Aantal uur	Kosten a €100 p.u.
Projectmanagement	24	€2.400
Architectuur	24	€2.400
Interactie & grafisch design	40	€4.000
Development Biomassamodule	240	€24.000
Test & rework	40	€4.000
Totaal	368	€36.800

Toekomstig gebruik voor andere biomassaströmen

De biomassamodule is nu alleen toegespitst op het gebruik van tak- tophout voor de productie van houtchips voor bio-energie. In het ontwerp van de biomassamodule is er mee rekening gehouden dat de biomassamodule in de toekomst ook uit te breiden is naar andere biomassaströmen. Deze strömen kunnen bijvoorbeeld zijn: rietresiduen, gras, blad,

etc. Dit is in de biomassamodule goed aan te passen, door bijvoorbeeld het aanpassen van conversiefactoren in het dataprotocol en enkele wijzigingen in input en outputgegevens in de interface.

4.2 Validatie van de biomassamodule

Voor de validatie van de biomassamodule zijn twee stappen uitgevoerd, die hier zullen worden beschreven. Eerst zal Natuurmonumenten de inventarisatie van de bos- en landschapselementen toelichten. Daarna zal de validatie van de biomassamodule omschreven worden.

4.2.1 Activiteiten

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden

Natuurmonumenten heeft in natuurgebied Buurserzand een inventarisatie van de bos- en landschapselementen uitgevoerd en een zogenaamd “bosmaatregelenplan” opgesteld. Dit bosmaatregelenplan is een vertaling van de beheervisie en het meerjarenplan van de eenheid, met een termijn van 6 jaar, naar een jaarlijks activiteitenplan specifiek voor bosgebieden. Hierin worden beheermaatregelen per vak en afdeling vastgelegd. Het bosmaatregelenplan levert alle benodigde data voor het gebruik van de Biomassamodule.

Dataprotocol en validatie biomassamodule

De berekeningen in het dataprotocol van de biomassamodule zijn gevalideerd met data over biomassa beschikbaarheid uit het pilotgebied beheerseenheid Twente, Buurserzand en omgeving.

4.2.2 Proces

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden

Het bosmaatregelenplan is vastgelegd in een tabelvorm. Daarin worden de gebieden aangegeven op vak en afdelingen niveau voor de aanwezige bostypen. Voor de gebieden, vak en afdelingen worden maatregelen ingevuld per jaar. De combinatie van vak en afdelingen, bostypen en geplande maatregelen geven een overzicht van de vrijkomende hoeveelheden hout en houtige biomassa. In het bosmaatregelenplan wordt ook aangegeven of de houtige biomassa ook afgevoerd wordt. Dat is afhankelijk van de bodem waarop het bos staat en in hoeverre afvoer van de biomassa een onbalans van mineralen in de bodem kan veroorzaken.

In CMSi zelf wordt het bosmaatregelenplan niet vastgelegd. Het is gelinkt aan het kaartbeeld in CMSi en dus eenvoudig oproepbaar. Door de wijze waarop het gelinkt is is het mogelijk om op regionaal niveau een overzicht te maken van de hoeveelheid hout of houtige biomassa die in een bepaald jaar in die regio vrijkomt. De precieze vormgeving is nog niet afgerond, omdat er nog een aantal aanpassingen in de structuur van CMSi worden doorgevoerd.

Dataprotocol en validatie biomassamodule

Om de werking van het dataprotocol van de Biomassamodule te testen, zijn daadwerkelijke input gegevens van verschillende terreinbeheerders en beseigenaren gebruikt. Om de berekeningen zinvol uit te kunnen voeren zijn deze aangevuld met theoretische gegevens. Deze gegevens zijn aangenomen op basis van beschikbaarheid in hetzelfde gebied, in verschillende jaren en seizoenen en verschillende hoeveelheden. Deze theoretische gegevens zijn zo realistisch mogelijk ingeschat.

Voor de validatie zijn de volgende data verzameld van de beseigenaren:

- Locatie (adres, GPS)
- Oppervlakte (ha)
- Maatregelen
- Resultaat bessen:
 - Loofhout/ naaldhout
 - Bepaling opbrengst rondhout (m³)
 - Logistiek
 - Uitrijden naar opslagplaats en daar chippen/ in vakperceel chippen
 - Rijroute aangeven
- Oogstperiode (maand, jaar)
- Alle vakpercelen aangeven op kaart

Met de verkregen gegevens van de beseigenaren is de validatie uitgevoerd.

4.2.3 Resultaten

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden

De inventarisatie van de bosgebieden en landschapselementen is gebaseerd op de natuurdoelenkaarten. Om een betere inschatting te kunnen maken van hoeveel en welk hout er vrij komt is er onderscheid gemaakt tussen verschillende bostypen. Daarin zijn boomsoort, leeftijd en structuur bij meegenomen. Deze verfijning van de natuurdoelen maakt het mogelijk om per beheermaatregel een redelijke inschatting van de hoeveelheid vrijkomend hout en houtige biomassa te maken. Naast de verkregen gegevens is er ook bij andere particulieren in de omgeving gezocht naar data over de bosinventarisatie. Van een aantal is data verkregen. Alle gegevens zijn geanonymiseerd en weergegeven in onderstaande tabel.

	Planeenheid, Gebied	GPS	Oogst-jaar	Voorjaar of Najaar	Maatregelen	Rondhout (m3)
1	Natuurgebied Bosrijk	52.13014, 6.70476	2016	Najaar	Dunning	800
2	Natuurgebied Bosrijk	52.123072, 6.729715	2016	Najaar	Dunning	1000

3	Natuurgebied Bosrijk	52.127349, 6.717143	2016	Najaar	Dunning	1500
4	Natuurgebied Bosrijk	52.131851, 6.704302	2017	Najaar	Dunning	1250
5	Natuurgebied Bosrijk	52.122128, 6.699450	2018	Najaar	Dunning	1500
6	Natuurgebied Bosrijk	52.129554, 6.699514	2020	Najaar	Dunning	1750
7	Natuurgebied Bosrijk	52.123128, 6.699950	2016	Najaar	Kaalkap	1500
8	Natuurgebied Bosrijk	52.123272, 6.729715	2016	Najaar	Kaalkap	800
9	Natuurgebied Bosrijk	52.139645, 6.741971	2017	Najaar	Dunning	600
10	Natuurgebied Bosrijk	52.143408, 6.738549	2018	Najaar	Dunning	2500
11	Natuurgebied Bosrijk	52.148846, 6.770729	2016	Najaar	Dunning	3000
12	Natuurgebied Bosrijk	52.139592, 6.779610	2018	Najaar	Dunning	500
13	Natuurgebied Bosrijk	52.138399, 6.783904	2019	Najaar	Dunning	300
14	Natuurgebied Bosrijk	52.137083, 6.793753	2015	Najaar	Dunning	100
15	Natuurgebied Bosrijk	52.170959, 6.814804	2016	Najaar	Dunning	4000
16	Natuurgebied Bosrijk	52.169611, 6.824979	2016	Najaar	Dunning	2500
17	Natuurgebied Bosrijk	52.167199, 6.823466	2017	Najaar	Dunning	1200
18	Natuurgebied Bosrijk	52.158570, 6.830582	2016	Najaar	Dunning	2300
19	Natuurgebied Bosrijk	52.163016, 6.824660	2018	Najaar	Dunning	600
20	Natuurgebied Bosrijk	52.165554, 6.818272	2016	Najaar	Dunning	100
21	Particulier	52.123072, 6.729715	2016	Najaar	Dunning	800
22	Particulier	52.127349, 6.717143	2018	Najaar	Dunning	1000
23	Particulier	52.131851, 6.704302	2019	Najaar	Dunning	1500
24	Particulier	52.122128, 6.699450	2016	Najaar	Dunning	1250
25	Particulier	52.129554, 6.699514	2016	Najaar	Dunning	1500
26	Particulier	52.123128, 6.699950	2016	Najaar	Dunning	1750
27	Particulier	52.123272, 6.729715	2017	Najaar	Dunning	1500
28	Particulier	52.139645, 6.741971	2018	Najaar	Dunning	800

		6.741971				
29	Particulier	52.143408, 6.738549	2020	Najaar	Dunning	600
30	Particulier	52.148846, 6.770729	2016	Najaar	Dunning	2500
31	Particulier	52.139592, 6.779610	2016	Najaar	Dunning	3000
32	Particulier	52.138399, 6.783904	2017	Najaar	Dunning	500
33	Particulier	52.137083, 6.793753	2018	Najaar	Dunning	300
34	Particulier	52.170959, 6.814804	2016	Najaar	Dunning	100
35	Particulier	52.169611, 6.824979	2018	Najaar	Dunning	4000
36	Particulier	52.123072, 6.729715	2019	Najaar	Dunning	2500
37	Particulier	52.127349, 6.717143	2015	Najaar	Dunning	1200
38	Particulier	52.131851, 6.704302	2016	Najaar	Dunning	2300
39	Particulier	52.122128, 6.699450	2016	Najaar	Dunning	600
40	Particulier	52.129554, 6.699514	2017	Najaar	Dunning	100
41	Particulier	52.123128, 6.699950	2016	Najaar	Dunning	4000
42	Particulier	52.123272, 6.729715	2018	Najaar	Dunning	2500
43	Particulier	52.139645, 6.741971	2016	Najaar	Dunning	1200
44	Particulier	52.143408, 6.738549	2016	Najaar	Dunning	2300
45	Particulier	52.148846, 6.770729	2018	Najaar	Dunning	600
46	Particulier	52.139592, 6.779610	2019	Najaar	Dunning	100
47	Particulier	52.138399, 6.783904	2016	Najaar	Dunning	2500
48	Particulier	52.137083, 6.793753	2015	Najaar	Dunning	600
49	Particulier	52.170959, 6.814804	2016	Najaar	Dunning	300
50	Particulier	52.169611, 6.824979	2016	Najaar	Dunning	50

Dataprotocol en validatie biomassamodule

Voor de validatie zijn een aantal default waardes vastgesteld om de berekeningen uit te kunnen voeren. Deze zijn gebaseerd op data van verschillende loonwerkers actief in het

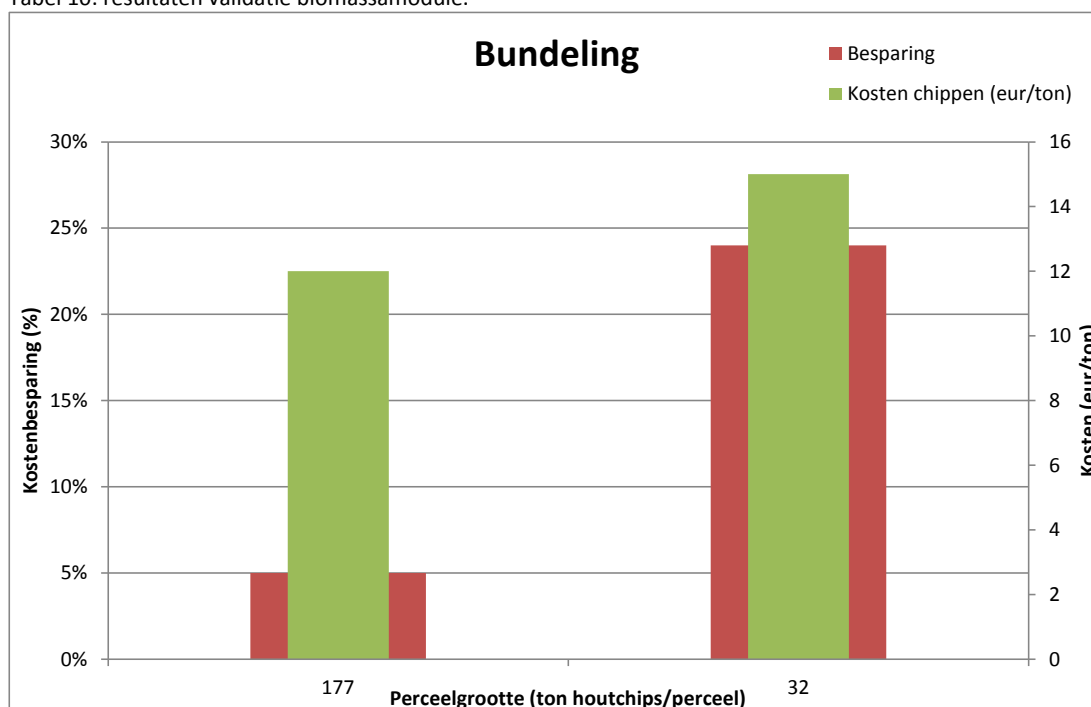
chippen van tak- en tophout. Deze zijn ook gevalideerd met de gegevens en tarieven van Alfred van Donselaar. Tot slot zijn deze ook gevalideerd met de kennis van Natuurmonumenten. De waardes zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 9: Kosten (default) voor chippen van tak- en tophout.

Default	Waarde
Voorrijkosten	70 €/uur
Chipkosten	260 €/uur
Transportkosten van chipper	70 €/uur
Gemiddelde transport snelheid	50 km/uur
Capaciteit chippen in bestand	40 m ³ /uur
Capaciteit chippen naast bestand	100 m ³ /uur

De resultaten van de validatie laten zien dat door bundeling van het chippen van biomassastromen een kostenbesparing van 5-25% kan worden bereikt. De totale transportbehoefte van de houtchipper daalt en de voorrijkosten worden verlaagd door verschillende stromen gezamenlijk af te laten voeren naar een afzetlocatie. Door een efficiëntieverbetering van de chipper worden daardoor de kosten verlaagd. De mogelijk te behalen winst wordt in de biomassamodule weergegeven onder aanname van opbrengsten. Deze opbrengsten kunnen sterk verschillen, afhankelijk van bijvoorbeeld de hoeveelheid biomassa die aangeboden wordt of de specifieke afspraken die beheerders met afnemers maken. De kostenbesparing is afhankelijk van de grootte van de percelen de hoeveelheid houtchips die wordt geoogst. In algemeen kan gezegd worden, hoe groter de percelen des te kleiner de kostenbesparing. Onderstaande grafiek laat de resultaten van de validatie en zien.

Tabel 10: resultaten validatie biomassamodule.



Figuur 4: Kostenopbouw met bundeling

In deze validatie is uitgegaan van gelijke opbrengsten voor de levering van biomassa, onafhankelijk van de beheerder en de hoeveelheid geleverde biomassa. Het is mogelijk dat door bundeling daadwerkelijk hogere opbrengsten bereikt kunnen worden, doordat meer biomassa aan de afnemers aan kan worden geboden. Hiervoor zijn echter geen betrouwbare aannames te maken. In deze berekening is daarom ervoor gekozen om van constante opbrengsten uit te gaan.

De resultaten van de validatie laten zien dat bundeling van biomassastromen een kostenbesparing voor de beheerders teweeg kan brengen. De biomassamodule kan de mogelijkheden tot bundeling weergeven en beheerders zo stimuleren samen te werken.

Kosten-baten analyse systeemaanpak

De financiële voordelen van de systeemaanpak worden berekend aan de hand van de kostenbesparing. Aangenomen wordt dat de totale oogstkosten van tak- en top hout (chippen + transport) 20 euro per ton zijn. Hierbij wordt een gemiddelde kostenbesparing van 5% gerealiseerd. Vervolgens is aan de hand van de bijgroei in de Nederlandse bossen en de oppervlaktes van de bossen berekend wat de kostenbesparing is in absolute zin.

Voor Natuurmonumenten in de regio Twente gaat dit om een jaarlijkse kostenbesparing van 217 euro per jaar. Deze besparing is gering. Voor grotere gebieden en op landelijk niveau worden de besparingen groter. Op landelijk niveau is de kostenbesparing bij Natuurmonumenten bijna 5.000 euro per jaar. Voor alle TBO's (Terreinbeherende organisaties, Boeren en Overheid) op landelijk niveau is de kostenbesparing ruim 29.000 euro per jaar. In Tabel 11 en Tabel 12 zijn de berekeningen gegeven.

Tabel 11: Oppervlaktes bossen zowel regionaal als landelijk.

Gegevens		
Totale kosten oogst tak- en tophout	20	Euro/ton
Besparing die bereikt kan worden met BM	5%	
Nieuwe kosten oogst tak en tophout	19	Euro/ton
Gemiddelde bijgroei in Nederland	7,3	m3/ha/jaar
Oogst	3,4	m3/ha/jaar
Oogst als percentage bijgroei	46,6%	
Percentage tak- en tophout	20%	
Percentage tak- en tophout te oogsten	25%	
Gegevens oppervlakten		
Natuurmonumenten Buursezand	125	ha
Natuurmonumenten Twente	1.279	ha
Natuurmonumenten Gelderland en Overijssel	15.410	ha
Natuurmonumenten landelijk	28.949	ha
Alle TBO's Twente	4.537	ha
Alle TBO's Gelderland en Overijssel	56.358	ha
Alle TBO's landelijk	170.724	ha
Check met bosoppervlak Nederland		
Bosoppervlak Nederland	373.480	ha
Oogst	1.269.832	m3/jaar
Tak- en tophout	253.966	m3/jaar
Percentage tak- en tophout te oogsten	63.492	m3/jaar

Tabel 12: Kostenbesparingen op regionaal en landelijk niveau.

Areaal	Oppervlak	Oogst (m3/jaar)	Tak- en tophout (m3/jaar)	Kosten (Euro/jaar)	Kostenbesparing (Euro/jaar)
Bursezand	125	425	21	425	21
Natuurmonumenten Twente	1.279	4.349	217	4.349	217
Natuurmonumenten Gld+Ov	15.410	52.394	2.620	52.394	2.620
Natuurmonumenten landelijk	28.949	98.427	4.921	98.427	4.921
Alle TBO's Twente	4.537	15.426	771	15.426	771
Alle TBO's Gld+Ov	56.358	191.617	9.581	191.617	9.581
Alle TBO's landelijk	170.724	580.462	29.023	580.462	29.023

4.3 Producten

Interface biomassamodule

Het ontwerp voor de biomassamodule wordt als video gepresenteerd. Hierin wordt door middel van een geanimeerde presentatie getoond hoe de biomassamodule functioneert, uit welke onderdelen ze bestaat en hoe ze gebruikt kan worden. Hierbij wordt ingegaan op zowel de functionaliteit van de interface als ook de interactie met het dataprotocol. Bij de video wordt visueel en mondeling uitleg gegeven, zo kan de video ook gebruikt worden als een introductie geeft voor geïnteresseerden. De video kan makkelijk worden gedeeld en weergegeven vanuit verschillende platvormen.

Dataprotocol

Het dataprotocol voor de biomassamodule wordt als Excel sheet opgeleverd, waarin alle formules, berekeningen en default waardes zijn opgenomen.

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden Natuurmonumenten

Deze is opgenomen in bijlage A.

Producten

Video biomassamodule

Video over de biomassamodule. Te vinden op:

<https://www.youtube.com/watch?v=QDH2piAJaOA>

Bosmaatregelenplan

Inventarisatie bos- en landschapsgebieden Natuurmonumenten. Deze is opgenomen in bijlage A.

5. MOBILISATIE HOUTOOGST PARTICULIER BOSBEZITTER

Activiteiten

Doel van de activiteiten door Alterra is het verkrijgen van inzicht in de drijfveren van de kleine boseigenaren in Twente en een plan van aanpak te schrijven hoe deze kleine boseigenaren gestimuleerd kunnen worden meer uit hun bossen te oogsten. Hiervoor zijn twee activiteiten onderscheiden:

1. Uitvoeren van een enquête om de kleine boseigenaren te karakteriseren naar beheer en motivatie
2. opstellen van een plan van aanpak om de houtmobilisatie bij kleine boseigenaren te stimuleren

Proces

Om de boseigenaren in Twente te identificeren zijn op de Basiskaart Natuur 2013 alle polygonen met een bosbestemming geselecteerd waarvan de kadastrale gegevens zijn opgevraagd. Hieruit is van alle boseigenaren met een bosoppervlakte van 0.5 ha of meer het adres gehaald.

Een enquête is naar alle kleine boseigenaren gestuurd, met uitzondering van Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en een aantal kleine boseigenaren die kort daarvoor al een vergelijkbare enquête toegestuurd hebben gekregen. Er is gevraagd naar beheer en motivatie van het beheer en een aantal mogelijke strategieën voor het mobiliseren van meer hout zijn voorgelegd om te zien of de eigenaren daar gevoelig voor zouden zijn.

Alle geretourneerde enquêtes zijn geanalyseerd en er is een karakterisering van de Twentse boseigenaren gemaakt. Met de onderscheiden eigenaarscategorieën is een plan van aanpak opgesteld. Er is gekeken hoe elke categorie reageert op een aantal strategieën om meer houtmobilisatie te realiseren.

Voor het plan van aanpak is behalve naar de motivatie van boseigenaren ook gekeken naar eerdere mobilisatiecampagnes vanuit de overheid en recente succesvolle collectieven en projecten. De lessen die hieruit getrokken kunnen worden zijn meegenomen in het nieuwe plan van aanpak.

Resultaten:

De totale bosoppervlakte in Twente bedraagt 21847,33 ha, waarvan 1139,45 ha in bezit van eigenaren die minder dan 0,5 ha bezitten. Het overige bosareaal is in eigendom bij 3204 verschillende boseigenaren. Hiervan zijn 2851 privépersonen, die samen 39% van het bos bezitten. Er zijn 1247 boseigenaren met 0,5 – 5 ha bos en zij bezitten samen 19,7% van het Twentse bos. 3029 boseigenaren hebben een enquête ontvangen. De respons bedraagt 16%. De meeste particuliere boseigenaren zijn tussen de 50 en 70 jaar oud en wonen vrijwel altijd in Twente, waarvan 80% op een afstand van minder dan 5 km. Van de eigenaren bezoekt 40% wekelijks het bos en 17% maandelijks. 4% komt er nooit. 5% heeft een opleiding op het gebied van bosbouw of als hovenier.

In 35% van het bos van de kleine particuliere en publieke boseigenaren wordt geen beheer gevoerd, in 58% wel, maar er wordt niet overal geoogst. 51% van de boseigenaren oogst niet, zij bezitten samen 65% van het Twentse bos in eigendom van kleine boseigenaren (TTBO).

In 52% van dit bos waar niet wordt geoogst, ontbreekt het de eigenaar aan tijd of kennis (TTBO 5468,37 ha). 'Andere doelstellingen voor het bos' is voor een even grote groep reden om niet te oogsten. Hierbij is voor de helft de doelstelling 'Natuur' gegeven, omdat de kwaliteit van het bos of de voorraad onvoldoende is.

Voor 69% van de niet-oogstende boseigenaren is kwaliteit of voorraad aanleiding om niet te oogsten. Voor een derde van deze groep (samen 2038 ha in Twente) zou verbetering hiervan aanleiding zijn om wel te gaan oogsten. Hier zou met het geven van algemene voorlichting over de staat van het bos en moderne oogsttechnieken het oogstpotentieel verhoogd kunnen worden.

Ruim de helft van de niet-oogstende boseigenaren gaat ook in de toekomst niet oogsten, ongeacht welke maatregelen er zouden komen. Deze groep vertegenwoordigt 8619,7 ha in Twente, ruim de helft van het bos in eigendom van de kleine particuliere of publieke boseigenaar en 40% van het gehele Twentse bos.

De belangrijkste redenen om wel te oogsten, is om een aantrekkelijk bos/landschap te creëren en de groei van het bos bosbouwkundig optimaal te houden. Inkomsten zijn voor 42% van de oogstende eigenaren belangrijk, maar hiervan zal maar ongeveer de helft meer gaan oogsten als de financiële situatie verslechtert.

Naast de grote terreinbeherende organisaties zijn verschillende groepen eigenaren gekarakteriseerd. Deze groepen zijn verdeeld over twee assen: de professionaliteit en betrokkenheid van de eigenaar, en de hoofddoelstelling. De negen categorieën die zo ontstaan, zijn:

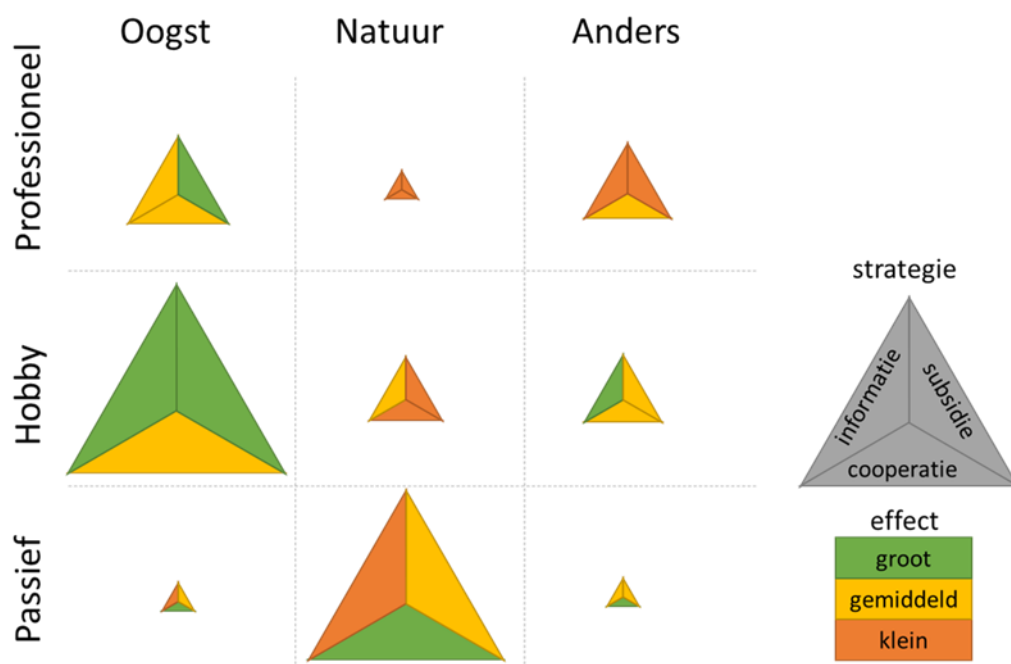
1. **Professionele eigenaar met een oogstdoelstelling:** beheert (of laat beheren) vanuit kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als integraal onderdeel van bosbeheer.
2. **Professionele eigenaar met een natuurdoelstelling:** beheert (of laat beheren) vanuit kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als (ondergeschikt) onderdeel van de natuurdoelstelling.
3. **Professionele eigenaar met een andere doelstelling:** beheert (of laat beheren) vanuit kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als bijzaak naast andere activiteiten.
4. **Hobby eigenaar met een oogstdoelstelling:** beheert naar eigen inzicht zonder veel kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als integraal onderdeel van bosbeheer.
5. **Hobby eigenaar met een natuurdoelstelling:** beheert naar eigen inzicht zonder veel kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als strijdig met de natuurdoelstelling.
6. **Hobby eigenaar met een andere doelstelling:** beheert naar eigen inzicht zonder veel kennis van bos en bosbeheer. Ziet houtoogst als bijzaak naast andere activiteiten.

7. **Passieve eigenaar met een oogstdoelstelling:** is weinig betrokken bij het bos. Heeft weinig kennis van en prioriteit bij bosbeheer, maar ziet houtoogst wel als onderdeel van bosbeheer.
8. **Passieve eigenaar met een natuurdoelstelling:** is weinig betrokken bij het bos, heeft weinig kennis en prioriteit bij het bos. Ziet houtoogst als strijdig met de natuurdoelstelling.
9. **Passieve eigenaar met een andere doelstelling:** is weinig betrokken bij het bos. Heeft weinig kennis van en prioriteit bij bosbeheer.

De groep hobbyeigenaren met een oogstdoelstelling is zowel in aantal als naar oppervlakte bos in eigendom de grootste groep. Voor alle groepen geldt dat de staat van het bos de belangrijkste reden is (of zou zijn) om bomen uit het bos te oogsten. Voor de passieve eigenaren, maar ook voor de eigenaren met een natuurdoelstelling, zijn inkomsten uit het bos niet van belang. Slechts een klein deel van de respondenten maakt gebruik van subsidieregelingen voor hun bos. Dit zijn vooral de professionele eigenaren en hobbyeigenaren met een oogst- of andere doelstelling. De passieve eigenaren en de hobbyeigenaren met een natuurdoelstelling maken nagenoeg geen gebruik van subsidieregelingen.

Voor elk van deze groepen eigenaren is een inschatting gemaakt van het te mobiliseren hout. Hierbij is specifiek gekeken naar strategieën 'informatie', 'subsidie' en 'coöperatie'. Uit deze analyse blijkt dat een aantal groepen eigenaren interessante doelgroepen zijn vanwege het grote areaal dat zij gezamenlijk in hun bezit hebben. Een aantal andere eigenaren is interessant doordat ze op het moment weinig tot niets oogsten, en daardoor per hectare veel 'nieuw' hout naar de markt kunnen brengen (dit zijn met name de passieve eigenaren). Een aantal typen eigenaren ziet houtproductie als conflicterend met de hoofddoelstelling en is daarmee niet te motiveren tot meer houtoogst (de professionele en hobbymatige eigenaren met een natuurdoelstelling).

De drie strategieën die bekeken zijn om de eigenaren te motiveren meer te gaan oogsten, zullen verschillend ontvangen worden door de verschillende eigenaren. Zo zijn hobbyeigenaren in het algemeen vooral geïnteresseerd in meer informatie over de toestand van hun bos en de mogelijkheden om te oogsten, terwijl professionele en eigenaren met een oogstdoelstelling voornamelijk geïnteresseerd zijn in additionele subsidies op houtoogst en aanplant. De passieve eigenaren lijken het meest geïnteresseerd in de voordelen van coöperatief bosbeheer. Voor andere eigenaren geldt meer dat ze huiverig zijn voor het verlies aan controle en het verplichtende karakter van collectief beheer. Het effect van de maatregelen op de individuele groepen is in onderstaande figuur samengevat. De grootte van het driehoekje is indicatie voor de grootte (in ha) van de categorie.



Informatievoorziening, samenwerking en verbetering van de financiële situatie bv door subsidies zijn de pijlers waarop het Plan van Aanpak is gestoeld.

Acties die voorgesteld worden in dit Plan van Aanpak zijn:

- Voorlichting aan particuliere eigenaren, omdat gebrek aan kennis één van de barrières is die genoemd worden door de eigenaren zelf. Hierbij speelt het beeld dat:
 - Het bos vaak te klein is of te weinig oplevert
 - Boseigenaren niet bekend zijn met bosbouw en de sector
 - Angst en wantrouwen ontstaan door misbruik van derden of vernieling van het bos

Belangrijk zijn dus de voorlichting over goed en duurzaam bosbeheer en over het belang van oogsten, maar ook kennis over welke partijen de bouseigenaren daarbij kunnen ondersteunen.

- Stimuleren van samenwerking, omdat projecten uit het verleden hebben laten zien dat lidmaatschap van een collectief een effectieve manier kan zijn om particuliere eigenaren te activeren. Cruciaal voor het slagen hiervan is dat de coördinatie van collectieven niet in handen komt van een commerciële partij. Ook bij samenwerking is een vorm van communicatie en voorlichting naar de bouseigenaren nodig.
- Verbeteren van de financiële opbrengsten van bosbeheer en houtoogst blijkt ook voor een deel van de eigenaren belangrijk te zijn. Hiervoor zijn op verschillende terreinen acties voor te stellen:
 - Stimuleren van innovatie op gebied wab technieken, logistiek en voorbewerking
 - Betere toegang tot markten (bv door samenwerking)

- Subsidies op beheersactiviteiten, waarbij subsidies ook sturend kunnen zijn op de keuzen van de boseigenaren op b. klimaatbestendiger herkomsten of beter uitgangsmateriaal met hoogwaardiger sortimenten als resultaat.
- Evaluatie van de effecten van bestaande (natuur) subsidies op de houtoogst.

Om deze acties uit te voeren wordt voorgesteld om een “houtmobilisatiecoördinator” aan te stellen, die de voorlichting kan initiëren, samenwerkingsverbanden kan steunen en kan helpen met het verspreiden van succesverhalen. Flankerend hieraan kunnen een aantal beginnende collectieve samenwerkingsverbanden gesteund worden, waarbij zoveel mogelijk uitgegaan zal worden van bestaande organisaties/structuren. Tot slot is onderzoek naar de geschiktheid van het huidige subsidiesysteem en naar de resultaten van houtmobilisatie belangrijk.

Producten

Clerkx, A.P.P.M., G.M. Hengeveld, M.J. Schelhaas & A.T.F. Helmink. 2016. *Boseigendom in Twente en Salland; Resultaten van een enquête onder kleine boseigenaren in Twente en Salland*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2731

Sandra Clerkx, Patrick Reumerman, Mart-Jan Schelhaas & Rik te Raa. 2016. Plan van aanpak voor houtmobilisatie bij particuliere boseigenaren. BTG Biomass Technology Group BV, Enschede.

6. ONTWIKKELING OOGSTMACHINE

6.1 Ontwikkeling

Hissink en Zonen (<http://www.hissink-oeken.nl/>) is een bedrijf allround in mechanisatie en werkzaam op vele terreinen. Het bedrijf is in 1953 opgericht door B.J.H. Nijhof en na een directiewijziging in maart 2004 is de naam van de firma veranderd in Firma Hissink & Zonen. Er werken ca 10 personen bij Hissink en Zonen, en het bedrijf is gevestigd in Oeken (Gelderland). De Fa. Hissink is vanuit de landbouwmechanisatie uitgegroeid naar leverancier van machines ten behoeve van de groene sector, de bosbouw en de landbouw. Naast een importeurschap, verkoop, levering en onderhoud, ontwikkeld en bouwt Hissink zelf ook voor deze sector. Een succesvolle ontwikkeling is bijvoorbeeld de combichipper. Deze is door Hissink zelf ontwikkeld en maakt nu deel uit van het assortiment.



Figuur 5: Het bedrijf Hissink in Oeken inclusief het personeel

Hissink wil verder groeien in de bosbouwmarkt en heeft een machine ontwikkeld die tak- en top hout oogst, chipt en afvoert in één werkgang. In dit business plan wordt aangegeven welke stappen er nog uitgevoerd moeten worden om de machine in de markt te zetten en wordt een financiële analyse en een risicoanalyse gepresenteerd.

Activiteiten

Uitgevoerde activiteiten

Activiteit 1 – Behoeftte onderzoek naar oogst- en verwerkingsmachines voor tak- en top hout
Het concept van tak- en top hout in één bewerking oprapen en verwerken tot hoogwaardige kwaliteit houtchips is tot op heden nog niet beschikbaar. Voor dit nieuwe product zullen de gebruikers zoals groenondernemers en terreinbeheerders wensen en eisen hebben. Hierbij valt te denken aan eisen ten aanzien van capaciteit, grondverdichting, afmetingen, gewicht,

energieverbruik, etc. In het behoefte onderzoek zijn ongeveer 10-15 boseigenaren en 5-10 groenaannemers geïnterviewd over hoe deze toekomstige oogst- en verwerkingsmachines moeten functioneren en welke wensen en eisen hieraan gesteld worden. Hieruit is een pakket van eisen opgesteld met onder andere: capaciteit, grootte en afmetingen houtchips, gewicht, afmetingen, voortbeweging, veiligheidseisen, gebruiksvriendelijkheid, etc.

Activiteit 2 - Onderzoek naar technische concepten voor opraapunit

De machine zal bestaan uit een opraapunit, chipper en opvangbak. De laatste twee componenten zijn bewezen technologieën en zullen in dit project niet worden onderzocht. De eerste component “opraapunit” is niet ontwikkeld en is niet op de markt beschikbaar. Deze component is cruciaal voor de juiste werking van de machine. Verschillende concepten zijn mogelijk zoals: een roterende opraapmat, een constructie met invoerende schijven, etc. Verschillende technische concepten zijn onderzocht. Van deze concepten is een gestructureerde afweging gemaakt wat betreft werking, voor- en nadelen, kosten, te verwachten knelpunten en risico's. Het resultaat van deze taak is een keuze voor het meest geschikte concept.

Activiteit 3 - Conceptueel ontwerp opraapunit oogst- en verwerkingsmachine

Met alle nieuwe kennis en een keuze voor het concept van de opraapunit zijn belangrijke technische details uitgewerkt. Doel was om tot een conceptueel ontwerp te komen waarbij de technische knelpunten worden opgelost. Knelpunten zijn: de diverse morfologie van tak- en tophout, het voorkomen van aanhangend zand, ophanging en aandrijving van de opraapunit, effectief oprapen en inname tak- en tophout, gewicht, etc. Voor elk van deze knelpunten moest een oplossing worden gevonden. Het resultaat is een conceptueel ontwerp van de opraapunit.

Activiteit 4 - Onderzoek naar communicatie oogstmachine met nieuwe CMSi biomassamodule

In WP1 wordt onderzoek uitgevoerd naar de CMSi biomassamodule voor collectieve houtoogst op gebiedsniveau. Het is wellicht mogelijk om in deze module, en wat betreft het gehele CMSi systeem, real-time data in te voeren. Het betreft dan communicatie van CMSi naar de machine over bijvoorbeeld locatie, type hout, route, etc., en communicatie van de machine naar CMSi over gegevens zoals opbrengst, gewicht, etc. In dit onderzoek werd bepaald welke gegevens belangrijk zijn en gecommuniceerd moeten worden, welke (meet)voorzieningen er nodig zijn op de machine en wat de beste methode voor communicatie en informatieoverdracht is.

Activiteit 5 - In kaart brengen financiële haalbaarheid, risico's

In deze laatste activiteit is een kostenschatting gemaakt van de opraapunit en of dit past binnen het budget van de totale machine. Tevens zijn de risico's in kaart gebracht van verdere ontwikkeling zoals kostenoverschrijding, uitloop van ontwerp en bouw, etc. Van elk onderwerp worden de risico's en hoe deze beperkt kunnen worden beschreven.

Activiteit 6 - Vervaardiging van een prototype van de opraapunit

Na het industrieel onderzoek naar de ontwikkeling van een opraapunit voor een nieuwe oogstmachine voor tak- en tophout in de vorige stappen werd een prototype vervaardigd van de opraapunit. Vervolgens is de prototype opraapunit geplaatst op een bestaande installatie. Het resultaat is een nieuwe oogstmachine met prototype opraapunit.

Activiteit 7 – In-house testen prototype

De opraapunit is eerst getest bij Hissink of alle functies naar behoren werken. Problemen die hierbij geconstateerd werden zijn opgelost.

Activiteit 8 – Proof-of-concept oogsten in één werkgang

In een beschermde maar realistische omgeving is de opraapunit verder getest. Belangrijke aandachtspunten bij deze test waren: oogst efficiëntie, invoer hout in chipper, snelheid, gewicht, aanhangend zand, etc. Problemen die werden geconstateerd zijn gerapporteerd, en opgelost.

6.2 Marktonderzoek oogstmachine

Voordat de ontwikkeling van de oogstmachine start heeft er eerst een marktonderzoek plaats gevonden naar de oogstmachine. Dit marktonderzoek bestaat uit de vragenlijst die verstuurd is naar zowel de gebruikers (loonwerkers) als de boseigenaren. Voor deze twee categorieën is afzonderlijk een vragenlijst opgesteld.

6.2.1 Gebruikers/ loonwerkers

Voor de gebruikers/ loonwerkers is onderstaande vragenlijst opgesteld. Deze vragenlijst is verstuurd naar circa 10 potentiële gebruikers.

Vragenlijst

- Wat is de gewenste grootte van de houtchips: G30/ G50
- Hoeveel capaciteit (houtchips-productie) zou de machine moeten hebben: m3/uur of in ton/uur
- Gewicht van de gehele machine inclusief trekker:
- Voorkeur dat de machine op banden (B) of rupsen (R) rijdt:
- Min. grootte van de opslagbunker houtchips: ... m3, of ton
- Lossen van de houtchips via: Hooglossen/ - Kiepen
- Gewenst vermogen van de trekker voor de machine:
- Overige belangrijke aspecten van de oogstmachine:

Van de potentiële gebruikers heeft circa 70% de vragenlijst ingevuld en retour gestuurd. De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn:

- Gewenste grootte van de houtchips is variabel, zowel G30 als G50
- Minimale capaciteit van de chipper is twee containers per uur, oftewel >40 m3 per uur

- Meeste voorkeur gaat eerst uit naar banden vanwege kosten en wendbaarheid, maar vraag naar rupsen is er zeker ook
- Inhoud van de bunker is minimaal 20 m³, ter grootte van een container
- Bunker lossen via een hooglosser
- Vermogen minimaal 150 pk
- Overige belangrijke aspecten: betrouwbaar, makkelijk/ toegankelijk onderhoud en robuust

Landeigenaren

Voor de landeigenaren (boseigenaren) is ook een vragenlijst opgesteld. Deze vragen zijn:

- Voert u als terreinbeheerder onderhoudswerkzaamheden uit en komt daarbij ook tak- en tophout vrij?
- Wat gebeurt er nu met dit tak- en tophout? Wordt dit in het bos achtergelaten of wordt dit uit het bos gehaald?
- Willen jullie dit tak- en tophout een toepassing geven als houtchips voor bio-energie?
- Wat zijn de normale afzetkanalen? Eigen afzet of gaat dit via handelaar, groenaannemer?
- Laat u de werkzaamheden uitvoeren door een groenaannemer?
- Is er de mogelijkheid om het tak- en tophout in het bos te laten liggen? Zo ja, voor hoe lang?
- Voorkeur dat de machine op banden (B) of rupsen (R) rijdt:
- Max. grondbelasting (kg/cm²) bij:
- Hebben jullie de voorkeur dat het tak- en tophout:
- eerst met een forwarder uit het bos wordt gereden
- of, dat het direct verwerkt wordt in het bos naar houtchips?
- Overige belangrijke aspecten van de oogstmachine voor terreinbeheerders:

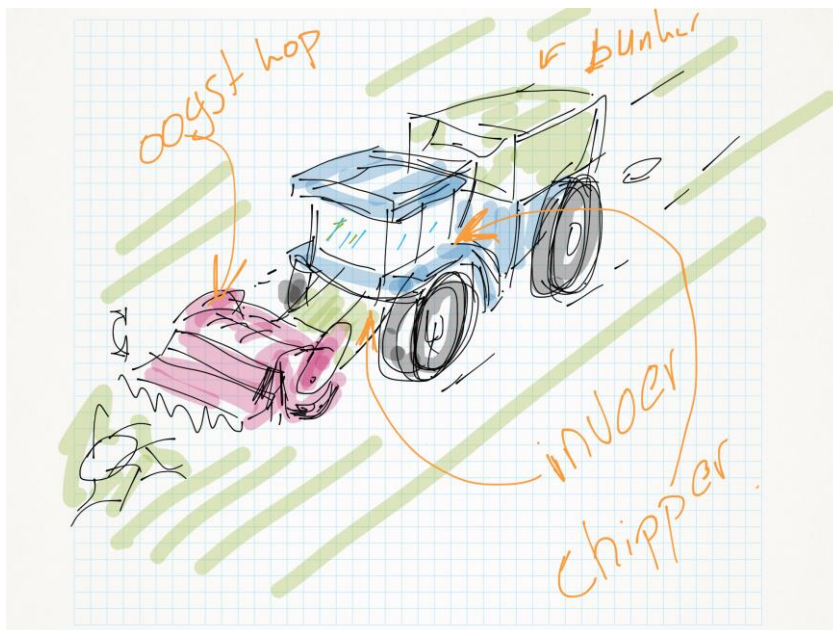
Deze vragenlijst is ook naar een tiental landeigenaren opgestuurd. De belangrijkste resultaten van dit onderzoek zijn:

- Bij elke terreinbeheerder komt tak- en tophout vrij
- Bij de meesten blijft dit achter in het bos
- Ze staan open om dit te chippen en te gebruiken voor energie mits dit kosteneffectief is
- Verschillende afzetkanalen
- Elke beheerder laat dit door een aannemer uitvoeren
- Bij iedereen is er een opslagmogelijkheid voor tak- en tophout. Staatsbosbeheer wil dit liever direct chippen zodat er minder handelingen nodig zijn
- Belangrijk is om geen schade aan de bodem te veroorzaken. Banden of rupsen maakt niet uit als er maar geen insporing of bodemverdichting is.
- Optimaal zou zijn om alles in 1 werkgang te verwerken tot houtchips
- Weinig bodemschade, zelfde rijsporen aanhouden.

6.3 Ontwerp van de oogstmachine

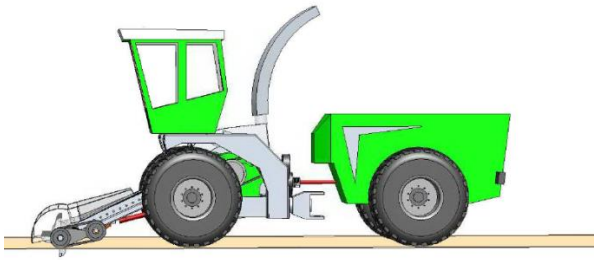
Oogst van tak- en tophout gebeurt nu slechts zelden, onder andere omdat het alleen rendabel is bij grote aaneengesloten bosoppervlakken (minimaal 20 ha). De keten bestaat uit meerdere bewerkingen zoals: concentreren, uitrijden, chippen en opladen. De grootste kostenpost is hierbij het uitrijden/concentreren door het gebruik van een reguliere forwarder (bijna driekwart van de kosten bij dunningen).

Om het aantal werkgangen te verminderen, en dus kosten te verlagen, heeft Hissink een opraapunit ontwikkeld voor een nieuwe oogstmachine welke specifiek geschikt is voor het oogsten van tak- en tophout. Het betreft een geïntegreerde machine die tak- en tophout kan oprapen en chippen zodat er geen noodzaak is voor een forwarder en een aparte chipper. Het ontwerp van de machine is gemaakt door Hissink zelf. In de bijgevoegde figuur zijn de eerste ontwerpschetsen te zien:



Figuur 6: Ontwerpschets oogstmachine

Een belangrijk onderdeel van deze machine is de opraapunit. Deze bestaat uit een metalen rotor met daarop een aantal 'tanden' die het tak- en tophout oprapen en verkleinen, zodat het hout naar het binnenste van de machine gebracht kan worden. Daarna wordt het hout gechipt en in de opvangbak geblazen. Dit ontwerp is vervolgens nader uitgewerkt, en er is een prototype gebouwd (zie Figuur 7).



Figuur 7: Uitwerking ontwerpschets

6.3.1 Ontwerp

Het ontwerp van de oogstmachine bestaat uit de volgende onderdelen:

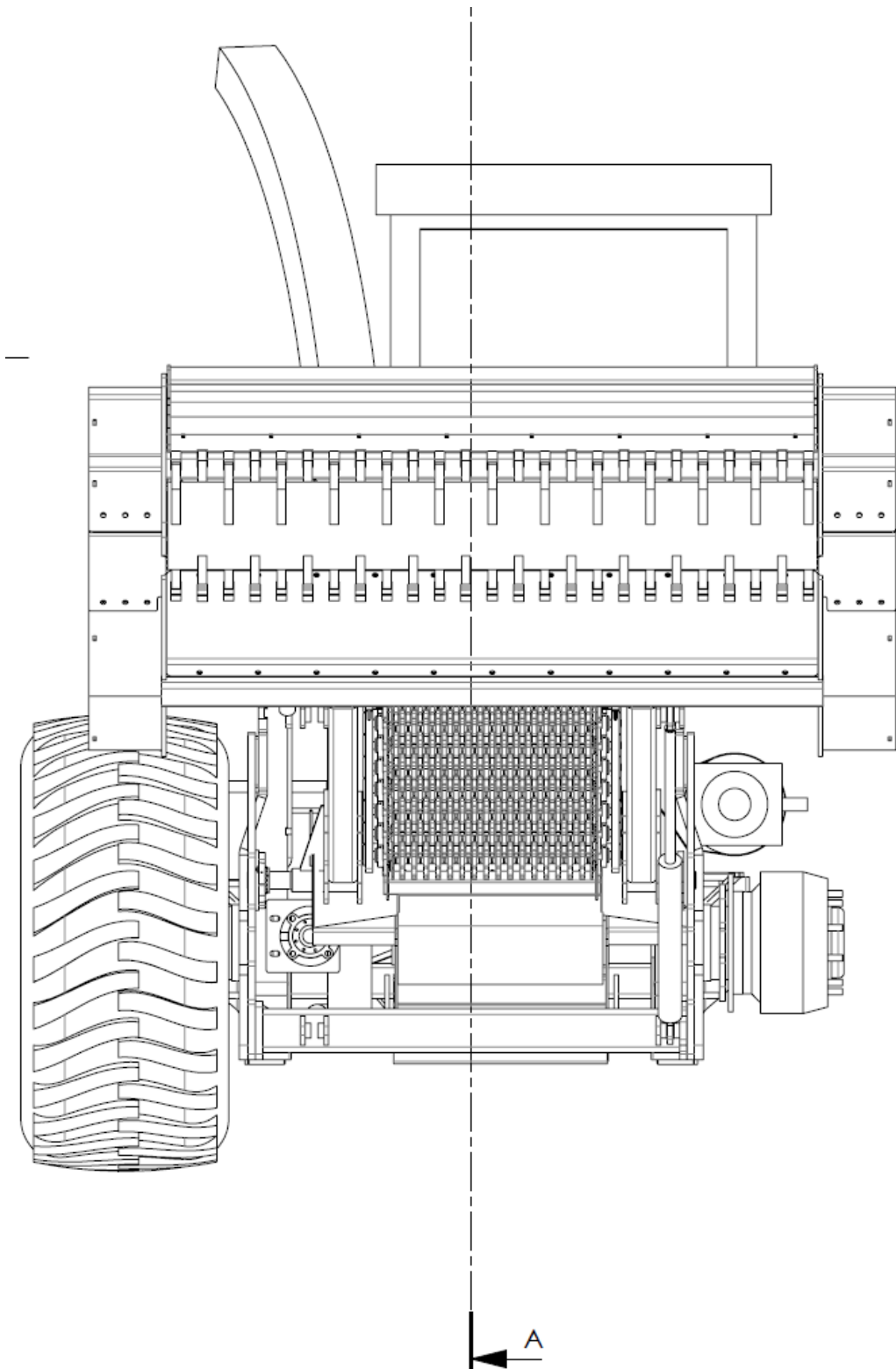
Zelfrijder: dit is bestaande technologie. Een gebruikte zelfrijder wordt gebruikt als carrosserie voor de oogstmachine. De carrosserie bevat ook een motor voor de aandrijving van de wielen en de machine.

Chipper: bestaat ook uit een bestaande chipper. Deze chipper is afkomstig van een stand alone chipper die vervolgens wordt gebouwd op de carrosserie.

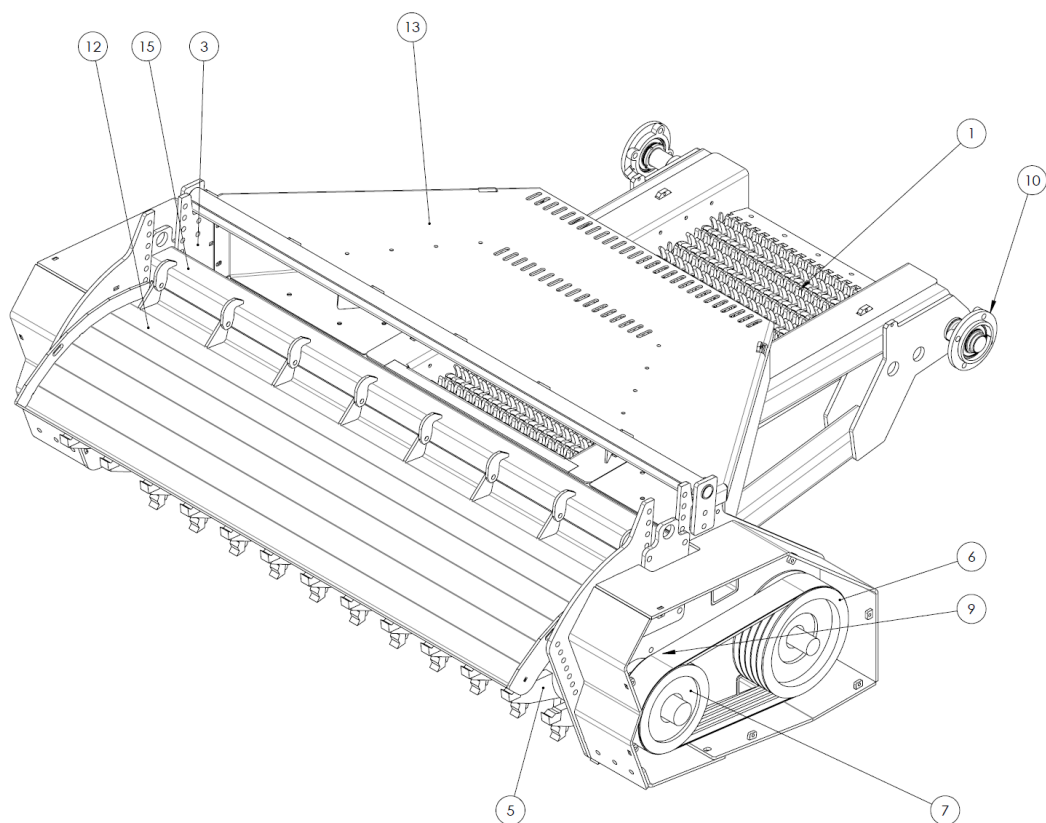
Opraapunit: het gehele innovatieve deel van de oogstmachine is de opraapunit. Deze opraapunit zal het tak- en tophout oprapen van de grond, een deel verkleinen en vervolgens invoeren in de chipper door middel van een zeefband. De combinatie van het oprapen, deels verkleinen, zeven en invoeren is een niet bestaande component van de machine. Het ontwerp en de ontwikkeling van het verdere project is hoofdzakelijk gericht op deze opraapunit.

6.3.2 Technische tekeningen

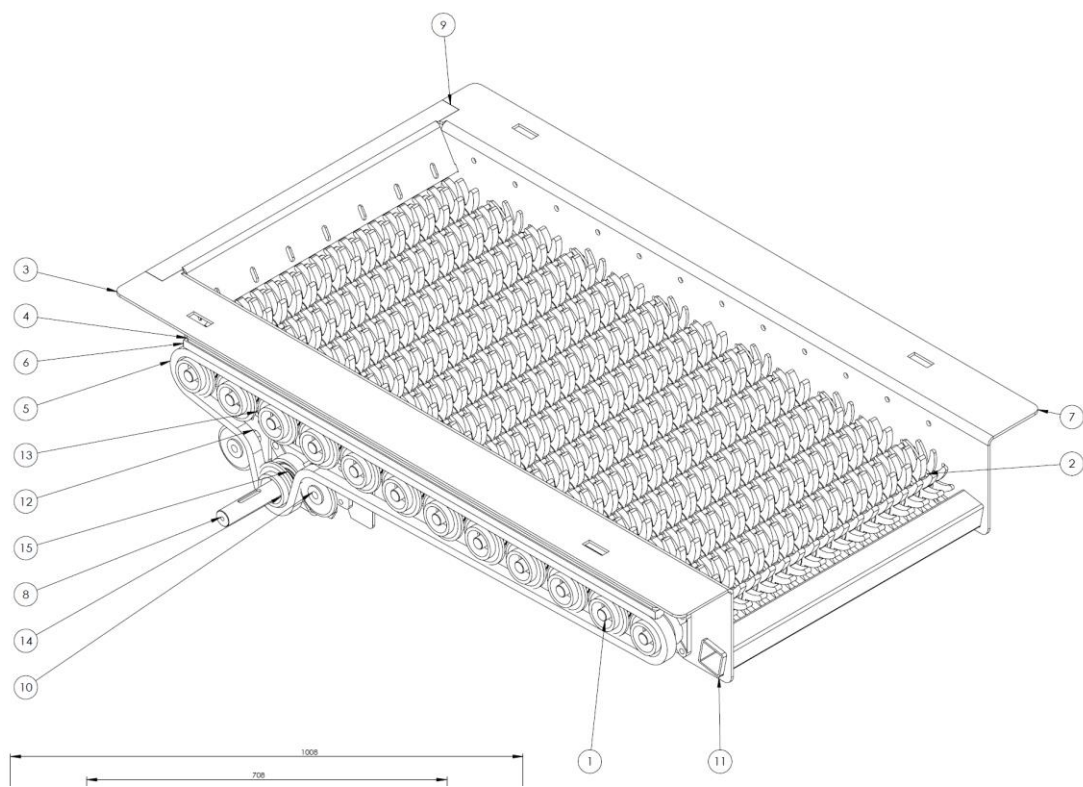
Vanuit de eerste ontwerpschetsen heeft Hissink het ontwerp verder laten uitwerken door technisch tekenaar Pascal Doppen van het bedrijf iNodes. In onderstaande figuren zijn de uiteindelijk tekeningen (delen) weergegeven van de oogstmachine. In Figuur 8 is het gehele ontwerp van de oogstmachine weergegeven van een vooraanzicht. Op dit figuur is duidelijk de opraapunit te zien. Vervolgens wordt in Figuur 9 een 3D overzicht gegeven van de gehele opraapunit. Aan de voorzijde is de rotor te zien en aan de achterzijde is duidelijk de rollenband te zien voor invoer in de chipper. Deze rollenunit is zichtbaar in Figuur 10.



Figuur 8: Ontwerp van de gehele oogstmachine.



Figuur 9: Ontwerp opraapunit.



Figuur 10: transportband van de opraapunit.

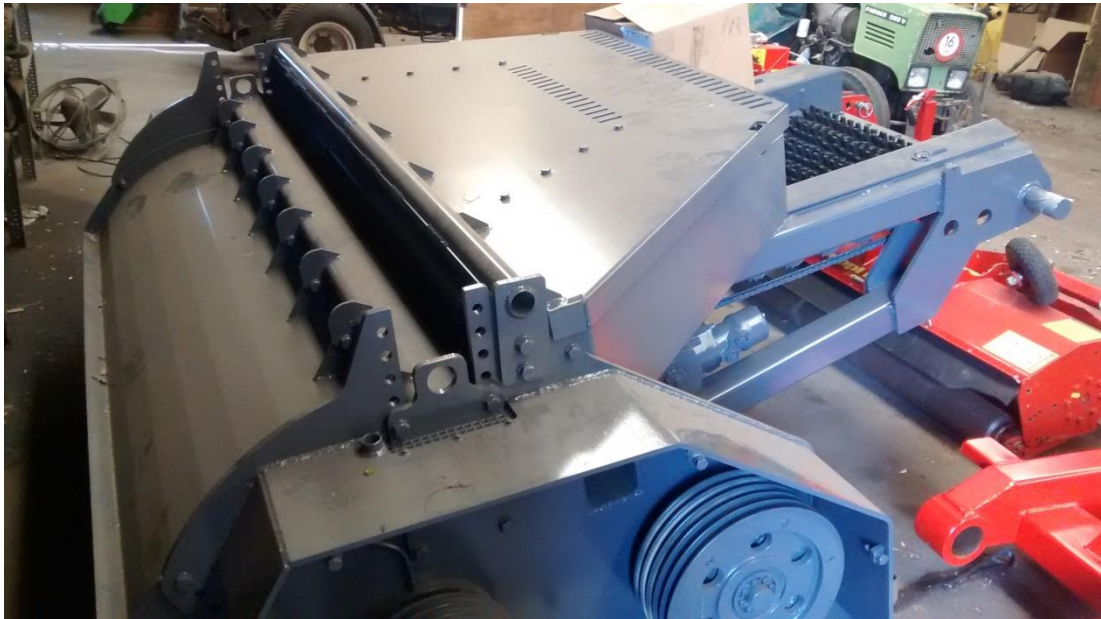
6.4 Bouw van de machine

Nadat de technische tekeningen gereed waren is de machine in productie gegaan bij de eigen werkplaats van de firma Hissink. Zoals vermeld zijn de carrosserie en de chipper bestaande apparaten. In Figuur 11 zijn deze bestaande componenten weergegeven. Zoals zichtbaar is op deze foto is de chipper al gebouwd op de carrosserie van de zelfrijder. Achter de chipper bevindt zich een afvoerbuys die de houtchips in een opvangbak blaast. Deze opvangbak bevindt zich achterop de zelfrijder.



Figuur 11: Carrosserie met de chipper die aan de voorzijde zichtbaar is.

Aan de voorzijde van de oogstmachine komt de opraapunit. Deze opraapunit bevat het opraapmechanisme de de invoerband met sterrenrollen. Deze opraapunit is gebouwd in de werkplaats bij Hissink. In Figuur 12 is de opraapunit zichtbaar.



Figuur 12: Bouw van de opraapunit.

6.5 Testen van de machine.

Nadat de machine is gebouwd is de oogstmachine eerst getest op de locatie bij de firma Hissink zelf. Deze test werd hier gedaan om eerst te kijken of de machine werkt zoals bedacht. Als de machine goed bevonden werd voor in het veld werd de machine vervolgens uitgebreid getest in het veld.

6.5.1 In house testen

Na ingebruikstelling van de machine kwamen er al een aantal aandachtspunten. Na verschillende testruns ging de machine de werkplaats in. De aandachtspunten werden gelijdelijk opgelost door aanpassingen en andere afstellingen. Daarna werd het testen weer hervat. Deze cycles van testen, aanpassen, afstellen en testen werden meermaals uitgevoerd om tot een goed werkende machine te komen die voldoet aan de volgende test in het veld.



Figuur 13: Testen van de machine bij de testlocatie van Hissink (1).



Figuur 14: Testen van de machine bij de testlocatie van Hissink (2).

6.5.2 Testen in het veld

Na het testen van de machine op de locatie bij Hissink is de machine op transport gegaan voor verschillende testen in het veld. Eén van de testlocaties is het Landgoed Den Treek in Leusden. Dit Landgoed beheert circa 800 hectare aan bos. Op een perceel waar wilg staat was de mogelijkheid om te testen. Op dit perceel was het noodzakelijk om de opstand te chippen voor volledige kaalslag. In Figuur 15 tot en met Figuur 17 zijn verschillende foto's zichtbaar van de test.



Figuur 15: Testen van de oogstmachine in het veld (1).



Figuur 16: Testen van de oogstmachine in het veld (2).



Figuur 17: Testen van de oogstmachine in het veld (3).

De testen zijn voor een prototype naar verwachting verlopen. Tijdens de test zijn meerdere aanpassingen en afstellingen nodig geweest. Eén afstelling was nog niet voldoende en dit betreft de invoerrol van de opraapunit. De invoerrol raapt het tak- en tophout goed op van de grond en zal het tak- en tophout dan verder naar de sterrenrollen moeten transporteren. Hierin ligt het knelpunt.

6.6 Huidige status en verdere ontwikkeling

De huidige status is dat de ontwikkeling van de machine bijna geheel gereed is. Nog zijn er wel enkele ontwikkelingen noodzakelijk voordat deze vermarkt kan worden. Wel vraagt de markt om:

- Invoer, sterrenrollen zullen beter moeten werken
- Machine die smaller is, oftewel smallere opraapunit en banden
- Lichtere machine

6.7 Financiële berekeningen oogstmachine

6.7.1 Kostenschatting machine

De kostenschatting van de gehele machine, conform de informatie van Hissink, is weergegeven in de onderstaande tabel.

Onderdeel	Kosten	Eenheid
Vaste kosten	50.000	Euro/jaar
Inkoop en montage onderdelen	60.000	Euro/machine
Materialen per machine	240.000	Euro/machine

De post vaste kosten betreffen het deel van de kosten van de normale bedrijfsvoering welke aan de bouw en verkoop van de machine worden toebedeeld. De variabele kosten bestaan uit inkoop en montage van onderdelen. De grootste kostenpost zijn materialen. De verkoopprijs van de machine is gezet op Euro 545.000,- (ex. BTW). Ontwikkelkosten zijn hieronder weergegeven:

Onderdeel	Kosten	Eenheid
Technische ontwikkeling	200.000	Euro
Marketing en verkoop	70.000	Euro
Totale investeringskosten	270.000	Euro

Een belangrijk deel van deze ontwikkelkosten zijn al besteed. Kosten voor marketing en verkoop zullen nog worden gemaakt om deze machine 'in de markt te zetten'. Aangenomen wordt dat verkoopkosten in de daarop volgende jaren binnen de reguliere 'vaste kosten' van het bedrijf vallen. Het is de bedoeling om met de verkoop van machines de investering terug te verdienen.

Financieel voordeel voor de gebruiker

Mogelijke klanten voor deze machine zijn grote boseigenaren en bosexploitatiebedrijven in Nederland en Europa. Als deze partijen nu bosonderhoud willen uitvoeren, bijvoorbeeld dunningen of kaalkap, dan wordt het tak- en tophout zelden of nooit geoogst.

In deze paragraaf wordt het kostenvoordeel dat deze partijen kunnen bereiken met de nieuwe oogstmachine in kaart gebracht. Eerst worden de te verwachten kosten per ton welke behaald kunnen worden met de nieuwe machine bepaald. Vervolgens worden deze kosten vergeleken met de huidige praktijk.

Bepaling kosten per ton

Om de kosten per ton bij gebruik van de nieuwe oogstmachine te bepalen worden eerst de kosten per bedrijfsuur bepaald (zie tabel):

Kostenpost	kosten (Euro/uur)
Kapitaalkosten	55
Personele kosten	20
Brandstofkosten per uur	44
Onderhoud	5
Verzekeringen en overig	5
Winst en risico opslag	30
Totale kosten per uur	158

In deze tabel wordt uitgegaan van kapitaalkosten van 545.000 Euro en een effectieve levensduur van 10.000 uur. Bij brandstofkosten is uitgegaan van diesel met een prijs van 1,10 Euro/liter (ex. BTW).

Opbrengsten in hoeveelheden tak- en tophout zijn bepaald als volgt:

Parameter	Waarde	Eenheid
Productie per uur	40	m3 chips/uur
Dichtheid chips	250	kg/m3
productie in ton per uur	10	ton/uur

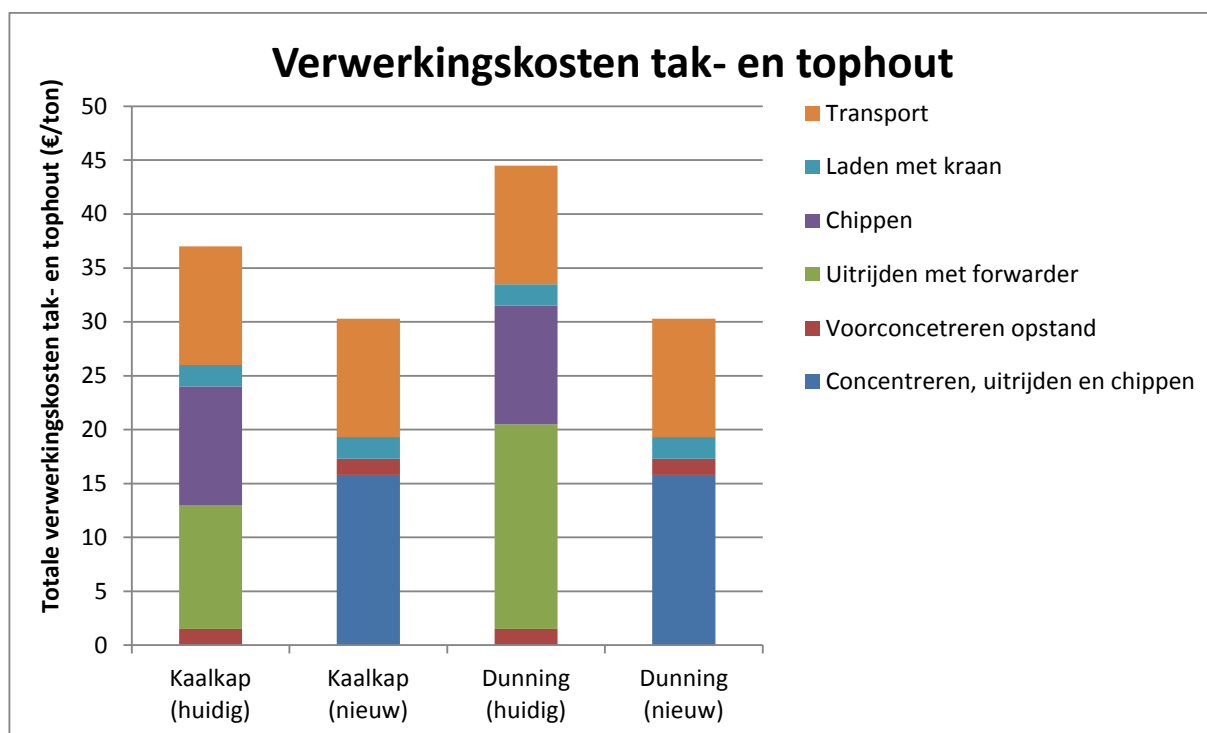
Uit deze twee tabellen blijkt dat de kosten per ton gelijk zijn aan 158 Euro/10 ton = **15,8 Euro/ton**.

Vergelijk met huidige praktijk

In (Boosten en Oldenburger, 2013¹) wordt een kostenopbouw gegeven van de verwerking van tak- en tophout naar biomassa zoals dat in de huidige praktijk gebeurt. In de huidige praktijk is voorconcentratie, uitrijden met een forwarder en chippen nodig. Met de nieuwe machine blijft voorconcentratie nodig, maar uitrijden en chippen kan in één werkgang uitgevoerd worden.

¹ Boosten, M., Oldenburger, J., "Kostenefficiënte en verantwoorde oogst van tak- en tophout", Probos, 2013, http://www.probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2013_Kostenefficiënte_en_verantwoorde_oogst_van_tak_en_tophout.pdf, p. 18

In de onderstaande figuur zijn de kostenverschillen duidelijk gemaakt. De huidige praktijkkosten ('huidig' in de figuur) zijn voor zowel kaalkap als dunningen hoger dan de kosten met de nieuwe machine ('nieuw' in de figuur).



Figuur 18: Vergelijking van de totale kosten voor het oogsten van tak- en tophout. Hierbij wordt de huidige praktijk ('huidig') vergeleken met gebruik van de nieuwe oogstmachine ('nieuw')

Uit de cijfers blijkt dat de gemiddelde kostendaling 10,4 Euro/ton is. Bij kaalkap zijn de voordelen wat lager, maar met name bij dunningen gaat het om een aanzienlijke kostenverlaging.

Financiële analyse

Met behulp van een financieel model is de terugverdientijd en de interne rentevoet van de investering bepaald. Hierbij is uitgegaan van de volgende gegevens:

- Hissink financiert de ontwikkelingskosten en de kosten van marketing en verkoop geheel zelf. Dit betekent dat er geen banklening of andere financiering nodig is.
- Aangenomen is dat alle ontwikkelkosten en marketing- en verkoopkosten in het jaar voorgaand aan de eerste productie gemaakt worden. In werkelijkheid zijn een deel van de productiekosten eerder gemaakt en zal een deel van de marketing- en verkoopkosten later gemaakt worden. De hier gemaakte keuze is een gemiddelde hiervan.
- In het model is rekening gehouden met een inflatie van 1,4% (gemiddelde van de afgelopen vijf jaar²), en met een vennootschapsbelasting van 20%. Dit tarief is geldig voor een belastbare winst tot 200.000 Euro per jaar³.

²<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=70936ned&D1=0&D2=649,662,675,688,701&HDR=T&STB=G1&VW=T>

De resultaten zijn zeer sterk afhankelijk van het aantal machines dat verkocht kan worden. De verwachting van Hissink hierbij is dat er 1 tot 2 machines per jaar verkocht kunnen worden. De invloed van het aantal verkochte machines per jaar is duidelijk gemaakt in de navolgende tabel:

Verkoop machines (aantal)	0,5	1	1,5	2
Interne rentevoet	19%	59%	97%	134%
Terugverdientijd (jaar)	4,5	1,7	1,0	0,8

Een uitdraai van het cashflow model in het geval van een de verkoop van 1 machine per jaar is weergegeven in Annex I.

Deze tabel laat zien dat wanneer het aantal verkochte machines 1 per jaar is, de terugverdientijd van de investering ca 1,7 jaar is. Naarmate er meer machines per jaar verkocht worden is de terugverdientijd lager. Duidelijk is wel dat, met de gegeven aannamen, een winstgevende operatie mogelijk is.

6.8 Risicoanalyse

Bij de verdere ontwikkeling en de vermarkting van de oogstmachine is het belangrijk om de risico's die hierbij optreden goed in kaart te brengen. In de onderstaande tabel worden deze risico's genoemd, evenals de maatregelen die genomen kunnen worden om deze risico's te verminderen.

Risico	Risico-beperkende maatregel
Kostenoverschrijdingen bij de verdere ontwikkeling van de oogstmachine	• Goede inventarisatie van de technische aspecten die nog verbeterd moeten worden, en een goede planning inclusief kostenschatting van deze verbeteringen. • Uitspreiden van de ontwikkelkosten over meer jaren als het moeilijk wordt om deze kosten op te brengen • Zoeken van externe financiering (subsidie) bij het verder ontwikkelen van de opraapunit
Oogst van tak- en tophout wordt niet uitgevoerd omdat dit tot verarming van de bodem zal leiden	• Marketing en verkoop activiteiten richten op die plaatsen waar nog wel tak- en tophout geoogst kan worden. • Marketing en verkoop activiteiten richten op bosrijke buurlanden, zoals Duitsland.
Slechte ervaringen eerste klanten met machine	• Goede keuze van de launching customer maken, waarbij gelet wordt op professionaliteit en ervaring • Goede begeleiding van deze eerste klant en snelle respons op problemen
Excessieve slijtage van onderdelen	• Regelmatig terugkoppeling van klanten vragen; in het geval van excessieve slijtage de betreffende onderdelen vervangen door duurzamere onderdelen.
Een ander bedrijf kopieert het ontwerp van de installatie	• Hissink is goed gepositioneerd in de markt, en heeft een voorsprong omdat het bedrijf de eerste is die deze technologie op de markt brengt. Hissink zal de machine blijven verbeteren om deze voorsprong te behouden.

Producten

1. Oogstmachine
2. Film, te zien op youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=GifAnHmiWQU>

7. CONCLUSIE

De grotere boscijzenaren zoals Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en De 12Landschappen maken gebruik van de plannings- en beheersoftware CMSi. Het doel was om dit programma uit te breiden met een softwaresysteem voor de bundeling van percelen. Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat de implementatie van CMSi achter blijft. Dit wordt veroorzaakt door de verschillende werkmethode s zowel binnen organisaties als tussen organisaties. Tevens zorgt de complexiteit van CMSi er ook voor dat de implementatie achterblijft. Daarnaast zijn de kleinere (particuliere) boscijzenaren niet van plan om ook CMSi te gaan gebruiken vanwege de prijs. Dit heeft er toe geleid dat de software (biomassamodule) losgekoppeld is van CMSi. Dit heeft als voordeel dat het voor iedereen toegankelijk is.

Een ontwerp voor de biomassamodule is gemaakt. Dit bestaat uit twee onderdelen, te weten de interface (wat ziet de gebruiker op zijn scherm) en het dataprotocol (welke berekeningen vinden er plaats tussen de invoer en de uitkomst).

Het ontwerp van de biomassamodule is gevalideerd door data van bospercelen te gebruiken uit de regio Twente. Naast gegevens van Natuurmonumenten hebben andere eigenaren data aangeleverd voor de validatie. Om genoeg gegevens te krijgen zijn er nog extra percelen aan toegevoegd. Deze extra percelen zijn bij benadering zo realistisch als mogelijk bepaald.

De kostenbesparing die gerealiseerd kan worden door gebruik te maken van de biomassamodule ligt tussen de 5-25% afhankelijk van de grootte van de percelen. Dit is onder andere afhankelijk van het aantal percelen, de transportafstanden, de oogsthoeveelheid, etc. Over het algemeen kan gezegd worden, hoe kleiner de percelen en hoe meer gebundeld kan worden des te groter de besparing wordt.

Onderzoek naar de beweegredenen van particuliere eigenaren is uitgevoerd. Daarbij is onderzocht wat belangrijke factoren zijn om de houtoogst bij hun te vergroten. Belangrijke pijlers hierin zijn informatievoorziening, samenwerking en verbetering van de financiële situatie bv door subsidies. Hieruit is een plan van aanpak opgesteld.

Acties die voorgesteld worden in dit Plan van Aanpak zijn:

- Voorlichting aan particuliere eigenaren, omdat gebrek aan kennis één van de barrières is die genoemd worden door de eigenaren zelf. Hierbij speelt het beeld dat:
 - Het bos vaak te klein is of te weinig oplevert
 - Boscijzenaren niet bekend zijn met bosbouw en de sector
 - Angst en wantrouwen ontstaan door misbruik van derden of vernieling van het bos

Belangrijk zijn dus de voorlichting over goed en duurzaam bosbeheer en over het belang van oogsten, maar ook kennis over welke partijen de boscijzenaren daarbij kunnen ondersteunen.

- Stimuleren van samenwerking, omdat projecten uit het verleden hebben laten zien dat lidmaatschap van een collectief een effectieve manier kan zijn om particuliere eigenaren te activeren. Cruciaal voor het slagen hiervan is dat de coördinatie van collectieven niet in handen komt van een commerciële partij. Ook bij samenwerking is een vorm van communicatie en voorlichting naar de beseigenaren nodig.
- Verbeteren van de financiële opbrengsten van bosbeheer en houtoogst blijkt ook voor een deel van de eigenaren belangrijk te zijn. Hiervoor zijn op verschillende terreinen acties voor te stellen:
 - Stimuleren van innovatie op gebied van technieken, logistiek en voorbereiding
 - Betere toegang tot markten (bv door samenwerking)
 - Subsidies op beheersactiviteiten, waarbij subsidies ook sturend kunnen zijn op de keuzes van de beseigenaren voor klimaatbestendigere herkomsten of beter uitgangsmateriaal met hoogwaardiger sortimenten als resultaat.
 - Evaluatie van de effecten van bestaande (natuur) subsidies op de houtoogst.

Om deze acties uit te voeren wordt voorgesteld om een “houtmobilisatiecoördinator” aan te stellen, die de voorlichting kan initiëren, samenwerkingsverbanden steunen en helpen met het verspreiden van succesverhalen. Flankerend hieraan kunnen een aantal beginnende collectieve samenwerkingsverbanden gesteund worden, waarbij zoveel mogelijk uitgegaan zal worden van bestaande organisaties/structuren. Tot slot is onderzoek naar de geschiktheid van het huidige subsidiesysteem en naar de resultaten van houtmobilisatie belangrijk.

Een ontwerp van de oogstmachine is gemaakt en vervolgens uitgewerkt in technische tekeningen. De machine is gebouwd en vervolgens getest. De belangrijkste conclusies van deze testen zijn:

- Het principe en de werking van de oogstmachine is aangetoond. Het belangrijkste onderdeel van deze machine die dit mogelijk maakt is de opraapunit. De opraapunit is in staat om het tak- en tophout van de grond op te rapen, deels te verkleinen, vervolgens te zeven en in te voeren in chipper.
- De invoer in de chipper is tot nu toe nog een probleem. Bij te grote aanvoer van tak- en tophout stropen de takken de invoer. Om voldoende capaciteit te halen is het noodzakelijk dat de invoer voldoende capaciteit heeft.
- Er is vraag naar deze machines vanuit de markt. Uit de veldtests is gebleken dat er ook vraag is naar een machine die lichter en kleiner is.
- Hissink zal de invoer van de opraapunit doorontwikkelen. Tevens zal hij zich daarna gaan richten op een lichtere en smallere variant.

BIJLAGE A: BOS- EN MAATREGELENPLAN



Planeenhed naam	Code beheervlak	Beheertype	Oppervlakte in ha	Hbs1	M1 Groepenkap (open plekken maken)	M3 Dunning
Buurserzand	01/B	N15.02	1,0820	Ze	X	X
Buurserzand	01/C	N15.02	0,7635	Gd	X	X
Buurserzand	01/F	N15.02	0,2350	Gd		
Buurserzand	01/L	N15.02	0,6354	Gd	X	X
Buurserzand	01/U	N15.02	1,5203	Gd	X	X
Buurserzand	01/W	N15.02	0,9418	Gd	X	X
Buurserzand	02/A	N15.02	0,5387	Ez		
Buurserzand	02/D01	N15.02	2,6546	Wi/Be		X
Buurserzand	02/D03	N15.02	1,0637	Gd		
Buurserzand	02/D04	N15.02	0,4760	Be		
Buurserzand	02/F	N15.02	0,4623	Av		
Buurserzand	02/G	N15.02	0,2586	Av		
Buurserzand	02/O	N15.02	0,0700	Gd		
Buurserzand	03/A01	N15.02	0,1487	Gd	X	X
Buurserzand	03/A02	N15.02	0,4456	Gd	X	X
Buurserzand	03/A03	N15.02	2,5430	Gd	X	X
Buurserzand	03/A04	N15.02	1,0933	Gd	X	X
Buurserzand	03/A05	N15.02	3,3484	Gd	X	X
Buurserzand	03/D	N15.02	3,0762	Wi/Ez		
Buurserzand	03/H	N15.02	0,2709	-		
Buurserzand	03/J	N15.02	0,1577	Ez		
Buurserzand	03/K	N15.02	0,4378	-		
Buurserzand	04/A	N15.02	1,4321	Gd		
Buurserzand	04/D01	N15.02	0,1363	Ze		
Buurserzand	04/D02	N15.02	0,3109	Ze		
Buurserzand	04/D03	N15.02	0,0908	Ze		
Buurserzand	04/K01	N15.02	0,7428	Gd		
Buurserzand	04/K02	N15.02	0,1438			
Buurserzand	04/K03	N15.02	0,0599	Be		
Buurserzand	04/M	N15.02	0,7351	Ze	X	X
Buurserzand	04/N	N15.02	0,6500	Gd	X	X
Buurserzand	05/A	N15.02	1,7801	Gd	X	X
Buurserzand	05/C	N15.02	0,6361		X	X
Buurserzand	05/E	N15.02	2,2548	Gd	X	
Buurserzand	05/H	N15.02	0,6300	Gd		
Buurserzand	05/J	N15.02	0,1558	-		
Buurserzand	05/K	N15.02	0,7067	Be		

Buurserzand	05/L	N15.02	4,5664	Gd		
Buurserzand	05/M	N15.02	0,6642	Gd		
Buurserzand	05/P01	N15.02	0,6971	Gd		
Buurserzand	05/P02	N15.02	0,2105	Gd		
Buurserzand	05/Q	N15.02	0,1196	Gd		
Buurserzand	05/R01	N15.02	0,5978	Ze		
Buurserzand	05/R02	N15.02	0,1812	Ze		
Buurserzand	05/R03	N15.02	0,1238	Ze	X	X
Buurserzand	05/R04	N15.02	0,2630	Ze		
Buurserzand	06/A	N15.02	0,8055	Ze		
Buurserzand	06/C	N15.02	0,6744			
Buurserzand	06/F	N15.02	0,1041			
Buurserzand	07/A	N15.02	4,4959	Gd/Be	X	X
Buurserzand	07/C01	N15.02	0,5124	Ze		
Buurserzand	07/C02	N15.02	0,0870	Ae		
Buurserzand	07/C03	N15.02	0,3097	Gd		
Buurserzand	07/C04	N15.02	0,2736	Ze		
Buurserzand	07/C05	N15.02	0,9949	Be	X	X
Buurserzand	07/C06	N15.02	0,1584	Gd		
Buurserzand	07/E	N15.02	0,9124	-		
Buurserzand	07/F	N15.02	3,6527	Be/Bu	X	X
Buurserzand	07/G	N15.02	1,7931	Gd	X	X
Buurserzand	07/H	N15.02	0,8842	Be		
Buurserzand	07/K	N15.02	4,3280	Ze/Gd		
Buurserzand	07/N	N15.02	2,9975	Be		X
Buurserzand	07/S	N15.02	0,1084	Ze		
Buurserzand	08/C	N15.02	0,4517	Bu		X
Buurserzand	08/E01	N15.02	0,0928	Ze		
Buurserzand	08/E02	N15.02	0,1199	Ez		
Buurserzand	08/E03	N15.02	0,1654	Ze		
Buurserzand	08/F01	N15.02	0,1062	Ge		
Buurserzand	08/F02	N15.02	0,0444	Ze		
Buurserzand	08/F03	N15.02	0,1072	Ze		
Buurserzand	09/B	N15.02	5,3434	Be/Ez	X	
Buurserzand	10/A	N15.02	1,0106	Gd	X	X
Buurserzand	10/D	N15.02	0,1900	Ze		
Buurserzand	12/B	N15.02	0,9241	Gd		
Buurserzand	13/A	N15.02	0,7656	Gd		
Buurserzand	13/C	N15.02	0,7835	Gd		
Buurserzand	13/D	N15.02	0,3296	Gd		
Buurserzand	14/B	N15.02	0,3399	Gd		
Buurserzand	15/B	N15.02	2,2524	Be	X	X
Buurserzand	15/D	N15.02	5,6911	Gd	X	X
Buurserzand	16/A	N15.02	3,9088	Ze	X	X
Buurserzand	17/C	N15.02	0,5042	Gd	X	X

Buurserzand	17/D01	N15.02	0,0504		X	X
Buurserzand	17/D02	N15.02	0,0695		X	X
Buurserzand	17/G	N15.02	0,1586	Gd	X	X
Buurserzand	18/B	N15.02	2,4686	Gd	X	X
Buurserzand	18/J01	N15.02	1,0707	Gd	X	X
Buurserzand	18/J02	N15.02	0,0616	Gd	X	X
Buurserzand	18/L	N15.02	0,0436	Gd	X	X
Buurserzand	19/A	N15.02	1,1459	Ze	X	X
Buurserzand	19/D	N15.02	2,1167	Ze	X	X
Buurserzand	19/E	N15.02	0,8140	Gd		
Buurserzand	20/A	N15.02	2,5098	Gd		X
Buurserzand	20/D	N15.02	0,6435	Gd		X
Buurserzand	20/E	N15.02	0,4667	Gd		X
Buurserzand	21/A	N15.02	2,6451	Gd		X
Buurserzand	21/B	N15.02	4,1235	Av		X
Buurserzand	22/A	N15.02	5,4689	Gd/Ze/Be	X	X
Buurserzand	22/B01	N15.02	0,1579	Gd		
Buurserzand	22/B02	N15.02	0,4173	-		
Buurserzand	22/B03	N15.02	0,1508	Be		
Buurserzand	22/B04	N15.02	0,0747	Be		
Buurserzand	22/B05	N15.02	0,2251	Gd		
Buurserzand	22/B06	N15.02	0,1334	Gd		
Buurserzand	22/B07	N15.02	0,2099	Gd		
Buurserzand	22/B08	N15.02	0,1134	Gd		
Buurserzand	22/C	N15.02	2,3462	Ze		
Buurserzand	22/H	N15.02	0,6637	Ze		
Buurserzand	22/K	N15.02	2,0856	Gd	X	X
Buurserzand	22/M	N15.02	0,4798	Be	X	X
Buurserzand	23/B	N15.02	0,1973	Ze		
Buurserzand	23/D	N15.02	0,1402	Ze		
Buurserzand	25/A	N15.02	4,1128	Fs/Be		X
Buurserzand	25/F	N15.02	0,3503	Be		
Buurserzand	25/G	N15.02	1,0289	Be		
Buurserzand	26/A	N15.02	0,1124			
Buurserzand	26/C	N15.02	2,0075	Gd	X	



BTG Biomass Technology Group BV
Josink Esweg 34, 7545 PN Enschede
P.O. Box 835, 7500 AV Enschede
T. + 31 (0)53 486 1186
F. +31 (0)53 486 1180
W. www.btgworld.com
E. secretariaat@btgworld.com

Your partner in bioenergy