



○ *Innovatief beheer van
essenhakhout*

*Natura 2000 gebied Kolland &
Overlangbroek*

*Patrick Jansen
Annemieke Winterink*

Wageningen, maart 2009

Innovatief beheer van essenhakhout

*Natura 2000 gebied Kolland &
Overlangbroek*

*Patrick Jansen
Annemieke Winterink*

Wageningen, maart 2009

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	1
2 MARKT VOOR HET HOUT	3
2.1 Roerstokken voor de aluminiumindustrie	3
2.2 Slieten voor waterwerken	3
2.3 Rijshout	4
2.4 Hoepels voor vaten	4
2.5 Stelen van gereedschappen (bijlen, hamers, hooivorken, houwelen ed.)	4
3 OOGST	7
3.1 Oogstsystemen	7
3.2 Velling	7
3.3 Uitslepen/uitdragen	8
3.4 Verwerking en Transport	19
4 INBOETEN	23
5 BEHEER ONDERGROEI	27
6 BEHEER EN ADVIES	31
6.1 Houtmarkt	31
6.2 Oogst	31
6.3 Beheer ondergroei	31
6.4 Inboeten	32
LITERATUUR	33

1 INLEIDING

De Provincie Utrecht heeft Stichting Probos en Bosgroep Midden Nederland gevraagd om een advies te geven over de beheeropties voor essenhakhout in de Natura 2000-gebieden Kolland en Overlangbroek.

De onderzoeksopdracht luidt:

Zet de mogelijkheden voor een ecologisch, logistiek en bedrijfseconomisch verantwoord en toekomstzeker beheer voor essenhakhout op een rij.

Dit rapport gaat uitsluitend in op de onderdelen die zijn uitgevoerd door Stichting Probos, namelijk het onderzoek naar de beheermogelijkheden voor wat betreft oogst, vermarkting van hout, inboeten en het beheer van de ondergroei.

De gebieden Overlangbroek en Kolland liggen in het stroomgebied van de Kromme Rijn tussen Wijk bij Duurstede en de Utrechtse Heuvelrug. De gebieden beslaan samen een oppervlakte van circa 180 hectare; Op Kolland (eigendom Landgoed Kolland B.V. en landgoed Zuylenstein) komt daarbij circa 24 ha hakhoutbos voor en in het gebied van Overlangbroek (eigendom van Staatsbosbeheer en een particulier) bestaat circa 55 ha uit hakhoutbos. De gebieden zijn onderdeel van een kleinschalig cultuurlandschap waar actief beheerde essenhakhoutbossen voorkomen. Dit essenhakhout op voedselrijke kleigronden in het rivierengebied vormt in Europees opzicht een uitermate zeldzaam bostype (vochtige alluviale bossen) met een grote rijkdom aan paddestoelen en epifytische mossen en korstmossen. Er zijn zelfs mossoorten waargenomen die in Nederland alleen voorkomen op deze twee locaties. Als het essenhakhout niet goed wordt beheerd zullen de bijzondere mossoorten achteruit gaan. Cruciaal is dat de essen periodiek worden gehakt. Als dat consequent gebeurt, dan ontstaat een cyclus waarbinnen de mossen goed gedijen. Vlak na het hakken loopt de aanwezigheid van de mossen door de grotere zoninstraling terug. Maar als na twee tot drie jaar het bladerdek zich weer sluit ontstaat een goed microklimaat voor de mossen en breiden ze zich weer uit. De beschaduwing en een hoge luchtvochtigheid zorgen daarvoor. Als de takken echter pas na een langere periode worden gehakt, lopen de optimale condities weer terug en zo ook de mossen. Naast de mossoorten profiteren eveneens hogere planten en kenmerkende diersoorten van dit beheer.

De Natura 2000-gebieden komen voort uit de door de Europese Unie opgestelde Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. Deze richtlijnen zijn in de Natuurbeschermingswet 1998 vertaald naar de Nederlandse situatie. Deze wet schrijft voor dat er voor al deze gebieden een beheerplan moet komen. Dit beheerplan wordt in 2009 opgesteld in overleg met eigenaren, gebruikers, andere belanghebbenden en betrokken overheden.

De provincie Utrecht is er veel aan gelegen om deze gebieden duurzaam te behouden en beheren. Als de aanwijzing als Natura 2000-gebied rond is ligt er ook een Europese verplichting om dit te realiseren.

De provincie Utrecht heeft verder in december 2006 een TOP-lijst van verdroogde gebieden opgesteld. Deze lijst bestaat uit twaalf gebieden die een dusdanige natuurwaarde vertegenwoordigen dat er alles aan wordt gedaan om deze veilig te stellen. De gebieden Kolland en Overlangbroek maken deel uit van deze lijst.

2 MARKT VOOR HET HOUT

Er zijn verschillende afzetmarkten voor esenhout dat vrijkomt bij hakhoutbeheer. Verreweg de grootste afzetmarkt is de inzet van het hout voor biomassa. De geogste telgen worden dan verchipt om vervolgens afgevoerd te worden naar een bio-energiecentrale. Gezien de huidige ontwikkelingen waarbij de vraag naar duurzame energie steeds meer toeneemt is de inzet van esenhakhout voor biomassa een relatief zekere afzetmarkt (zie kader voor duurzaamheid). Het loont echter de moeite te onderzoeken of het hout hoogwaardiger kan worden ingezet, bijvoorbeeld binnen één van de nichemarkten. Voordeel van het afzetten van het esenhout binnen een nichemarkt is dat het vaak meer oplevert. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de bekende nichemarkten en hun relevantie binnen de huidige markt.

2.1 Roerstokken voor de aluminiumindustrie

Er zijn op dit moment twee aluminiumfabrieken die productief zijn in Nederland. Dit zijn Aluminium Delfzijl BV in Delfzijl (www.aldel.nl) en Zeeland Aluminium Company NV (ZALCO) in Vlissingen (www.zalco.nl). Bij de productie van aluminium wordt tijdens het productieproces in de ketel het aluminium geroerd om afvalstoffen af te romen. Voor dit proces worden houten roerstokken gebruikt. Op dit moment gebruikt men wilgenhout afkomstig uit grienden. Voorwaarden voor de roerstok is dat deze minimaal 1,50 meter lang moeten zijn en een minimale dikte hebben van 3 centimeter. De stokken mogen ook dikker zijn. Alleen houtsoorten met een zeer hoog vochtgehalte zijn geschikt om toe te passen binnen de aluminiumindustrie. Dit omdat de temperaturen in de aluminiumovens zeer hoog zijn en roerstokken direct in de brand vliegen als ze te droog zijn. Per jaar worden er binnen Aluminium Delfzijl BV ongeveer 15 duizend roerstokken gebruikt, bij Zeeland Aluminium Company NV ligt het aantal op ongeveer 20 duizend roerstokken. Ondanks dat er op dit moment wilgen roerstokken gebruikt worden biedt deze afzetmarkt ook een kans voor het afzetten van esenhout. Immers, het esenhout heeft net als wilg een zeer hoog vochtpercentage (bron: Danny Beusseler, Zalco). Er is bekend dat rond 1974 esenhouten roerstokken afkomstig uit esenhakhout aan Zalco zijn geleverd (mondelinge mededeling: dhr. W. de Beaufort). Op dit moment heeft Zalco een contract met een bedrijf dat wilgenstokken levert. Hierbij heeft men aangegeven dat indien dit bedrijf esenhout zou aanleveren dit ook geen probleem is.

2.2 Slieten voor waterwerken

Uit navraag bij het waterschappen en Rijkswaterstaat is naar voren gekomen dat er nog nauwelijks esenhout voor waterwerken gebruikt wordt. Daar waar in vroeger tijden (ook) esenhout werd toegepast, gebruikt men nu wilg. Hierbij moet gedacht worden aan oeverbeschoeiingen e.d. Dit heeft vooral te maken met het feit dat men gewend is met wilg te werken en de eigenschappen van het hout kent. Daarnaast zijn met name de waterschappen tegenwoordig bezig hun oevers op een andere manier in te richten. Hierbij probeert men meer gebruik te maken van flauwere taluds waardoor houtenbeschoeiingen veel minder worden toegepast. Door deze nieuwe werkwijze wordt binnen de waterschappen minder hout toegepast. Op deze manier proberen de waterschappen onderhouds- en aanlegkosten te minimaliseren. De esen-slieten die in de Waddenzee gebruikt werden zijn tegenwoordig vervaardigd van douglashout (mondelinge mededeling griendwerker Van Aalsburg). Dhr. van

Aalsburg vertelde dat de opdrachtgevers van de slieten van mening zijn dat douglashout een hogere duurzaamheid heeft binnen deze toepassing.

2.3 Rijshout

Dunne jonge (tot 4 jaar) essenhouten twijgen kunnen worden ingezet als rijshout. Het merendeel van het rijshout op dit moment wordt gemaakt van wilgentenen. Echter, in het verleden werd hier ook essenhout voor gebruikt dat vrijkwam uit essenhakhout met een kapcyclus van 3 á 5 jaar . Deze toepassing is geen optie indien er een kapcyclus van 6 tot 8 jaar wordt toegepast. De scheuten zijn dan te dik en te stijf om te kunnen worden toegepast als rijshout.

2.4 Hoepels voor vaten

“Van dunne essentakken werden de beste hoepels voor vaten gemaakt”(Fraanje 1999). De hoepels worden tegenwoordig gemaakt van metaal en staal. Er is geen organisatie gevonden die nog hoepels voor vaten maakt van essenhout. Deze afzetmarkt lijkt dus te zijn verdwenen. Hierbij is het niet ondenkbaar dat er op zeer kleine schaal nog hoepels gemaakt worden van essenhout, maar het zal zich veelal binnen de hobbysector afspelen.

2.5 Stelen van gereedschappen (bijlen, hamers, hooivorken, houwelen ed.)

Er is met De Jong Houtwaren uit Drogeham gesproken (www.dejonghoutwaren.nl). Dit is een fabrikant van schop- en spadestelen van hoge kwaliteit voor de professionele markt. Voor de stelen gebruikt men essenhout dat afkomstig is uit Frankrijk. Het betreft rondhout dat als voorgezaagde balken binnenkomen en tot stelen wordt verwerkt. Op de vraag of men in het verleden wel gebruik gemaakt heeft van essenhout afkomstig uit hakhout vertelde de eigenaar dat hij zich dit niet kon herinneren in de afgelopen twintig jaar. Met het essenhout dat men nu gebruikt is de kwaliteit en levering gegarandeerd. Er zijn geen voorbeelden bekend waarbij men stelen maakt van essenhouthakhout.

Bij het inventariseren van potentiële afzetmarkten valt op dat voor veel toepassingen, waar in het verleden (ook) essenhout voor gebruikt werd, nu wilg uit grienden wordt toegepast. De toepassing van essenhout zou dus een verdringing betekenen van het wilghout, waarmee de grienden een (deel) van hun afzet zouden verliezen. De huidige leveranciers van roerstokken, slieten en rijshout zijn griendtelers, waardoor het onwaarschijnlijk is dat ze bij het huidige marktvolume essenhout uit essenhakhoutbossen zullen aanbieden.

De houtmarkt wordt op dit moment niet direct bediend door de boseigenaren, maar via aannemers. Het hout wordt op stam ‘verkocht’. Voor nichemarkten is het te overwegen deze direct te bedienen, waarbij de oogst al dan niet wordt uitbested.

Voor de bediening van de biomassamarkt ligt het voor de hand dit te blijven doen via een houthandelaar/aannemer. In het laatste geval kan overwogen worden om lange termijn contracten aan te gaan, zodat de afzet gegarandeerd is en de aannemer zich kan instellen op het werk in het essenhakhout (expertise, materiaal etc.).

Kader 1 Duurzaamheid van biomassa

De verwachtingen van biomassa als energiebron om klimaatverandering tegen te gaan zijn hooggespannen. In toenemende mate groeit echter het besef dat aan biomassa veel nadelen kleven. Ontbossing in Indonesië en hogere voedselprijzen zijn problemen die soms zijn gekoppeld aan grootschalige inzet van biomassa. Ook leidt de vervanging van fossiele energiebronnen (zoals kolen en olie) door biomassa, per saldo soms niet of nauwelijks tot minder uitstoot van broeikasgassen. Ook premier Balkenende noemde de eerste generatie-biobrandstoffen niet duurzaam. Om ervoor te zorgen dat biomassa wel op verantwoorde wijze wordt geproduceerd en substantieel bijdraagt aan afname van CO₂-uitstoot, hebben De Provinciale Milieufederaties en Stichting Natuur en Milieu een visie op biomassa ontwikkeld. De visie 'Heldergroene biomassa' beschrijft welke biomassastromen wel en niet duurzaam zijn. Om te kunnen beoordelen welke biomassastromen bijdragen aan reductie van broeikasgassen en bovendien verantwoord kunnen worden geproduceerd zijn een tiental toetsingscriteria opgesteld, voortbouwend op het werk van de Commissie Cramer (Criteria 1-6 sluiten aan bij de Commissie Cramer criteria, 7-10 zijn extra):

1. Voldoende reductie van broeikasgassen (biomassa moet netto 50% minder emissie van broeikasgassen opleveren dan gemiddeld bij fossiele energie)
2. Geen concurrentie met voedselproductie en lokale toepassing
3. Behoud van biodiversiteit (inclusief indirecte effecten)
4. Behoud van milieukwaliteit (bodem, water en lucht) en waterbeschikbaarheid
5. Bijdrage aan de lokale welvaart
6. Bijdrage aan het welzijn van werknemers en de lokale bevolking
7. Verantwoorde landschappelijke inpassing
8. Uitsluiting gebruik van genetisch gemodificeerde gewassen
9. Ondersteunen en beschermen van cascadering van grondstoffen
- 10 Certificering volgens volg- en traceersysteem.

Op basis van de duurzaamheidscriteria zijn gangbare biomassastromen op de Nederlandse markt beoordeeld. De beoordeling kent vier mogelijkheden: 'positief', 'positief mits', 'nee, tenzij' en 'negatief'. Snoei- en dunningshout is als positief beoordeeld.

3 OOGST

3.1 Oogstsystemen

De oogst van essenhakhout kan grofweg in vier fasen worden opgedeeld, te weten velling, uitslepen/uitdragen, verwerken en transport. Het optimale oogststelsel is van een groot aantal factoren afhankelijk, waaronder terreinomstandigheden, afzetmarkt en areaal. De oogst van essenhakhout wordt door een aantal terreinomstandigheden sterk bemoeilijkt, waardoor veelgebruikte oogstsystemen niet kunnen worden toegepast. De belangrijkste belemmeringen voor de oogst van essenhakhout zijn:

- Natte kleigronden
Alle machines veroorzaken in principe insporing. Afhankelijk van de mate waarin dit gebeurt, kan schade aan de bodem en de aanwezige vegetatie ontstaan. De draagkracht van de bodem is van doorslaggevend belang bij het bepalen van de mogelijkheden voor mechanisatie. De draagkracht van de natte kleigronden in het essenhakhout is zeer beperkend.
- Slechte externe en interne ontsluiting
De inzetbaarheid van machines en het transport van het hout naar de berijdbare weg wordt sterk belemmerd door de slechte interne en externe ontsluiting van het essenhakhout.
- Hoge stobben en hoog stamtal
Elke machine heeft ruimte nodig om te manoeuvreren (zonder de stobben te beschadigen). In de meeste essenhakhoutbossen is het stamtal dermate hoog dat er nauwelijks ruimte is. Bovendien zijn de stobben dermate hoog dat machines er niet overheen kunnen rijden.
- Rabatten met greppels
De greppels vormen een barrière om vrij te kunnen bewegen in het terrein, waardoor de inzetbaarheid van machines wordt beperkt en de uitsleepkosten hoger worden.

3.2 Velling

De velling van essenhakhout gebeurt traditioneel met de motorkettingzaag en hiervoor zijn ook geen alternatieven beschikbaar. Bij de oogst van opgaand bos worden harvesters ingezet, maar deze kunnen in essenhakhout niet worden ingezet zonder de stobben te beschadigen. Dit geldt ook voor zogenaamde multi-stemharvesters die bedoeld zijn om dunnere bomen op een efficiënte manier te kunnen oogsten. De velling blijft dus handwerk met de motorkettingzaag. Het werk met de motorkettingzaag is door de opkomst van harvesters sterk teruggelopen. Hierdoor is het moeilijker geworden om ervaren vellingsploegen te vinden voor dit werk. Bovendien vinden deze ploegen het vellen van (essen)hakhout veelal zwaarder en geestdodender werk dan het vellen van opgaande bomen.

Bij het vellen moet terdege rekening worden gehouden met de methode en richting van uitrijden/uitslepen. De scheuten moeten in de juiste richting geveld worden, zodat ze eenvoudig kunnen worden opgepakt. Ook is het vaak nodig om de scheuten enigszins voor te concentreren, zodat het uitslepen/uitrijden efficiënter kan worden uitgevoerd.

Hakhout wordt traditioneel afgezet tussen het moment van bladval en het moment waarop het blad weer aan de bomen begint te komen. Essen laten hun blad relatief vroeg vallen, waardoor ook de velling relatief vroeg kan worden uitgevoerd. Met het oog op bodembeschadiging heeft het de voorkeur om de oogst zoveel mogelijk uit te

voeren bij gunstige weersomstandigheden (droge bodem). De weersomstandigheden variëren uiteraard sterk van jaar tot jaar en van periode tot periode, maar statistisch gezien is de beste periode direct na de bladval, tijdens vorstperioden of vlak voor het broedseizoen.

3.3 Uitslepen/uitdragen

Het hout naar de berijdbare weg transporteren wordt uitslepen/uitdragen genoemd, al naar gelang de werkwijze. In het eerste geval wordt het hout over de grond gesleept, in het tweede geval wordt het op een (aanhang)wagen uitgereden. Uitdragen heeft in het essenhakhout als voordeel dat de uitgesleepte scheuten (ongekort zes tot tien meter lang) niet tegen de stobben aan kunnen schuren en hierdoor de stobben of de mosvegetatie beschadigen. Uiteraard kunnen ook beschadigen ontstaan als gevolg van aanrijdingen met de wielen of het chassis van het voertuig. Een andere voordeel van uitdragen is van belang in het geval het hout wordt toegepast als biomassa. Bij het uitslepen is de zandfractie in de biomassa vaak veel groter, doordat de scheuten over de grond gesleept worden. Het is van belang om de zandfractie zo laag mogelijk te houden, omdat een hoog zandpercentage zorgt voor een versterkte slijtage van de snijmesses in een verchipper. Chunkers hebben nauwelijks last van slijtage door zand, maar lang niet elke bio-energiecentrale kan chunks verwerken. Bio-energiecentrales hebben graag ook een zo laag mogelijke zandfractie in verband met slijtage aan de bewegende delen en verhoogde schoonmaakkosten van de oven.

In tegenstelling tot opgaand bos, waarbij uitdragen alleen geschikt is voor de sortimentsmethode (gekorte stamstukken), is uitdragen bij hakhout door de relatief korte scheuten (zes tot tien meter lengte) ook mogelijk zonder te korten. Er zijn allerlei methoden en machines ontwikkeld voor de gemechaniseerd uitdragen en uitslepen van hout. De in Nederland beschikbare machines komen voort uit de landbouw, bosbouw of zijn in eigen beheer ontwikkeld en gebouwd. In het verleden hebben meerdere bosbeheerders proeven gedaan met gemechaniseerd uitslepen in moeilijk toegankelijke hakhoutpercelen, maar deze hebben niet altijd tot acceptabele resultaten geleid. Soms ontstonden diepe rijsporen of werden stobben beschadigd als gevolg van de machines of over de grond slepende takken. Hieronder een overzicht van de mogelijke methoden.

Landbouwtrekker met kleminrichting of kettingen en/of uitslepbord - forwarder

Traditioneel werd in het Nederlandse bos veel gewerkt met de landbouwtrekker, waarbij een kleminrichting, kettingen of uitslepbord werd gebruikt om het hout op te pakken en uit te slepen. Het ging hierbij om de zogenaamde volleboom-methode, dus een methode waarbij het hout niet werd gekort, maar in zijn geheel werd uitgesleept. Langzaam maar zeker is de volleboom-methode verdrongen door de sortimentsmethode en de landbouwtrekker door de forwarder. Een forwarder is een grote, gespecialiseerde uitdraagcombinatie. Het uitdragen met de forwarder heeft zich de afgelopen decennia bewezen als een kostenefficiënte methode met acceptabele schade bij de meeste bodemtypen. Het nadeel van zowel de landbouwtrekker en de forwarder voor de inzet in essenhakhout is het grote gewicht en breedte. In de meeste essenhakhoutpercelen zijn geen dunningspaden aanwezig van voldoende breedte om deze machines toegang te bieden. Deze machines zijn door de beperkte manoeuvreerruimte in de essenhakhoutpercelen dus veelal niet inzetbaar zonder stobben te verwijderen voor een uitsleppad. Bovendien kan het door de vele transportbewegingen en grote bodemdruk in natte omstandigheden veel insparing opleveren, zeker bij landbouwtrekkers.

Kleine uitdraag- of uitsleeptrekkers

De huidige gebruikelijke methode om het hout uit het essenhakhoutperceel naar de berijdbare weg te krijgen is het gebruik van kleine uitdraag- of uitsleeptrekkers. Deze trekkers kunnen rupsen of banden hebben. De bodemschade is over het algemeen door het grote bodemcontactvlak het kleinst bij rupstrekking, maar de nadelen zijn dat ze minder snel kunnen rijden, waardoor de kosten hoger liggen. Bovendien zijn rupstrekkingen minder wendbaar, waardoor ze eerder schade kunnen veroorzaken aan stobben en 'wringschade' kan optreden aan de bodem.

Er zijn talloze fabrikanten die kleine uitdraag- of uitsleeptrekkers produceren. Bij de keuze voor een bepaald type kleine uitdraag- of uitsleeptrekkers spelen met name de volgende criteria een rol:

- Breedte
- Gewicht versus contactvlak (bodemdruk)
- Tractie
- Wendbaarheid
- Capaciteit
- Rijsnelheid

De daadwerkelijke keuze hangt natuurlijk ook samen met de beschikbaarheid van machines bij lokale of regionale aannemers. Er zijn honderden aannemers in Nederland met mini-kranen. Deze worden veelal gebruikt in de weg- en waterbouw, maar in uitzonderingsgevallen ook wel in het landschapsonderhoud en bosbeheer. Er zijn echter ook aannemers met kleine uitdraag- of uitsleeptrekkers die gespecialiseerd zijn in landschap- en bosonderhoud.

Tabel 1 <i>ERBO erkende bosaannemers die ervaring hebben met hakhoutbeheer</i>	
Naam bedrijf	Contactgegevens
Ebola BV	Breestaat 42a 7683 RA, Voorst T 055-3011807 www.ebolabv.nl
Konijnenberg Bos en Groen	Ringlaan 23 6961 KJ Eerbeek T 0313-654212 www.konijnenbergbosengroen.nl
Veluwenkamp Groen BV	Vijzelpad 65 8051 KM Hattem T 038-4442462 www.veluwenkamp.nl
Bruins & Kwast Groenaannemers BV	Mossendamsdwarsweg 1 7472 DB Goor Postbus 103 7470 AC Goor T 0547-286600 www.bruinsenkwest.nl
Fa. A. Beeftink & Zn.	Joostinkweg 12 7251 HK VORDEN T 0575-551249 www.beeftink-bv.nl
DEVOBO Totaal	Lichtenbergerlaan 1 7431 AK Diepenveen T 0570-591109 www.devobo.nl
Kemp Schalkwijk BV (niet ERBO)	Neereind 33 3998 WJ Schalkwijk T 030-6012595 www.kempschalkwijk.nl

In tabel 1 zijn enkele relevante ERBO (Erkenningsregeling Bosaannemers) erkende aannemers opgenomen die ervaring hebben met hakhoutbeheer. De inzet van kleine uitdraag- of uitsleptrekkers zal over het algemeen minder schade opleveren dan bij het gebruik van landbouwtrekkers en forwarders, maar de kostenefficiëntie ligt een stuk lager, doordat de capaciteit minder is. Er zijn ook veel meer transportbewegingen nodig.



Er zijn talloze kleine uitdraag- en uitsleptrekkers beschikbaar. Op de bovenste foto de Alstor 8x8 in een hakhoutperceel op rabatten op landgoed Hoevelaken en onder een Terri in een nat hakhoutperceel op landgoed Twickel.

Op dit moment is het gebruik van kleine uitdraagtrekkers een gebruikelijke methode om het hout uit te slepen/dragen. De uitdraagtrekker heeft een eigen kraan, of wordt beladen met een afzonderlijke kraan. Hierbij wordt handmatig uitslepen vaak gecombineerd met machinaal uitrijden om het aantal uitrijpaden te beperken. De scheuten worden daarbij handmatig binnen het bereik van de kraan getrokken. De scheuten worden op de uitdraagtrekker geladen en via uitsleppaden het perceel uit gereden. Op delen van Overlangbroek zijn in het verleden midden op de akkers/rabatten uitrijpaden gecreëerd door stobben weg te zagen. Vaak is dit om de andere akker/rabat gebeurt. Nadeel van uitrijpaden is, naast het verlies aan stobben, de langere tijd die nodig is om het kronendak te laten sluiten boven de uitrijpaden, waardoor het langer duurt voor de gewenste hoge luchtvochtigheid wordt bereikt.



De huidige gebruikte methode met het overdragen van de scheuten met een minikraan naar een aangepaste dumper, die het hout vervolgens uitrijdt naar de berijdbare bosweg (foto onder).



Uitslepen met paard

Er is weinig ervaring met het gebruik van paarden in hakhoutopstanden. Wel is er door Stichting Probos een praktijkexperiment gehouden in elzenhakhout op een natte bodem met greppels (rabattenbos). Hout uitslepen met een paard levert, afgezien van handmatig uitdragen, de minste schade op aan de bodem. In de praktijkproef bleek dat de stobben (licht) beschadigd raakten als gevolg van de hoeven van het paard en door veegschade van de uitgesleepte scheuten. Deze schade treedt zeker op als de lange scheuten niet worden gekort en er bochten moeten worden gemaakt om de stobben heen.

Het is voor het uitslepen met paarden van belang om de scheuten enigszins voor te concentreren, zodat er een ketting/strop om kan worden gelegd. Het is het meest efficiënt als dit gedaan wordt tijdens de velling en niet tijdens het uitslepen. De productiviteit van het uitslepen met het paard was tijdens de praktijkproef erg laag. Het aantal scheuten dat in één keer uitgesleept kan worden is gering. Bovendien schoot de lading nog wel eens los, waardoor tijdsverlies optrad. Bij het gebruik van gebruik. Het uitslepen met het paard werd sterk bemoeilijkt door de hoge stobben. Bij het uitslepen bleven de stammen regelmatig achter de stobben steken, waardoor de scheuten opzij moesten worden gedrukt door de menner, hetgeen zwaar fysiek werk is. Een ander knelpunt vormden de (kop)greppels. Aan het eind van elke rabat lag een greppel, die het paard elke keer over moest steken. Al snel bleek dat het paard hier huiverig voor was, waardoor hij de neiging kreeg om er overheen te springen. Dit leverde gevaarlijke situaties op voor paard en menner. Bij het uitslepen met het paard is het belangrijk om de uitsleepafstand zo kort mogelijk te houden om het paard fysiek niet te veel te belasten.



Uitslepen met het paard in een nat hakhoutperceel op landgoed Hoevelaken.

Overdraaien met een kraan

In hakhout wordt gebruik gemaakt van de methode waarbij het hout in meerdere keren binnen de opstand wordt overgedraaid naar de berijdbare bosweg. Dit beperkt het aantal transportbewegingen sterk en daardoor ook de schade aan de bodem, zeker als de kraan over rijplaten rijdt die de kraanmachinist zelf voor zich neer legt. Door deze werkwijze wordt een goede productiviteit gekoppeld aan acceptabele schade. Bosbeheerders die ervaring hebben met deze methode zijn er over het algemeen zeer over te spreken. De capaciteit van deze methode wordt in sterke mate bepaald door de lengte waarover de kraan kan werken. Des te groter zijn bereik des te efficiënter er gewerkt kan worden. Het aantal keren overdraaien wordt immers beperkt en er kan een grotere oppervlakte in een keer bewerkt worden. Grote (rups)kranen zijn echter te breed om het essenhakhout in te kunnen zonder stobben op te offeren voor de rijpad. Deze methode is dan ook alleen mogelijk met kleinere kranen, waardoor de capaciteit beperkt wordt en de kosten hoger. Voor percelen die direct naast een (breed) uitrijpad liggen kan de inzet van een kraan met een groot bereik zeer efficiënt zijn, maar de hoeveelheid van dergelijke percelen is beperkt.

Uitdragen door vrijwilligers

De velling is handwerk en vroeger werd het hout ook (deels) handmatig uitgedragen. Dit is fysiek uitermate belastend werk en het is dan ook niet verwonderlijk dat er nauwelijks betaalde arbeidskrachten voor dit werk te vinden zijn. De laatste jaren zijn het vooral mensen uit het voormalige Oostblok die dit soort werk nog accepteren. Ook werden en worden wel vrijwilligers ingezet, maar gezien de grote fysieke belasting die dit werk met zich mee brengt, het grote volume (9.000-15.000 scheuten van 6-10 meter per hectare) en het grote areaal essenhakhout is het duidelijk dat de inzet van

vrijwilligers geen structurele oplossing is. Wel kan het een oplossing zijn om kleine percelen essenhakhout in moeilijk oogstbare gebieden op deze wijze te bewerken. Om het structurele karakter van dit vrijwilligerswerk zoveel mogelijk te vergroten kan het interessant zijn om een essenhakhoutbrigade op te starten, naar voorbeeld van de eikenhakhoutbrigades die op sommige plekken in Nederland zijn opgestart op initiatief van de Vlinderstichting. Het concept van de hakhoutbrigades is er op gericht om een kleine vaste kern vrijwilligers, onder begeleiding van de beheerder, verantwoordelijk te maken voor een bepaald hakhoutperceel. De vrijwilligers gebruiken geen machines en mogen het (brand)hout houden. Een aandachtspunt is dan wel wat er met het (snoei)hout gebeurt dat de vrijwilligers niet meenemen.

Hooglieren

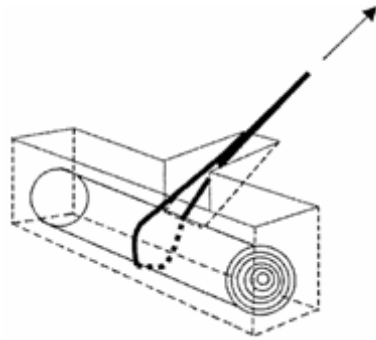
Voor de houtoogst in bergachtige gebieden zijn speciale liersystemen ontwikkeld die de bomen met behulp van een lier aan een hooggespannen kabel verplaatsen naar de bereikbare weg (cable logging, mast/hochseilgeräte). Het systeem kan ook worden toegepast in vlakke gebieden. Dit gebeurt momenteel in beperkte mate, alhoewel er nu steeds meer interesse lijkt te ontstaan voor deze methode, vooral in (zeer) natte gebieden. Deze machine is nog nooit toegepast in Nederland en voor zover bekend is er (nog) geen Nederlands woord voor deze machine en techniek. In dit rapport gebruiken we de termen 'hooglier'.

Er zijn geen seriematige hooglieren die speciaal ontwikkeld zijn voor vlakke omstandigheden. Eind 2008 is door machinebouwer Hochleitner een hooglier van het merk 'Valentini' omgebouwd voor de specifieke omstandigheden van het Biosphere-reservaat Oberspreewald (onder Berlijn). Deze machine is in het kader van deze studie bezichtigd. Het Oberspreewald bestaat uit ongeveer 1000 hectare (aangeplant) elzenbroekbos. Het bos wordt doorsneden door beken en kanalen en staat in natte tijden onder water. Machines kunnen derhalve het bos niet in, waardoor men er voor gekozen heeft om een hooglier te laten ombouwen:

- Deze machine weegt zo'n 60 ton en heeft een telescopische mast van 13,5 meter hoogte. Ingeklapt is de machine in totaal 3,6 meter hoog, waardoor de machine met een dieplader vervoerd kan worden.
- De draaglijn heeft een doorsnede van 22 mm en heeft een maximale lengte van 750 meter. De draaglijn moet ongeveer elke 200 meter ondersteund worden door de draagkabel aan bomen te bevestigen of aan tussenmasten. De exploitatiekosten nemen toe met de lengte van de kabel door de langere tijd die het kost om het hout naar de kant te lieren. De productie wordt ook bepaald door de masthoogte, machinecapaciteit, kabelsnelheid en de ervarenheid van de bemanning.
- De machine gebruikt 50-60 liter diesel per dag.
- De bomen kunnen maximaal met een snelheid van 5-6 meter per seconde gelierd worden.
- De machine kost 380.000 euro.
- De sleepgang is zo'n 2-3 meter breed.
- De machine wordt met drie ankers ondersteund op zo'n 50 meter afstand.
- De kosten in de situatie van het Oberspreewald bedragen 45-50 euro per m³.

De hooglier wordt neergezet op een plaats waar voldoende draagkracht is, voldoende ruimte is voor de verwerking van om de bomen en mogelijkheden zijn voor het plaatsen van de ankers (op 50 meter achter de machine). Het uitlopen van de draaglijn naar de eindboom of eindmast wordt gedaan door een dunne kabel uit te 'lopen' naar de eindmast met behulp van een kleine machine. Via de dunne kabel wordt de draaglijn naar de eindmast getrokken. De eindmast bestaat uit een stevige boom of een

speciaal opgezette mast. De draaglijn wordt om de 200 meter ondersteund door tussenmasten of tussenbomen. Het opzetten van een mast kost ongeveer 2 uur. Zowel de machine als de eindmast moet verankerd worden door drie lijnen op zo'n 50 meter afstand te bevestigen aan zogenaamde 'ankers'. Er bestaan meerdere soorten 'ankers'. Meestal worden hiervoor stobben of levende bomen gebruikt, maar dit ligt in het essenhakhout niet voor de hand, omdat de stobben niet sterk genoeg zijn en er weinig opgaande bomen zijn.



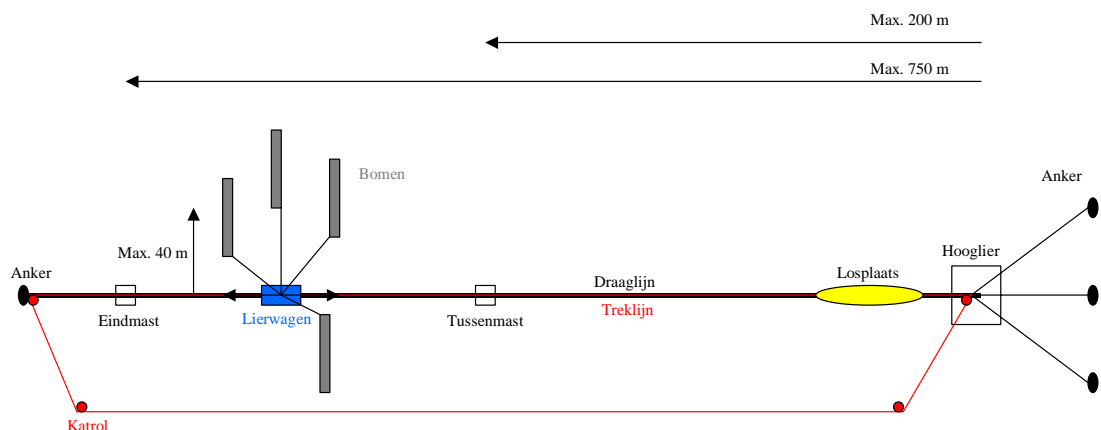
Deadman anchor

Ook worden wel zware machines gebruikt als anker, zoals bulldozers. Maar het ligt gezien de regelmatige oogst van het essenhakhout meer voor de hand om structurele ankers aan te brengen. Dit kan bijvoorbeeld door zogenaamde 'deadman anchor' aan te brengen of speciaal ontwikkelde schroefankers. Een 'deadman anchor' wordt in figuur ? afgebeeld met een boom, maar het ligt meer voor de hand om een duurzaam materiaal toe te passen (bijvoorbeeld beton).

Naast de draaglijn wordt ook een treklijn uitgelopen naar de eindmast en vervolgens op ongeveer 50 meter afstand parallel aan de draaglijn teruggevoerd naar de hooglier. De lier wordt aan de draaglijn opgehangen en kan via de treklijn worden voortbewogen (figuur 1).

Figuur 1

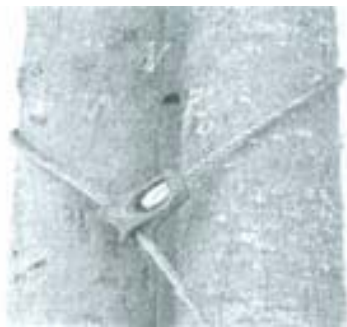
Schematische weergave van hooglieren



De hooglier wordt bemand voor twee personen. De eerste persoon, die bij de hooglier staat verplaats de lier van en naar de plek waar de bomen worden aangekoppeld door middel van een strop (zie foto). Verder ontkoppelt hij de bomen op de losplaats. In het geval van essenhakhout zullen bij voorkeur alle scheuten van één enkele stobbe in één strop worden aangekoppeld. De tweede persoon staat op de plek waar de bomen in het bos zijn geveld en neemt de bediening van de lier over, zodra deze bij hem in de buurt is. Hij koppelt de bomen aan en zorgt er voor dat ze naar de sleepgang worden getrokken, waarna de eerste persoon de bediening van de lier weer overneemt. Beide personen staan via portofoons met elkaar in verbinding. Bomen kunnen tot op 40 meter van de draaglijn worden uitgelierd. In het geval van het Oberspreewald wordt met één enkele machineopstelling dus zo'n 6 hectare bos uitgelierd.

De koppen van de bomen worden over de grond gesleept waardoor de bodem in de sleepgang over een breedte van zo'n 1-2 meter wordt 'geroerd'. Vlak bij de hooglier, waar de meeste bomen over getrokken zijn, kan een geul ontstaan doordat de grond wordt meegetrokken. In het geval van het essenhakhout is het niet logisch om een sleepgang te kappen. De scheuten zullen dus ofwel geheel zwevend moeten worden uitgelierd of via de greppels. In het eerste geval betekent dit dat de masten dermate hoog moeten zijn dat de draaglijn op zo'n 10 meter hoogte hangt. Of het mogelijk en wenselijk is om de greppels als sleepgang te gebruiken hangt onder andere af van de breedte van de greppels (schade aan randstobben) en de mogelijke schade aan amfibieën die zich eventueel in de (modderlaag van de) greppels kunnen bevinden. Bijkomend voordeel van het gebruik van de greppels als sleepgang kan zijn dat de greppels worden 'schoongetrokken'.

In het geval van het Oberspreewald worden de bomen na het ontkoppelen op de losplaats verwerkt door een harvester (gesortimenteerd) en naar de bosweg uitgereden door een forwarder. In het essenhakhout zal het hout regelmatig van de losplaats moeten worden verwijderd om te voorkomen dat zich hier een te grote stapel hout verzameld. Gezien de beperkte ruimte in de hakhoutpercelen ligt het voor de hand om hiervoor een mobiele kraan te gebruiken die het hout over een grotere lengte kan verplaatsen. Het ligt uit kostenoverwegingen het meest voor de hand om eerst alle scheuten langs de berijdbare bosweg neer te leggen en pas dan een chipper te laten komen. Dit kan alleen als er voldoende plaats is.



Dubbele strop

Hieronder een overzicht van de voor- en nadelen van het gebruik van een hooglier en de huidige methoden, waarbij het hout wordt uitgesleept door middel van mini-uitdraagtrekkers:

Voordelen gebruik kleine trekkers:

- Beproefde en beschikbare methode
- Kosten acceptabel

Nadelen gebruik kleine trekkers:

- Enige bodembeschadiging (bodemverdichting en verstoring profiel)
- Uitsleppaden noodzakelijk (kap stobben en verlengde uitdrogingsperiode)
- Mogelijkheden voor creëren hoog stamtal beperkt

Voordelen hooglieren:

- Geen machines in de percelen (geen bodemverdichting en verstoring profiel)
- Geen beperkingen aan stamtal i.v.m. toegankelijkheid perceel

Nadelen hooglieren:

- Niet beproefde methode
- Niet beschikbaar in Nederland
- Kosten onbekend

Een praktijkexperiment zal duidelijk moeten maken of een hooglier technisch toegepast kan worden in essenhakhout. Tevens zal op basis van het praktijkexperiment zicht moeten ontstaan in de kosten. Als beheerders van essenhakhout er van overtuigd raken dat het inzetten van een hooglier zowel technisch als financieel interessant is, zal er een machine beschikbaar moeten komen. Er zijn slechts weinig machines beschikbaar die ingezet kunnen worden in vlakke omstandigheden en deze zijn zonder uitzondering ver van Nederland werkzaam en niet beschikbaar voor derden. Het is in zo'n geval dus van belang dat een Nederlandse aannemer geïnteresseerd wordt in de aanschaf van een hooglier. Een belangrijke voorwaarde hiervoor is dat de machine rendabel kan worden geëxploiteerd. Met andere woorden dat er voldoende werk is voor de machine. De hooglier zoals die in het Overspreewald functioneert kost 380.000 euro. Het is van belang om de machine zoveel mogelijk draaiuren in het jaar te laten maken om de afschrijvingskosten per uur zo laag mogelijk te houden. In het Overspreewald heeft men daarom ook besloten om de machine jaarrond in te zetten voor oogstwerkzaamheden. Het is niet mogelijk om een hooglier jaarrond in te zetten in het essenhakhout. Het is daarom belangrijk om in Nederland en daarbuiten naar andere inzetmogelijkheden te zoeken, zoals in broekbossen, ooi-bossen, rabattenbossen, hellingbossen, hoogstamgrienden en natte hakhoutbossen van els en wilg. Om de afschrijvingskosten te drukken kan ook worden gezocht naar subsidiemogelijkheden voor de aanschaf van een hooglier. De hooglier zal vooral worden toegepast voor het beheer van cultuurhistorisch en ecologisch waardevolle bossen, waarbij met name biomassa zal worden geoogst. Deze drie functies bieden wellicht voldoende aanknopingspunten voor de subsidiering van een hooglier. Er zal naar verwachting plaats zijn voor maximaal één hooglier in Nederland.



De hooglier in werking in het Oberspreewald



De lier die aan de draaglijn hangt



De bediening van de hooglier gebeurt door middel van radiografische controle

3.4 Verwerking en Transport

De verwerking van esenhakhout is afhankelijk van de afzetmarkt. Bij het gebruik als biomassa worden de hele geogste scheuten in één keer verchipt. Bij de afzet als roerstaven, brandhout, waterwerkhout e.d. moeten de scheuten gekort en gesnoeid worden. Staatsbosbeheer heeft ook een proef uitgevoerd om het hout op rillen te laten liggen. Deze mogelijkheden worden hieronder toegelicht.

Biomassa

Binnen de bio-based economy zullen er een groot aantal afzetmogelijkheden voor houtige biomassa ontstaan. Een belangrijk voorbeeld zijn tweede generatie brandstoffen, maar ook plastics behoren tot de mogelijkheden. Op dit moment is de energetische omzetting van biomassa in warmte en/of elektriciteit het belangrijkste afzetkanaal. De inzet van houtige biomassa voor energie opwekking kan plaatsvinden in grote (kolen)energiecentrales waarin de biomassa wordt bijgestookt of in speciale biomassacentrales die alleen biomassa verwerken. In de grote energiecentrales wordt de biomassa in de vorm van energiepellets aangeleverd. In de biomassacentrales kan de brandstof bestaan uit chips, geshredderd groenafval en in mindere mate zeefoverloop van de compostering. Afzet van geshredderd hout en zeefoverloop vindt voornamelijk plaats in België en Duitsland.

De bekendste en meest gebruikte typen biomassa-energiecentrales zijn wervelovens en roosterovens. Een voorbeeld van een wervelbed installatie is de biomassa-energiecentrale (BEC) van Essent te Cuijk. De meeste installaties die tegenwoordig gebouwd worden zijn roosterovens, zoals de installatie van de paprikateler Vink Sion BV in Beetgum. In Nederland zijn enkele grotere en kleine spelers op het gebied van de opslag en verwerking van biomassa actief. Naast de talloze huis-, kantoor- en bedrijfsinstallaties zijn enkele voorbeelden van grotere, moderne installaties:

- Essent Cuijk: 250.000 m³/jr / 240.000 odt
- Nuon Lelystad: 15.000 odt
- Delta T. Bio Energy BV te Beetsterzwaag: 4.100 m³/jr; opslagcapaciteit 1.000 m³ (200 m³ in voorraadbunker en 800 m³ in overdekte opslag)
- Ecologische zorgboerderij de Mikkelhorst Haren: 525 m³/jr; opslagcapaciteit 30 m³
- Vink-Sion BV te Berlicum (warmte-kracht-koppeling): 18.000 ton/jr; opslagcapaciteit 2 x 200 m³



Verchippen van eiken/elzenhout uit een nat hakhout perceel op landgoed Hoevelaken

Drie factoren zijn bepalend voor de kwaliteit van de houtchips en de eisen die aan houtchips worden gesteld: fractiegrootte, vochtgehalte en asgehalte. De kwaliteitseisen voor de wervelbed-oven zijn vrij hoog. Het materiaal moet binnen een bepaalde tijd verbrand zijn. Te fijn materiaal brandt te vroeg op en te groot materiaal valt door het zandbed. In het midden van de ketel is de meest optimale verbranding. Ook is het aanvoersysteem vrij complex middels kettingssystemen, vijzels en valpijpen. Hiervoor moet het hout goed roleigenschappen hebben en voldoen aan een bepaalde grootte. De meest optimale grootte is 20x25x10 mm. Het vochtgehalte moet tussen de 20% en 60% liggen. Geshredderd materiaal kan in zeer beperkte hoeveelheden worden bijgemengd met houtchips.

In een roosteroven kan zowel gechipt als geshredderd materiaal worden ingezet. In de kachel verbrandt de brandstof over een beweegbaar trappenrooster, waarbij de brandstof aan het eind van het rooster opgebrand en gedoofd moet zijn. De grootte van het materiaal moet zo homogeen mogelijk zijn met een voorkeur voor chips (50x50x20 mm). Hoe meer contact oppervlak (buitenkant) hoe beter de verbranding en het rendement. Het materiaal mag niet volledig bestaan uit de deeltjes die aan de ondergrens voldoen (onderfractie), maar er worden geen harde eisen gesteld aan het maximale aandeel onderfractie. Het vochtgehalte mag maximaal 55-60% bedragen en het minimum vochtgehalte is 30% op het moment dat het branderbed niet gekoeld

wordt en er een condensor aanwezig is. Het as valt vanaf het trappenrooster in de asafvoerschroef. Deze brengt het as buiten de verbrandingsruimte in een ascontainer. De snelheid van het trappenrooster wordt bepaald door de grote van de brandstof en de warmtevraag.

Het aandeel groen in chips moet tot een minimum beperkt worden. Naalden en blad bevatten namelijk een groot aandeel alkaliën en zouten. Deze geven zuurvorming in combinatie met water. De metalen delen in de installatie worden hierdoor aangetast. Ook is het smeltpunt van de as lager zodat er meer slakvorming in de ketel plaats vindt.

Naast kwaliteitseisen zullen in de toekomst ook eisen worden gesteld aan de duurzaamheid van de biomassa. In 2006 heeft een commissie onder leiding van de huidige minister van VROM Jacqueline Cramer criteria opgesteld voor duurzame biomassa. In deze criteria worden eisen gesteld aan de herkomst en productie van biomassa ten aanzien van broeikasgasemissies, concurrentie met voedsel of andere lokale toepassingen, biodiversiteit, milieu, welvaart en welzijn. De Cramer-criteria worden omgezet in toetsbare eisen door middel van een NTA (Nederlandse Technische Afspraak). De ontwikkeling van de NTA 8080 voor duurzaam geproduceerde biomassa voor energiedoeleinden (elektriciteit, warmte & koude en transportbrandstof) is in een vergevorderd stadium en zal naar verwachting begin 2009 verschijnen. De Nederlandse overheid wil de NTA 8080 inzetten voor de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Omdat een groot deel van de biomassaproductie buiten de landsgrenzen plaatsvindt, moet de NTA 8080 als tussenstap worden gezien. Het uiteindelijke doel is de Cramer-criteria internationaal door te voeren via de Europese normalisatieorganisatie CEN en de internationale normalisatieorganisatie ISO.

Onder de bij de Erkenningregeling Bosaannemers (ERBO) van het Bosschap aangesloten bosbouw- en groenaannemers is 22% (35 van 156 bedrijven) actief met houtige biomassa. Van de 35 bedrijven zijn er twaalf actief in Gelderland, zeven in Overijssel en vijf in Noord-Brabant. De overige bedrijven zijn over de overige Nederlandse provincies verspreid, waarbij Friesland en Noord-Holland in de rij ontbreken (bron: website Bosschap). Onder de leden van de Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH) is 22% (19 van 81 bedrijven) actief in de verwerking van biomassa.

CUMELA Nederland heeft in haar Verhuurdersgids 2008 in beeld gebracht welke loonbedrijven in Nederland versnipperaars, shredders en loonwerk aanbieden. Ongeveer 1.200 van de ruim 1.800 loonbedrijven die lid zijn van CUMELA Nederland hebben de beschikking over de volgende machines:

- 500 bedrijven exploiteren 750 houtversnipperaars;
- 65 bedrijven exploiteren 75 shreddermachines;
- 160 bedrijven exploiteren 200 zeefinstallaties.

In de loonwerkers-branche is dus ca. 68% van de bedrijven (op grotere of kleinere schaal) bezig met houtige biomassa.

Hout op rillen

Staatsbosbeheer heeft een proef uitgevoerd met het opstapelen van de geoogste scheuten in rillen, in de veronderstelling dat het hout na één cyclus voldoende verteerd zou zijn om het eenvoudig kapot te kunnen rijden om dit weer als pad te gebruiken. Deze proef is niet succesvol geweest. Ten eerste is het niet eenvoudig om voldoende ruimte te creëren voor de enorme hoeveelheid scheuten die vrijkomt. Ter illustratie: op een gemiddeld perceel van 1 hectare worden zo'n 9.000 - 15.000 scheuten van zes tot tien meter lengte geveld. Bovendien was het hout niet voldoende verteerd om eenvoudig kapot te rijden.

4 INBOETEN

Bij inboeten spelen twee vragen een rol, namelijk wanneer is inboet noodzakelijk en hoe moet dit worden uitgevoerd. Voor de eerste vraag is het noodzakelijk om zicht te hebben op de huidige stamtallen en het 'optimale' stamtal.

Een beperkte inventarisatie van Bosgroep Midden Nederland op landgoed Kolland (negen plots) en Overlangbroek (veertien plots) heeft uitgewezen dat het huidige stamtal varieert van 1.100 tot 2.200 stuks per hectare. De meest voorkomende afstand tussen stoven is 1,5 tot 2 meter.

In 1981 was het gemiddelde stamtal in twaalf percelen in het Kromme Rijngebied 1870 stobben per hectare met een gemiddelde menging van 20% els.

Er zijn weinig bronnen beschikbaar die ingaan op de historische plantverbanden van essenhakhout. Essenhakhout krijgt in de historische literatuur sowieso weinig aandacht in tegenstelling tot eikenhakhout, wilgenhakhout (grienden) en zelfs elzenhakhout. Dit is een aanwijzing voor het geringe belang (areaal) van essenhakhout in het verleden. Tholen (1854) noemt een plantverband van 9 palmen (ongeveer 90 cm), Boer (1857) noemt 95d. tot 1.10 el (95 cm tot 1,10 meter), Sprengler (1894) 1x1 meter en Joosten (1821) 2,5 tot 4 voet (1,0 tot 1,13 meter). Dit nauwe plantverband is nu nog terug te herkennen in essenhakhoutbossen die tot recent in een korte cyclus werden gehakt. Nu de kapcyclus in sommige van deze bossen recent verlengd is, treedt sterfte van stoven op (zelfdunning). Het stamtal zal zich stabiliseren op een nieuw evenwichtstoestand dat ontstaat tussen kapcyclus en stamtal. Tholen (1854) beschrijft dit principe als volgt: "Om de zes jaren behoort het gehakt te worden, uiterlijk om de zeven, want de esschenstommels sterven ligt, wanneer zij te oud gehakt worden". Verschillende bronnen geven overigens verschillende kapcycli voor es. Dit is niet verwonderlijk omdat de kapcyclus werd aangepast aan het benodigde product. De geteelde producten varieerden overigens per streek, eigenaar, perceel en tijdperk. Boer (1857) noemt bijvoorbeeld specifiek vier jaar voor beentjeshout, acht jaar voor erwten- en boonenrijs en negen tot tien jaar zonder daar een product bij te noemen. Joosten (1821) noemt 10 jaar voor brandhout en wagenhout en zes of zeven jaar voor beentjeshout. Sprengler (1894) noemt een kapcyclus van negen tot tien jaar. Houtzagers heeft het in zijn boek uit 1954 over vijf tot zes jaar.

Het 'lage' stamtal van de onderzochte percelen kan worden verklaard door de toepassing van ruimere plantverbanden en/of de sterfte van stoven door lichtgebrek (verlengde kapcycli), ouderdom, beschadiging, ziekte en dergelijke, waarbij niet is ingeboet. Het continue inboeten van dode stoven was vroeger een gebruikelijke werkwijze in het hakhout. Boer (1857) schrijft bijvoorbeeld: "Daartoe is het een volstrekt vereischte, dat men bij elke opvolgende inzameling alle uitvallende stoven zorgvuldig inboet en de openvallende plaatsen met geschikte planten aanvult".

Het optimale stamtal was vroeger gebaseerd op een optimale houtproductie. Nu is het logischer om het optimale stamtal (in het Natura 2000 gebied) te baseren op de geschiktheid van de opstand voor de kenmerkende mossenvegetatie. Voor de mossenvegetatie is het van belang dan de opstand na kap snel weer een gesloten kronendak vormt, waardoor het noodzakelijke microklimaat weer ontstaat. Het stamtal moet dus gebaseerd zijn op de snelle sluiting van het kronendak en de evenwichtssituatie tussen stamtal en kapcyclus (geen afsterving stobben door lichtgebrek). De noodzakelijke informatie voor een goed geïnformeerde, weloverwogen keuze voor een bepaald stamtal en de daarbij behorende kapcyclus ontbreekt echter. Hiervoor is onderzoek nodig naar de relatie mossen-stamtal en stamtal-kapcyclus. Op dit moment zou een stamtal van minimaal 1.500 stuks met een min of meer evenredige ruimtelijke verdeling als richtgetal kunnen worden

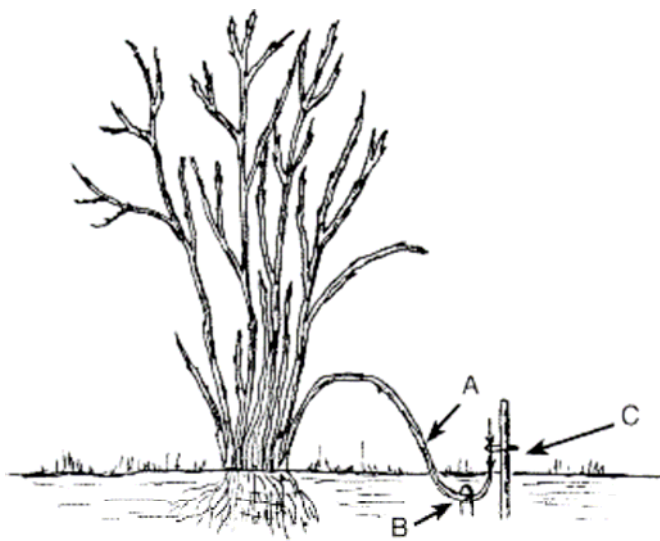
gehanteerd. In sommige percelen zou volgens deze richtlijn inboet plaats moeten vinden, met name in slecht bezette delen.

Inboeten verhoogt niet alleen het stamtal, maar bijkomend voordeel is dat het een leeftijdspreiding tot gevolg heeft. Dit is een belangrijke voorwaarde voor de duurzame instandhouding van het essenhakhout en de hiermee gepaard gaande waarden.

Bij het inboeten in hakhout is het van belang dat de jonge bomen voldoende concurrentiekracht hebben om te kunnen overleven in het snel sluitende kronendak van oude hakhoutstoven. In het verleden werden meerdere methoden ingezet om in te boeten, namelijk natuurlijke verjonging, planten, stekken en afleggen.

Natuurlijke verjonging is een goedkope manier om het aantal stoven op peil te houden of te brengen. In de praktijk werd de natuurlijke verjonging meegekapt. De eerste hak vond volgens Boer (1857) plaats na ongeveer vier jaar na de aanplant of vestiging van een jonge es en volgens Joosten (1821) zes jaar. Op dat moment heeft het wortelstelsel zich voldoende ontwikkeld.

In de bestudeerde literatuur is geen informatie gevonden die er op duidt dat es door middel van stekken kan worden vermeerderd. Deze methode is vooral geschikt bij wilg en populier. In 'De houtgewassen in Nederland' schrijft Th. F. Uilkens in 1885 over de es: *"Het voortkweken door stek zoude eene vruchtlooze poging zijn, terwijl de afleggers zeer moeilijk wortelen, zoodat, buiten het zaaijen, aan het voort kweken door uitloopers dan de voorkeur zoude gegeven moeten worden"*. De ervaringen van bosbeheerders in het Kromme Rijngebied spreken elkaar tegen. Willem de Beaufort heeft op landgoed Kolland geprobeerd es te stekken, maar dit is mislukt. Een andere beheerder is het naar eigen zeggen echter gelukt om te stekken.



De techniek van afleggen

Afleggen is een methode waarbij een levende tak van een hakhoutstovf naar de grond wordt gebogen en daar op of onder de grond wordt bevestigd, waarna de tak op die plek wortels vormt. Om de vorming van wortels te bevorderen werd er wel een snee aan de onderzijde van de tak gemaakt op de plaats waar deze in de grond steekt. Als het wortelstelsel zich voldoende heeft ontwikkeld wordt de tak losgesneden van de moederboom. Het voordeel van deze methode is dat de nieuwe boom nog lange tijd water en voedingsmiddelen krijgt van de moederboom. Deze methode wordt al geruime tijd niet meer toegepast. De bestudeerde historische boeken geven geen definitief uitsluitsel of es op deze manier kan worden vermeerderd. Sprengler (1894) schrijft bijvoorbeeld dat *"zeer vele houtsoorten kunnen op deze wijze geteeld worden;*

gewoonlijk heeft het in de boscultuur alleen plaats bij linde, iep en eik". Verderop noemt hij nog beuk, haagbeuk, lijsterbes en ahornsoorten, maar geen es.

Planten was en is de meest gebruikte methode om in te boeten. Hierbij doet zich echter de vraag voor welk uitgangsmateriaal men wenst. Van het plantmateriaal dat men van boomkwekerijen kan kopen is de herkomst lang niet altijd bekend. Het is bij het bestellen van plantmateriaal in algemene zin verstandig om zoveel mogelijk materiaal van de Rassenlijst te bestellen. Voor es zijn twee zaadgaarden beschikbaar, beide in Horsterwold, waar zaadbomen staan op basis van de selectie van individuele moederbomen. Verder zijn er vier Nederlandse herkomsten van geselecteerd uitgangsmateriaal beschreven (Dreumel, Echteld, Ede en Loerbeek) en 23 Nederlandse herkomsten van bekende origine (waaronder Amerongen, Bunnik en Rheden). Plantmateriaal van lokale essen is niet beschikbaar, alhoewel dit natuurlijk wel speciaal geteeld kan worden door een kweker of bosbeheerder zelf. Hiervoor is dan wel zaad nodig van de hakhoutbomen. Opgaande essen dragen ongeveer na tien jaar voor het eerst zaad. Hakhoutbomen dragen echter eerder zaad, ongeveer na vier jaar. Elke beheerder zal zelf af moeten wegen welk genetisch uitgangsmateriaal wenselijk is. Het is verstandig om niet al te klein plantmateriaal te gebruiken in verband met de gewenste concurrentiekracht. Boer heeft het in zijn boek uit 1857 bijvoorbeeld over plantsoen met een lengte van 1 tot 1,25 el (1 tot 1,25 meter).

5 BEHEER ONDERGROEI

In het essenhakhout zijn drie soorten aanwezig die de vitaliteit van de essenstoven en de kenmerkende mossenvegetatie zouden kunnen bedreigen, te weten braam, rietgras en sleedoorn.

Braam

Braam is al sinds mensenheugenis een soort die verbonden is aan hakhoutbeheer. Het is echter geen soort die snel bedreigend is voor de essenstoven en de kenmerkende mossenvegetatie, omdat de soort voldoende licht doorlaat. Alleen als de braam in staat is om een hoge, dichte vegetatie te vormen kan het een bedreiging vormen. In essenhakhout met een voldoende hoog stamtal wordt de braam na een aantal jaren echter weer onderdrukt. In situaties waarbij het stamtal te laag is en aan de randen van percelen kan de braam desgewenst eenvoudig worden afgezet met een bosmaaier.

Rietgras

Rietgras is een soort die zich de afgelopen jaren sterk lijkt te hebben uitgebreid. Hoewel op dit moment geen duidelijk negatief effect te zien is, is onduidelijk in hoeverre de soort negatieve consequenties heeft voor de toestand van de es en de mossenvegetatie. Wellicht is het effect pas op langere termijn merkbaar. Het rietgras heeft zich over grote oppervlakten verspreid, waardoor bestrijding zonder chemische onkruidbestrijding niet eenvoudig is. Echter, gezien de wens om de natuurkwaliteit te verhogen is terughoudendheid voor wat betreft toepassing van chemische bestrijdingsmiddelen op zijn plaats. Voor überhaupt wordt nagedacht over bestrijding zal echter eerst de recente opmars van het rietgras verklaard moeten worden. Zo is een relatie tussen het voorkomen van rietgras, en bijvoorbeeld de hydrologie en/of het stamtal, denkbaar. Vervolgens moet de oorzaak worden opgelost. Het gericht werken aan bestrijdingsmethoden is pas een laatste optie.

Sleedoorn

Sleedoorn is op sommige locaties een geduchte concurrent van de es, waardoor bestrijding noodzakelijk kan worden. Sleedoorn is een soort die direct en indirect bijdraagt aan de biodiversiteit en de recreatieve waarde (bloesem, vruchten en dieren). Bij de beslissing om sleedoorn al dan niet te gaan bestrijden is het belangrijk om de positieve ecologische en recreatieve rol mee te laten wegen. De bestrijding van sleedoorn is vooral relevant als de sleedoorn sterfte veroorzaken onder de essen en/of de kenmerkende mosvegetatie bedreigt. Het bestrijden van de soort in het hart van de opstanden en het 'meekappen' van de sleedoorn in de randen zou een strategie kunnen zijn die aan de verschillende belangen recht doet.

De sleedoorn is een soort van licht en halfschaduw, die gemakkelijk ontkiemt. De struik maakt krachtige worteluitlopers en kan uitgebreide doornachtige struwelen vormen. Dit effect is goed zichtbaar op enkele locaties in het onderzoeksgebied. Gezien de ecologische functie van de sleedoorn, is het niet verwonderlijk dat er weinig ervaring is met de bestrijding van sleedoorn, maar er zijn in theorie meerdere methoden beschikbaar om de dominantie van de sleedoorn terug te dringen.

Uitputten door regelmatige kap

Bomen en struiken hebben bladeren/naalden nodig voor hun fotosynthese. Door consequent jonge scheuten te verwijderen teert de boom/struik constant in op de in de wortels opgeslagen voedingsstoffen, terwijl hij niet of nauwelijks de mogelijkheid krijgt om deze weer op te bouwen door een gebrek aan fotosynthetiserend vermogen.

De grote vraag is alleen hoe vaak en in welke cyclus de scheuten afgezet moeten worden. Met sleedoorn is geen relevante praktijkervaring bekend, maar de ervaringen met Amerikaanse vogelkers laten zien dat er grote inspanningen noodzakelijk zijn om de struik op deze wijze te bestrijden. De laatste jaren is ook enige ervaring opgedaan met het op enige hoogte afzagen van Amerikaanse vogelkers en de stam vervolgens verscheidene malen op te snoeien. Deze methode werkt, maar vergt ook een grote inspanning en investering.

Uitputten door begrazing

Bij begrazing door runderen worden de bladeren en de jonge toppen van de struiken afgeritst. Door deze vorm van begrazing krijgen de sleedoornstruwelen een typische, dichte, afgeronde vorm. De binnenste takken worden veelal niet bereikt en blijven dus onaangetast. Slechts bij zeer intensieve begrazing worden de binnenste delen bereikt doordat het struweel wordt opgebroken en vertrappt. Bij een te hoge graasdruk kan het sleedoorn struweel opgerold worden. Hierdoor kunnen sleedoorn struwelen achteruit gaan of geheel verdwijnen. Dit is alleen het geval bij zeer intensieve (over)begrazing, matige begrazing zou voor de struwelen zelfs gunstig zijn.

Begrazing door konijnen heeft een ander karakter. De konijnen eten de jonge uitlopers op. Dikke takken en de stam worden op willekeurige plaatsen geschild. Hierdoor kan er onder oudere struiken een ruimte ontstaan waar geen takken en zijtakken aanwezig zijn. Bij zeer hoge konijnenpopulaties zullen de sleedoorns niet in staat zijn zich uit te bereiden, immers alle jonge scheuten worden direct opgegeten, alleen de oude struiken kunnen zich handhaven. De effecten van een zeer grote konijnen populatie was te zien in het "Junner Koeland" (een gebied aan de Overijsselse Vecht) waar gedurende een bepaalde tijd geen verjonging van sleedoorn optrad door de hoge graasdruk.

Stobbenbehandeling met glyfosaat

Een stobbenbehandeling met glyfosaat (handelsnaam o.a. Roundup) is zeer effectief en bovendien goedkoop, maar niet elke bosbeheerder is bereid chemische bestrijdingsmiddelen in te zetten om een ecologisch doel te halen. Bij een stobbenbehandeling met glyfosaat worden de struiken afgezet en de glyfosaat wordt op de stobbe gesmeerd of gespoten. Dit middel werkt zeer effectief en de kosten zijn in vergelijking met andere bestrijdingsmethodes gunstig.

Roundup kan zonder licentie worden verkregen en het is wettelijk toegestaan om het middel te gebruiken voor stobbenbehandeling. Ook FSC (Forest Stewardship Council) heeft het middel niet op de lijst staan van verboden chemische middelen. Net als bij andere chemische middelen mag het alleen pleksgewijs en doelgericht gebruikt worden en de noodzaak moet aangetoond kunnen worden. De Provinciale Subsidieregeling Natuurbeheer (PSN) staat het gebruik van chemische onkruidbestrijding niet toe, met uitzondering van een stobbenbehandeling met glyfosaat van Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik of robinia. In sommige gevallen kan zelfs inrichtingssubsidie worden aangevraagd voor het bestrijden van Amerikaanse vogelkers.

In de praktijk van het bosbeheer worden chemische middelen met grote terughoudendheid toegepast. De grote natuurbeschermingsorganisaties wijzen het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen dan ook zonder uitzondering af. Roundup mag bij deze organisaties alleen gebruikt worden als er belangrijke ecologische waarden in het geding zijn en er geen haalbare alternatieven voorhanden zijn. Natuurmonumenten gebruikte eind jaren negentig bijvoorbeeld slechts 45-50 liter Roundup per jaar voor zo'n 700 hectare. Bij Staatsbosbeheer moet de directeur toestemming geven voor het gebruik van glyfosaat, hetgeen nooit of slechts zelden voorkomt.

Verdringing door lichtconcurrentie

Met deze methode wordt de sleedoorn tegencyclisch gekapt, d.w.z. halverwege de kapcyclus van de es en els. Dat is zo'n drie jaar na de kap van de es en els. In deze situatie moet de sleedoorn uitspruiten en in het kronendak zien te komen als het kronendak van es en els zich boven de sleedoorn snel sluit. Sleedoorn is echter redelijk schaduwverdragend en es, en in mindere mate els, hebben bovendien een lichtdoorlatende kroon, waardoor het niet eenvoudig is om de soort door lichtconcurrentie terug te dringen. Navraag heeft geen praktijkvoorbeelden met deze methode opgeleverd, waardoor niet duidelijk is of, en in welke omstandigheden, deze methode kan werken.

Verdringing door schaduwdoek

Er bestaan afbreekbare en niet-afbreekbare worteldoeken. Het doel van anti-worteldoek is het voorkomen van onkruidgroei en wortel-ingroei in de bodem. Strikt genomen zullen door alle doeken of weefsels die waterdoorlatend zijn ook wortels kunnen groeien maar omdat het worteldoek veel licht tegenhoudt is het afhankelijk van de situatie toch redelijk tot zeer efficiënt. De afbreekbare worteldoeken, te koop onder de naam "Bio Weedtex" worden vervaardigd uit maïsolie. Dit materiaal valt onder invloed van UV-straling na ongeveer tot drie jaar uiteen en is in zijn geheel afbreekbaar.

Helemaal "anti-wortel" zijn folies van voldoende dikte, maar deze zijn waterdicht en dus in de meeste toepassingen onbruikbaar. Er is ook een afbreekbare folie beschikbaar "Mater-bi". Dit is een bio-polymeer gemaakt uit zetmeel en volledig biologisch afbreekbaar. Deze folie is echter niet waterdoorlatend en wordt nog niet tot nauwelijks toegepast in Nederland.

5 BEHEERADVIES

6.1 Houtmarkt

De oorspronkelijke afzetmarkten zijn verdwenen of verworden tot nichemarkten waaruit zich zo nu en dan nog een koper meldt. De afzet van biomassa is hierdoor de belangrijkste afzetmogelijkheid geworden. Het probleem dat zich dan nog voordoet is dat het volume biomassa dat vrijkomt uit het essenhakhout waarschijnlijk niet voldoende is om rechtstreeks te leveren aan energiebedrijven. Er zal dus gebruik moeten worden gemaakt van de tussenhandel, al dan niet via een aannemer. Het kan dan ook de moeite waard zijn om hiervoor een lange termijn contract af te sluiten met een of meerdere solide, professionele partijen, zodat het hakbeheer en de afzet duurzaam geregeld is. Hierdoor kan de continuïteit van de aannemers verbeterd dan wel gewaarborgd worden.

6.2 Oogst

Het afzetten van de essenscheuten is en blijft handwerk. Handmatig uitdagen is alleen geschikt in situaties waarbij voldoende vrijwilligers beschikbaar zijn. De voorkeur gaat dan uit naar kleine, moeilijk bereikbare percelen. Wellicht kunnen essenhakhoutbrigades worden opgericht voor deze percelen.

Het uitslepen van de scheuten naar de berijdbare bosweg wordt momenteel gedaan door middel van een minikraan en een aangepaste dumper, waarop de scheuten worden uitgereden. De hooglier lijkt een geschikt alternatief voor deze methode. Voordeel is dat er geen machines in de essenhakhoutpercelen komen, waardoor geen bodembeschadiging kan optreden en er geen belemmeringen zijn voor het handhaven of creëren van een hoog stamtal. Voor zover dat nu beoordeeld kan worden is het toepassen van een hooglier in essenhakhout technisch mogelijk. Een praktijkexperiment moet hier echter definitief uitsluitsel over geven, naast inzicht in de kosten van deze methode. Het is verstandig het praktijkexperiment ook te gebruiken om aannemers te interesseren in de aanschaf van een hooglier. Om de kans te vergroten dat een aannemer een hooglier aanschaf zou het goed zijn als er vooraf meer zicht is op de hoeveelheid werk voor deze machine (bij voorkeur bereidheid bij bosbeheerders voor lange termijn contracten) en eventuele subsidiemogelijkheden.

De interne en externe ontsluiting van het essenhakhout is bijzonder slecht, hetgeen hoge kosten en schade met zich mee brengt. Het is daarom zinvol om te investeren in verbetering van de ontsluiting door de aanleg van goed berijdbare permanente uitrijpaden in de percelen en door de ontsluitingwegen te versterken en (semi-)verharding aan te brengen. De ontsluiting moet worden aangepast aan de toegepaste oogstmethode.

6.3 Beheer ondergroei

De verruiging in de ondergroei bestaat in beide terreinen hoofdzakelijk uit braam, rietgras en sleedoorn. Braam lijkt geen grote bedreiging te zijn voor het voortbestaan van de essenshoven en de kenmerkende mossenvegetatie, omdat de soort voldoende licht doorlaat. Bij rietgras is er op dit moment nog geen duidelijk negatief effect zichtbaar, maar toch is het nog onduidelijk welke consequenties het voorkomen van de soort heeft voor de toestand van de es en de mossenvegetatie. De verwachting is dat als het hakhout eenmaal in sluiting is de bedekking van deze soorten zal verminderen. Het bereiken van kroonsluiting gaat sneller wanneer het stamtal hoger is. De aandacht

van de beheerder dient in eerste instantie daar naar uit te gaan. Bij een laag stamtal is de ondergroei echter een probleem. Hier kan met behulp van de bosmaaier dit probleem onder controle worden gehouden.

Sleedoorn daarentegen vormt op sommige plekken een bedreiging voor de essenstoven en dient bestreden te worden. Met het oog op de gunstige effecten van sleedoorn op de ecologische en belevingswaarde ligt het voor de hand de bestrijding te beperken tot het midden van de percelen. Sleedoorn in de randen kunnen worden meegehakt binnen de kapcyclus.

Helaas is er weinig kennis en ervaring voorhanden over de bestrijding van sleedoorn. De meest effectieve en efficiënte methode is een stobbenbehandeling met glyfosaat. Mocht chemische bestrijding ongewenst zijn, zou het afdekken van de afgezette sleedoornhaarden met een schaduwdoek de beste optie zijn. Uitputting van de sleedoorn door ze regelmatig af te zetten is ook een optie, maar arbeidsintensief.

6.4 Inboeten

Het 'optimale' stamtal van essenhakhout is niet bekend, maar zou gebaseerd moeten worden op de eisen die de mossenvegetatie stelt aan de snelheid waarmee het kronendak zich na kap weer sluit en de evenwichtstoestand tussen stamtal/kapcyclus. Hier zou aanvullend onderzoek verricht moeten worden naar de relatie mossen-stamtal en stamtal-kapcyclus.

Op dit moment zou een stamtal van minimaal 1.500 stuks per ha met een min of meer evenredige ruimtelijke verdeling als richtgetal kunnen worden gehanteerd. Dit betekent dat er in sommige essenhakhoutpercelen inboeten moet worden.

Voor het inboeten kan gebruik worden gemaakt van natuurlijke verjonging en aanplant. De jonge bomen kan na één cyclus voor het eerst gehakt worden. Als er wordt gekozen voor aanplant moet er voldoende groot plantsoen gebruikt worden, waarbij aandacht dient te zijn voor de herkomst.

LITERATUUR

ANIMAL. LIFE project: Gebruik van boomplaten vs andere technieken om concurrerende vegetatie bij aanplanting van bos en infrastructuurgroen tegen te gaan. ANIMAL, IBW, WTCB en LISEC, Brussel.

ANIMAL, 2003. Zonder is gezonder. Draaiboek voor de afbouw van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten. ANIMAL, Brussel.

Annema, M., 1997. Effect of rabbit and cattle grazing on expansion and structure of Blackthorn (Prunus spinosa L.) occurring in thickets. Wageningen Agricultural University, Wageningen.

Boer, R.W., 1857. Bijdragen tot de kennis der houtteelt. Tjeenk Willink, Zwolle.

Brochure Bio Weedtex (Insulco Technical Products)

Coo, H. de & A. Mulder, 1982. Essenhakhoutbeheer: Spaar de stobbe niet de telgen. Landbouwhogeschool Wageningen. 82 pp.

Feichtner, C., 2003. Spezialfällungen. AIW.

Fraanje, P., 1999. Natuurlijk bouwen met hout. Uitgeverij Jan van Arkel, Utrecht.

Geerdes, A., H.J.V. van den Bijtel & Th.H. de Jong, 2001. Essenhakhout in het Kromme Rijngebied. Actieplan voor behoud van een uniek bostype. Stuurgroep Kromme Rijnlandschap, Bunnik.

Heinimann, H.R., 2003. Holzerntetechnik zur Sicherstellung einer minimalen Schutzwaldpflege. Interner Bericht nr. 12, ETH Forest engineering, Zürich.

Hoppe, W., 2009. Eine Arbeitskette, massgeschneidert fürs empfindliche Biospärenreservat. Forestmaschinen-profi.

Houtzagers, G., 1954. Houtteelt der gematigde luchtstreek deel I en II. Tjeenk Willink, Zwolle.

Jansen, P. & L. Kuiper, 2001. Hakhout Suggesties voor het beheer. Stichting Bos & Hout, Wageningen. 55 pp.

Joosten, E., 1821. Verhandelingen uitgegeven door de maatschappij van den landbouw te Amsterdam, Antwoord op de vraag: Daar de behandeling van het hakhout..., Lodewijk van Es, Amsterdam. 86 pp.

Jorna, T.J.C.M.J., 1984. Sleedoornstruwelen en berkepages langs Overijsselsche Vecht: een onderzoek naar de oecologie van de berkepage en de invloed van sleedoorns, sleedoornstruwelen en landschapsstructuur op het voorkomen van het dier. Landbouwhogeschool Wageningen.

Lichthart, R. & H. Piek, 1975/1976. Oud Kolland Beheerlijnen. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland. 13 pp.

Lichthart, R., H. Piek & R. Lensink, 1980 herzien. **Oud Kolland Beheerplan 1981-1991**. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland. 25 pp.

Lonkhuyzen, J.P. van, 1924. **De houtteelt**. Nederlandsche Heidemaatschappij, Arnhem.

Maes, B. (red), 2006. **Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen, herkenning, verspreiding, geschiedenis en gebruik**. Boom, Amsterdam.

Ryckevorsel, A. van, 1895. **De houtteelt**. Goude Quint, Arnhem.

Schermbeek, A.J. van, 1998. *Het Bosch, De leer der bestanden*. Eduard van Wees, Breda.

Sprengler, G.C., 1894. **Handleiding voor boschcultuur**. Tjeenk Willink, Zwolle.

Stampfer, K. & T. Steinmüller, 2004. **Leistungsdaten Valmet 911.1 x3 M**. Universität für Bodenkultur Wien, Wenen.

Stampfer, K., B. Limbeck-Lilienau, C. Kanzian, & K. Viertler, 2003. **Baumverfahten im Seilgelände**. FPP Schriftenreihe.

Tholen, N.G., 1855. **Handleiding voor boomkwekers en eigenaren van bosschen in Nederland**. De ervene Loosjes, Haarlem.

Weber, R., F. Frutig & M. Gloor, 2004. **Mechanisierte Holzernte in Steil- und Gebirgslagen**. Wald und Holz.

Geraadpleegde sites

www.mm-forst.at (geraadpleegd op 30 maart 2009)

www.forstmaschinen-hochleitner.com (geraadpleegd op 30 maart 2009)