

De boommethode in onrendabele dunningen ten behoeve van de energiewinning

The viability of full-tree logging for fuel production from unprofitable thinnings

L. Schaap

Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw
"De Dorschkamp" Wageningen

1 Inleiding

De houtoogst in eerste en tweede dunning is een beheersmaatregel die doorgaans niet kostendekkend kan worden uitgevoerd. Dit tengevolge van de hoge arbeidsbehoefte en lage houtopbrengsten per m³. In de meeste gevallen wordt houtoogst in eerste en tweede dunningen (veelal aangeduid als onrendabele dunningen) tot een gemiddelde dbh van ca. 12 cm achterwege gelaten. De beheersmaatregel wordt dan beperkt tot vellen en neerdrücken, waarbij de gevelde bomen in de opstand achterblijven. De mogelijkheden om tot een kostendekkende houtoogst in onrendabele dunningen te komen moeten worden gezocht in een andere wijze van uitvoering dan de langhoutmethode en mogelijk ook in andere afzetmogelijkheden van het te oogsten hout.

De boommethode is zo'n andere wijze van uitvoering, waarbij de bomen in hun geheel direct in de opstand of aan de bosweg kunnen worden verspaand. De toepassing van deze methode in onrendabele dunningen is door De Dorschkamp onderzocht, waarbij tevens is gekeken naar de financiële mogelijkheden voor energiewinning. Het aldus verkregen produkt is alleen geschikt voor energiewinning en niet voor andere industriële toepassingen omdat de chipkwaliteit niet gegarandeerd kan worden en het transport over grotere afstanden te veel kosten met zich meebrengt (Haberle, 1982).

Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de oogstkosten van onrendabele dunningen met behulp van de boommethode bij kleinschalige toepassing en de perspectieven voor energiewinning. Per jaar zou er in Nederland namelijk ca. 25.000-30.000 m³ hout uit onrendabele dunningen kunnen worden geoogst (Boxsem en Leek, 1981). Deze hoeveelheid hout zou beschikbaar kunnen komen als de oogst kostendekkend kon worden uitgevoerd door het verlagen van de oogstkosten enerzijds en het oogsten van een produkt met een hogere opbrengst anderzijds. Als het produkt "groene chips" geschikt is voor de energiewin-

Summary

It is not profitable to harvest the wood from first and second thinnings because of the labour required and the low wood yield per cubic metre. Usually, all wood with a diameter of less than 12 cm obtained from these unprofitable thinnings is left behind, and the thinning is confined to felling and pulling down the trees and leaving them in the stand.

Research was done to ascertain whether full-tree logging is economically attractive in early thinnings. The feasibility of using the full-trees for fuel (green chips) was also investigated. The following methods of selective thinning were compared in three stands:

method 1: full-tree logging

method 2: felling/pulling down

method 3: the tree-length method.

For full-tree logging the costs of felling and chipping young thinnings of Scots pine and Douglas fir were found to be f 36,- to f 75,- per cubic metre chips (brought to the forest road). In the Netherlands there is little demand for green chips as fuel and therefore these costs are unacceptable. Felling and pulling down (without harvesting) was found to be considerably cheaper than the full-tree method.

The moisture content of green chips is too high for them to be used directly as fuel. But if the trees are left to dry naturally in the stand from April until the end of October a moisture content of 30% can be attained and the combustibility improved. When the wood is eventually removed most of the needles remain behind.

The current price of fossil fuel is not sufficiently high to make it commercially attractive to use green chips from unprofitable thinnings.

ning kan tevens worden ingespeeld op de behoefte aan alternatieve energiebronnen.

In aansluiting op eerder uitgevoerd onderzoek naar de gevolgen van de toepassing van de boommethode (in dunningen) op de bodemvruchtbaarheid (Kofman, 1983) is ook in dit onderzoek aandacht besteed aan de extra onttrekking van biomassa.

Object 3. De dunningsbomen zijn geveld en liggen gebundeld in de opstand.



Bovendien is onderzocht in welke mate het vochtgehalte van het hout daalt indien de geveldde bomen gedurende het zomerseizoen in de opstand blijven liggen.

2 Opzet van het onderzoek

In drie opstanden zijn de volgende dunningsmethoden met elkaar vergeleken:

- 1 boommethode: vellen/bundelen/uitslepen/verspaan
- 2 vellen/neerdrukken

In een object werd een derde methode uitgevoerd nl.:

- 3 langhoutmethode: vellen/opwerken/bundelen/uitslepen.

Alle dunningsmethoden zijn selectief uitgevoerd.

Waarnemingen zijn verricht ten behoeve van de volgende bepalingen:

- 1 bepaling van de kosten voor de produktie van de spaanders door middel van tijdstudies
- 2 bepaling van de onttrekking aan biomassa ten gevolge van de boommethode
- 3 bepaling van het vochtgehalte van de spaanders en het vochtgehalteverloop van geveld hout liggend in de opstand gedurende enige zomermaanden.

Kosten: ter bepaling van de kosten werden in elke opstand twee methoden naast elkaar uitgevoerd. Bij methode 1 (boommethode) werden ca. 100 bomen per opstand geveld, gebundeld, uitgesleept en verspaand. Het vellen en bundelen van de bomen werd uitgevoerd

door een ploeg van twee personen, waarbij een persoon de bomen afzaagde met behulp van een lichte motorzaag (2.0-2.5 kW) en een persoon de bomen onderuit liep en stapelde in bundels van ca. 5 bomen. De bundels werden met het paard uitgesleept. Voor het verspanen van de bomen werd gebruik gemaakt van de Erjo-160T verspaanmachine, aangedreven door een Ford-5000 trekker. Er is gekozen voor een kleine en goedkope machine, omdat bij kleinschalige toepassing geen grote investering mogelijk is.

De spaanders werden opgevangen in een aanhangwagen, waarbij de geproduceerde hoeveelheid spaanders werd opgemeten. Bij methode 2 werden ca. 50 bomen afgezaagd en neergedrukt. Ook dit werk werd door twee personen uitgevoerd.

In object 1 (douglas 1965) werd tevens de langhoutmethode uitgevoerd. In de praktijk blijkt namelijk dat in jonge dunningen van douglasopstanden nogal eens hout geoogst wordt met behulp van de langhoutmethode, vanwege de afzetmogelijkheden voor perkoenhout. Bij deze methode werden ca. 50 bomen geveld, gesnoeid, gebundeld en uitgesleept. Het vellen en opwerken werd door een persoon uitgevoerd en ook hier werd met het paard uitgesleept.

Onttrekking biomassa: Ter bepaling van de onttrekking van biomassa aan de opstand werden per opstand 10 dunningsbomen als schatter voor de onttrokken biomassa en 5 grondvlakmiddenbomen als schatter voor de opstandsbiomassa na dunning gemeten en gewogen. De 10 dunningsbomen zijn gekozen rond het ge-

middelste van de dunning. Van zowel de dunningsbomen als de grondvlakmiddenbomen zijn de afmetingen (diameter ms, lengte) en de gewichtsaandelen van stamhout, tak- en top hout opgenomen.

Verloop vochtgehalte: Ter bepaling van het vochtgehalte van de spaanders werden telkens twee monsters met een gezamenlijk volume van ca. 25 liter getrokken, waarbij door middel van droging het percentagevocht werd bepaald. Dit percentage is van belang voor de kwaliteit van de spaanders als brandstof. Verwacht werd dat het vochtgehalte van de spaanders op eenvoudige wijze kan worden verlaagd door droging van de geveldde bomen in de opstand. Ter bepaling van deze mogelijke daling werden ca. 100 bomen per opstand geveld en gebundeld. Deze bomen bleven gedurende enige maanden in de opstand achter. Hieruit werden in de periode juli t/m oktober elke maand 6 monsters genomen, waarvan het vochtgehalte werd bepaald.

3 Opstandsbeschrijving

Het onderzoek is uitgevoerd in drie opstanden op het landgoed "De Syssest" te Ede. Object 1 betreft een op-

stand van douglas, waarin een eerste dunning moest worden uitgevoerd, evenals in object 2, een opstand van groveden. Object 3 betreft een opstand van groveden gemengd met Corsicaanse den en fijnspar. Hierin werd een tweede dunning uitgevoerd. De opstandsgegevens zijn vermeld in tabel 1.

4 Resultaten

4.1 Kosten

In de tabellen 2 t/m 5 staan de resultaten weergegeven van de verrichte arbeidsstudies. Daartoe is gebruik gemaakt van de volgende uurkosten:

- voorberekend arbeidsuur: f 30,- (1983)
- overige uurkosten: paard f 5,50
trekker f 15,50
verspaanmachine f 6,70
motorzaag f 6,10

Deze uurkosten zijn exclusief overhead en BTW

- toegepaste percentages Algemene Tijd:
50% voor vellen, neerdrukken, opwerken, bundelen en verspanen
40% voor het uitslepen.

Tabel 1 Opstandsgegevens.

object	houtsoort	jaar van aanleg	hdom m	stamtaai		gem. dbh	
				voor dunning n/ha	na dunning n/ha	voor dunning cm	dunningsbomen cm
1. Sijsselt 9d	douglas	1965	15.0	3250	1350	10.4	6.4
2. Sijsselt 19f	groveden	1968	9.5	3050	2000	8.0	4.5
3. Sijsselt 4a	groveden	1962	10.5	3650	2150	9.0	7.5

Tabel 2 Tijden en kosten totaal per boom (inclusief Algemene Tijden).

	object 1 dg '65			object 2 gd '68			object 3 gd '62		
	min.	gld.	%	min.	gld.	%	min.	gld.	%
methode 1									
vellen (arbeid + moza)	0.45	0.28	9.2	0.20	0.12	6.4	0.42	0.26	7.5
bundelen (arbeid)	1.07	0.53	17.6	0.62	0.26	13.9	1.14	0.57	16.5
uitslepen (arbeid + paard)	1.16	0.68	22.8	0.70	0.41	21.9	1.34	0.79	23.0
verspanen (arbeid + trekker + verspaanmachine)	2.25	1.53	50.4	1.60	1.08	57.8	2.70	1.82	53.0
totaal		3.02	100.0		1.87	100.0		3.44	100.0
methode 2									
vellen (arbeid + moza)	0.45	0.28	40.6	0.20	0.12	41.4	0.42	0.26	59.1
neerdrukken (arbeid)	0.83	0.41	59.4	0.33	0.17	58.6	0.35	0.18	40.9
totaal		0.69	100.0		0.29	100.0		0.44	100.0
methode 3									
vellen (arbeid + moza)	0.60	0.37	12.4						
opwerken (arbeid + moza)	1.70	1.04	34.8						
bundelen (arbeid)	0.27	0.14	4.7						
diversen (arbeid + moza)	1.07	0.65	21.7						
uitslepen (arbeid + paard)	1.34	0.79	26.4						
totaal		2.99	100.0						

In tabel 2 zijn de resultaten van de tijdstudies weergegeven, in minuten en guldens per boom. Bij methode 1 (boommethode) variëren de kosten van f 1,87 tot f 3,44 per boom. Het kostenniveau per boom is sterk afhankelijk van de diameter van de boom. Bij toenemende diameter stijgen de kosten per boom. De kosten van het vellen en neerdrücken (methode 2) variëren van f 0,29 tot f 0,69 per boom. Het verschil in kosten tussen deze twee methoden is groot. De kosten van het vellen en neerdrücken bedragen 13 tot 23% van de kosten van de boommethode. Uit tabel 2 blijkt tevens dat het verspanen voor een groot deel het kostenniveau van de boommethode bepaalt, namelijk 50-58% van de totale kosten. Dit wordt vooral veroorzaakt door de grote hoeveelheid arbeid die nodig is bij deze kleinschalige toepassing van de boommethode. Ook uit tabel 3 blijkt dat voor de boommethode geen hoge mechanisatiegraad is gehaald, zodat het aandeel ar-

beid nog 81% van de totale kosten van de boommethode bedraagt.

In object 1 is tevens de langhoutmethode toegepast. Uit tabel 2 blijkt dat de kosten per boom van de langhoutmethode vrijwel gelijk zijn aan het kostenniveau van de boommethode. Dit houdt verband met de vergelijkbare arbeidsbehoeften voor beide methoden (zie tabel 3).

In tabel 4 worden de hoeveelheid geproduceerde spaanders en de kosten per m³ spaanders weergegeven. De hoeveelheid loopt uiteen van 3.5 tot 9.5 m³ spaanders per proefoppervlak (ca. 100 bomen). De geproduceerde hoeveelheid spaanders is vooral afhankelijk van de gemiddelde dbh. De kosten per m³ spaanders variëren van f 36,- tot f 57,- per m³. In tegenstelling tot de kosten per boom nemen de kosten per m³ af bij toenemende diameter.

Dit wordt geïllustreerd door de verhouding tussen dbh ten opzichte van het aantal bomen per m³ in tabel 4 voor de objecten 2 en 3. Echter als de gemiddelde diameter boven de 10 cm komt dan wordt het werk voor de arbeider te zwaar en moeten er teveel extra handelingen plaatsvinden, zoals snoeien en korten. De kosten per m³ nemen dan weer toe.

Zo kan er wat betreft de toepassing van de boommethode een ondergrens (ca. 6.5 cm) en een bovengrens (ca. 10 cm) worden vastgesteld (Kofman, 1983). De verhouding diameter (1.30 m) ten opzichte van kosten per m³ in tabel 4 wijzen ook in dezelfde richting.

In tabel 5 zijn de kosten en opbrengsten per hectare bij elkaar gebracht. De netto kosten van het vellen en neerdrücken per hectare bedragen slechts 39% resp. 21% en 21% van de netto kosten van de boommethode. De netto kosten van de langhoutmethode zijn het hoogst, namelijk f 3768,-/ha. Deze cijfers geven aan dat onder dergelijke omstandigheden het oogsten van hout door middel van hetzij de boommethode hetzij de langhoutmethode veelal niet verantwoord is. De kosten van het vellen en neerdrücken in deze jonge dunningsen zijn zo laag dat andere methoden, waarbij een produkt wordt geoogst financieel moeilijk haalbaar zullen zijn.

4.2 Biomassa-onttrekking

In tabel 6A worden de resultaten weergegeven van de analyse van 10 gemiddelde dunningsbomen en 5 grondvlakmiddenbomen per proefopstand. De aftopdiameter van de dunningsbomen bedraagt hierbij ca. 4 cm. Het blijkt dat de hoeveelheid biomassa, die extra wordt onttrokken (kroon en takken) ten gevolge van de boommethode varieert van 32% tot 48% van de totale hoeveelheid onttrokken biomassa (langhout en kroon).

Tabel 3 Kostenverhouding arbeid/machine in %.

	methode 1	methode 2	methode 3
arbeid	81.1	91.4	83.3
motorzaag	1.4	8.6	12.7
paard	3.4	—	4.0
trekker	9.8	—	—
verspaanmachine	4.3	—	—
totaal	100.0	100.0	100.0

Tabel 4 Kosten per m³ chips in guldens.

	object 1	object 2	object 3
dbh gem.	6.4	4.5	7.5
bomen/m ³ chips	12.0	31.0	10.7
aantal bomen	101	108	102
m ³ chips	8.4	3.5	9.5
1. kosten gld/m ³	36,19	57,55	37,01
2. kosten excl. vellen/needr.	28,—	49,—	32,—

Tabel 5 Kosten en opbrengsten per hectare.

	object 1	object 2	object 3
methode 1			
dbh dunning	6.4	4.5	7.5
m ³ chips	158	34	140
kosten gld/ha	5704,—	1964,—	5181,—
opbrengst gld/ha			
(f 15,-/m ³)	2370,—	510,—	2100,—
netto kosten gld/ha	3334,—	1454,—	3081,—
methode 2			
dbh dunning	7.0	5.6	6.3
netto kosten gld/ha	1311,—	305,—	660,—
methode 3			
dbh dunning	7.0		
m ² werkhout	25.5		
kosten gld/ha	5681,—		
opbrengst gld/ha			
(f 75,-/m ³)	1913,—		
netto kosten gld/ha	3768,—		



De bundels zijn naar de bosweg gesleept.

Gemiddeld over de drie opstanden is dit percentage 38%. Deze percentages liggen hoger dan de gemiddelde percentages, die gevonden zijn tijdens eerdere studie in opstanden met een hogere dbh (Kofman, 1983). Dit betekent dat een kg geoogste biomassa uit deze jonge dunningen een hoger gewichtsaandeel kroonmateriaal bevat.

Uit het genoemde onderzoek bleek dat kroonmateriaal relatief meer voedingsstoffen bevat dan het stamhout. Voor de toepassing van de boommethode in onrendabele dunningen kan geconcludeerd worden dat er per kg biomassa meer voedingsstoffen worden onttrokken dan in dunningen in oudere opstanden. De absolute onttrekking van voedingsstoffen is afhankelijk van de totale hoeveelheid geoogste biomassa.

In tabel 6B worden de absolute hoeveelheden biomassaonttrekking per hectare weergegeven. Deze hoeveelheden variëren van 18.000 kg tot 44.000 kg per ha. Uitgedrukt in percentages ten opzichte van de opstand voor dunning variëren de percentages van 14.4 tot 24.2%. De hoeveelheid onttrokken kroonmateriaal ten gevolge van de boommethode (het kroonmateriaal) bedraagt 6.9 tot 8.8% ten opzichte van de opstand voor dunning. Wordt ervan uitgegaan dat vellen en neerdrukken de normale methode is dan kan de extra onttrekking gesteld worden op 14.4 tot 24.2% ten opzichte van de opstand voor dunning. Bij vellen en neerdrukken vindt er namelijk geen onttrekking plaats.

4.3 Het vochtgehalte

In tabel 7 worden de resultaten weergegeven van de

analyse van de spaanders. Hieruit blijkt dat het vochtgehalte van de spaanders varieert van 44% tot 56% en gemiddeld 52% bedraagt. In het algemeen wordt aangenomen dat vers hout een vochtgehalte van 50% bezit. De geschiktheid als brandstof bij een dergelijk hoog percentage is matig vanwege het lage rendement (De Koning en Leeuwerke, 1983). Een vochtgehalte van 35% ligt al veel gunstiger. Dat betekent dat het vochtgehalte gemiddeld 15% moet dalen.

Het dichtheidsgetal (kg drogestof/m^3 vers materiaal) ligt rond 130 kg/m^3 . Dit lage dichtheidsgetal geeft een lage verbrandingswaarde. Naarmate het vochtpercentage zal dalen neemt het dichtheidsgetal toe en daarmee de verbrandingswaarde, maar het belangrijkste gevolg is verhoging van het rendement. Daarom is ter indicatie onderzocht in hoeverre op eenvoudige wijze aan dit bezwaar kan worden tegemoet gekomen.

Hiertoe zijn per opstand 100 bomen geveld en gebundeld. Deze bundels zijn in de opstand blijven liggen gedurende enige zomermaanden.

Uit tabel 8 blijkt dat het vochtgehalte van het stamhout gemiddeld over de drie opstanden ca. 11% is gedaald. De daling in de maand juli is het grootst geweest. Hierbij moet worden opgemerkt dat er in de maanden september en oktober ten opzichte van de periode daarvoor veel neerslag is gevallen. Bovendien had de velling eerder plaats moeten vinden zodat een grotere daling van het vochtgehalte kon worden bereikt.

Verder is er waargenomen dat een groot deel van de naalden reeds was vergeeld en/of afgevallen. Bij het uitslepen van deze bundels kan dan ook verwacht worden dat het grootste deel van de naalden in de opstand

Tabel 6a Biomassa-onttrekking (vers materiaal) gegevens per boom gemiddeld.

	gemiddelde dunningsboom		grondvlakmiddenboom na dunning	
	gegevens gem.	% tov totaal	gegevens gem.	% tov totaal
object 1				
douglas '65				
dbh	6.7		12.3	
dm ³ langhout	13.4		67.0	
kg langhout	15.7	67.7	67.3	65.7
kg totale kroon	7.5	32.3	35.1	34.3
kg totale boom	23.2	100.0	102.4	100.0
object 2				
groveden '68				
dbh	5.4		8.7	
dm ³ langhout	8.3		26.8	
kg langhout	8.9	52.0	28.3	53.2
kg totale kroon	8.2	48.0	24.9	46.8
kg totale boom	17.1	100.0	53.2	100.0
object 3				
groveden '62				
dbh	7.1		11.6	
dm ³ langhout	14.4		38.2	
kg langhout	16.8	57.9	41.7	54.8
kg totale kroon	12.2	42.1	34.4	45.2
kg totale boom	29.0	100.0	76.1	100.0

achterblijft, hetgeen een positief effect heeft op de kwaliteit van de spaanders door verhoging van de verbrandingswaarde (Jonas, 1983). Het drogen van de bomen in de opstand en het verlies van het naaldenpakket heeft een positief effect op de kwaliteit van de spaanders door verhoging van het rendement en de verbrandingswaarde.

5 Bespreking van de resultaten

5.1 Kosten per m³ geproduceerde spaanders

De kosten per m³ spaanders zijn hoog, namelijk f 36,- tot f 57,-; hierbij is gerekend met een volledig voorberekend arbeidsuur. Wordt genoeg genomen met een lagere arbeidsopbrengst dan komen de kosten per m³ aanzienlijk lager te liggen. Dit laatste kan gelden voor particulieren. Als men ervan uitgaat dat ook zonder verspanen geveld zou moeten worden, dan is het niet nodig deze kosten ten laste van het energiehout te brengen. De kosten per m³ chips bedragen onder aftrek van die kostenpost f 28,- resp. f 49,- en f 32,- (tabel 4, kostenniveau 2).

Verlaging van de oogstkosten van de spaanders ten behoeve van de energiewinning moet vooral worden gezocht in een hogere mechanisatiegraad van de boommethode en het achterwege laten van het uitslepen. Dit betekent dat gekozen zou worden voor een methode, waarbij het verspanen rijdend in de opstand moet plaatsvinden. Of dit mogelijk is hangt af van de

opstand en de wijze van beheer (wel of geen systematische dunning). De keuze van de verspaanmachine is hierbij erg belangrijk. Uit buitenlands onderzoek blijkt dat de totale produktie van een machine met hydraulische invoerrollen aanzienlijk hoger is dan een machine zonder invoersysteem (Russell en Wippermann, 1981). De investeringskosten zijn dan echter ook aanzienlijk hoger. Of deze investering verantwoord is zal moeten worden onderzocht.

Tabel 6b Biomassa-onttrekking (vers materiaal) gegevens per hectare.

	dunning		opstand voor dunning
	kg	% tov opstand voor dunning	kg
object 1			
douglas '65			
langhout	29830	16.4	120685
kroon	14250	7.8	61635
totale boom	44080	24.2	182320
object 2			
groveden '68			
langhout	9345	7.5	65945
kroon	8610	6.9	58410
totale boom	17955	14.4	124355
object 3			
groveden '62			
langhout	25200	12.2	114855
kroon	18300	8.8	92260
totale boom	43500	21.0	207115

Tabel 7 Vochtgehalte spaanders.

omschrijving	object 1 douglas '65	object 2 groveden '68	object 3 groveden '62	gemiddeld
vochtgehalte (%)	44	55	56	52
volumegewicht vochtig mat. (kg/m ³)	231	291	287	270
dichtheidsgetal (kg ds/m ³ vocht. mat.)	129	131	126	129

Tabel 8 Vochtgehalteverloop stamhout gevelde bomen, liggend in de opstand.

object	maand				totale daling
	juli	augustus	september	oktober	
	tijdstop van velling				
	vochtgehalte				
1. dg. '65	48.1%	39.6	39.2	35.9	12.2%
2. gd '68	59.1	50.8	43.8	47.6	11.5%
3. gd '62	61.9	52.2	57.7	51.8	10.1%
gemiddelde daling					11,3%

De financiële mogelijkheden voor houtoogst in onrendabele dunningen met behulp van de boommethode is tevens afhankelijk van de afzetmogelijkheden voor chips ten behoeve van de energiewinning. De huidige marktwaarde van groene chips is ca. f 15,-/m³, maar is niet gebaseerd op de toepassing als brandstof. De theoretische marktwaarde kan worden berekend op basis van de prijs van huisbrandolie. Op deze wijze kan de brandstofwaarde van een m³ verse chips worden gesteld op f 55,-, gebaseerd op cijfers van 1983 (De Koning en Leeuwerke, 1983). Het netto resultaat wordt verkregen door het verschil te berekenen tussen f 55,- en de kosten voor oogst en transport. De transportkosten kunnen worden gesteld op f 5,- tot f 10,- per m³ bij transportafstanden van 30 tot 40 km (Russell en Wippermann, 1981; Patzak, 1980). Volgens deze berekening kan er in twee van de drie objecten een positief resultaat worden behaald van f 10,- tot f 20,- per m³ chips bij kostenniveau 2. Hierbij is echter geen rekening gehouden met een investering in de houtverbrandingsinstallatie en de bijbehorende arbeidskosten. Deze arbeidskosten zijn afhankelijk van de omstandigheden ca. 30 uur per stookseizoen (Filius en Lonsain, 1982). Verder ligt het rendement van hout ca. 20% lager dan bij olie (De Koning, 1983). Op dit ogenblik is er in Nederland vrijwel geen markt voor chips ten behoeve van energiewinning. De afzet is afhankelijk van de prijsontwikkeling van fossiele brandstoffen. In het geval dat het kostenniveau van de geproduceerde chips aanzienlijk kan worden verlaagd door betere oogstechnieken, dan zou voor dit produkt een groter afzetgebied kunnen ontstaan.

5.2 Onderzoek in het buitenland

Ook in het buitenland, met name in West-Duitsland en Scandinavië, is onderzoek gedaan naar de oogst en het verspanen van volle bomen. De kosten per m³ chips die in de verschillende proeven zijn gevonden lopen nogal sterk uiteen. Russell en Wippermann (1981) vinden kostprijzen per m³ chips van f 32,- tot f 36,- bij selectieve dunning, met een gemiddelde dbh van 6.6-7.3 cm. Voor een systematische dunning werd een kostprijs van f 29,- per m³ gevonden. Het percentage arbeidskosten ten opzichte van het totaal varieert van 55% tot 70%. Dit percentage ligt beduidend lager dan in ons onderzoek. Voor transportkosten wordt f 10,- extra gerekend per m³ chips over een transportafstand van 30 km.

Patzak (1980) komt tot hogere kostprijzen, namelijk f 48,- tot f 60,- per m³ chips aan de bosweg. Voor transportkosten wordt ca. f 5,- per m³ gerekend over een afstand van 40 km. Ook hier vond verspanen gedeeltelijk op het dunningspad plaats, maar hierbij was gekozen voor een invoeropening aan de zijkant, hetgeen het verspanen heeft bemoeilijkt. Link en Löffler (1981) komen tot nog hogere kostprijzen, namelijk f 58,- tot f 69,- per m³ inclusief transport.

Kofman (1983) komt in Denemarken tot aanzienlijk lagere kostprijzen per m³ chips aan de bosweg. Voor een systematische dunning varieert de kostprijs van f 10,50 tot f 19,- (afhankelijk van de diameter), voor een selectieve dunning van f 16,- tot f 20,- en voor een combinatie van selectieve en systematische dunning van f 13,- tot f 26,-. Bij een opbrengst van

Het verspanen aan de bosweg met behulp van een eenvoudige verspaanmachine aangedreven door een landbouwtrekker.



f 16,50 per m³ werd een positief saldo per hectare gevonden voor een gemiddelde dbh van 6.5 tot 8.5 cm van de dunning. Uit de diverse onderzoeken blijkt dat de wijze van dunning (wel of geen systematische dunning) en de keuze van de verspaaneenheid een belangrijke invloed hebben op het kostenniveau.

5.3 Het vochtgehalte

De conclusie kan worden getrokken dat de kwaliteit van de spaanders wordt verbeterd door de geveldde bomen in het bos te laten liggen gedurende de zomermaanden, waarbij enerzijds het vochtgehalte daalt en anderzijds een groot deel van het naaldenpakket in het bos achterblijft. Tevens heeft dit een gunstig effect op de voedingsstoffenonttrekking (dus minder onttrekking). Er moet wel rekening gehouden worden met risico's van aantasting door dennescheerder bij Pinus, letterzetter bij Picea en lariksbastkever bij lariks. Dit geldt echter ook voor het vellen en neerdrukken. Dit betekent voor Pinus dat alleen bomen met een grootste diameter van maximaal 10 cm mogen blijven liggen, mits geveld na 1 april. Voor Picea geldt dat er in het geheel geen dunningshout in de periode na 1 mei mag blijven liggen, behalve in de provincies Noord-Holland en Utrecht. Voor lariks geldt op dit moment een algemene ontheffing, tenzij het hout is aangetast.

Uit onderzoek in West-Duitsland blijkt dat na velling in de opstand een natuurlijke droging kan worden bereikt van 58% naar 31% vocht, gedurende de periode april tot en met oktober. Hierbij zijn de bomen niet ge-

heel ten val gebracht, maar als "hanger" in de opstand achtergelaten (Jonas, 1983 en Jonas, 1984). Ook andere onderzoekers komen tot dezelfde aanbeveling, waarbij tevens als voordeel wordt gezien, dat de verspaaneenheid niet onder tijdsdruk hoeft te worden ingezet (Russell, Wippermann, 1981).

6 Conclusies

- Ter indicatie van de oogstkosten van de boommethode in onrendabele dunningen waarbij chips worden geproduceerd kan worden gesteld dat de kosten van velling en verspanen in dunningen van jonge opstanden van groveden en douglas f 36,- tot f 57,- per m³ chips aan de bosweg bedragen. Dit is gezien de geringe afzetmogelijkheden een te hoge kostprijs. Het vellen en neerdrukken (zonder het oogsten van een produkt) is een duidelijk goedkopere methode ten opzichte van het oogsten van een produkt.
- De huidige kostprijs van fossiele brandstoffen is doorgaans niet hoog genoeg om het stoken van vaste brandstoffen zoals chips uit onrendabele dunningen aantrekkelijk te maken. Onder bepaalde omstandigheden, zoals een laag arbeidstarief en korte transportafstanden zijn er echter ruimere mogelijkheden.
- De kostprijs zou kunnen worden verlaagd door het uitvoeren van een combinatie van systematische en selectieve dunning en het inzetten van een verspaanmachine met een hydraulisch invoersysteem.
- Het vochtgehalte van vers geoogste chips is te hoog voor direct gebruik als brandstof. Een lager

vochtgehalte (ca. 30%), een hoger rendement en een hogere verbrandingswaarde kunnen worden bereikt door natuurlijke droging van in de opstand liggende bomen gedurende de periode april t/m oktober.

Literatuur

- Boxsem, W. & N. A. Leek. 1981. Bosbouw en Energieproductie. Nederlands Bosbouw tijdschrift 53 (9): 293-302.
- Filius, A. M. & J. A. H. Lonsain. 1982. Mogelijkheden van benutting van hout voor energie. Nederlands Bosbouw tijdschrift 54 (7/8): 186-196.
- Häberle, S. 1982. Jungbestandespflege als forstwirtschaftliches Optimierungsproblem. Allgemeine Forst Zeitschrift 37 (12): 325-329.
- Jonas, A. 1983. Hackschnitzelerzeugung: Holtztrocknung durch Zwischenlagerung Praktische Landtechnik 5: 134-136.
- Jonas, A. 1984. Waldhackguterzeugung in Verbindung mit

Pflegemassnahmen bei Fichte. Allgemeine Forstzeitung: 207-211.

- Kofman, P. D. 1983. De oogst van biomassa in dunningen en de gevolgen voor de bodemvruchtbaarheid. Rapport Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 335.
- Kofman, P. D. 1983. Harvesting green chips from young Norway spruce plantations. Report 4E-1983, Skovteknisk Institut.
- Koning, K. v.d. & H. B. Leeuwerke. 1983. Het stoken van vaste brandstoffen. Landbouwmecanisatie 34: 12.
- Link, W. & H. Löffler. 1981. Das Projekt Biomassa, Emmelshausen. Allgemeine Forst Zeitschrift 36 (47): 1249-1251.
- Patzak, W. 1980. Bereitstellung fortlischer Biomassa mit mobilen Hackaggregaten mittleren Leistung. Holzzentralblatt 106 (122): 1815-1817.
- Russell, B. & H. J. Wippermann. 1981. Aufbereitung von Hackschnitzeln aus Waldrestholz bei Schirmschlag und Durchforstungen im Bauernwald. Forstarchiv 52 (6): 235-238.

Agenda

27 april t/m 27 mei 1985 Huis Groeneveld Baarn.

1 juni t/m 30 juni 1985 Gemeentehuis Emmen. Tentoonstelling "Platteland in beeld, 50 jaar Nederlands cultuurlandschap in de beeldende kunst".

16 maart t/m 28 mei 1985 Huis Groeneveld, Baarn. Tentoonstelling Landschapsarchitectuur van het Staatsbosbeheer.

29-30 mei, 4-5 juni 1985 PAO-cursus LH Wageningen. Onderwerp "Zure regen, oorzaken en gevolgen. Inlichtingen 08370-84092/93/94.

6-7 en 12, 13, 14 juni 1985 PAO-cursus LH Wageningen. Onderwerp "Beleid en beheer m.b.t. boomverzorging". Inlichtingen 08370-84092/93/94.

27 september 1985 Najaarsbijeenkomst Kon. Ned. Bosbouw Ver. Inlichtingen volgen.

3 oktober 1985 Symposium t.g.v. 75 jaar Kon. Ned. Bosbouw Ver. Nadere inlichtingen volgen.

7 november 1985 Lustrumbijeenkomst Nederlandse Bodemkundige Ver. over "Moderne ontwikkelingen in de bodemkunde". Nadere inlichtingen volgen.