HULPMIDDELEN VOOR HET TEN VAL BRENGEN VAN HANGERS IN JONGE DOUGLASOPSTANDEN

K. Rotteveel



"DE DORSCHKAMP" INSTITUUT VOOR BOSBOUW EN GROENBEHEER
WAGENINGEN RAPPORT NR. 566 1989

275 3

HULPMIDDELEN VOOR HET TEN VAL BRENGEN VAN HANGERS IN JONGE DOUGLASOPSTANDEN

K. Rotteveel

"DE DORSCHKAMP" INSTITUUT VOOR BOSBOUW EN GROENBEHEER, WAGENINGEN

Rapport nr. 566

1989

INHOUD

	blz.
Samenvatting	5
Inleiding	7
1. Hangersproblematiek	8
1.1. Het voorkomen van hangers	8
1.2. De toekomstbomenmethode	8
2. Onderzoek	10
2.1. Materieel	10
2.2. Opzet	11
2.3. Opstanden	11
3. Techniek	13
3.1. Traditionele methoden	13
3.1.1. Velhevel-kantelhaak	13
3.1.2. Hefboom	14
3.1.3. Zonder hulpmiddelen	15
3.1.4. Tirfor	17
3.2. Paard	18
3.3. Velpan	19
3.4. Velkar	21
4. Tijdstudie	22
4.1. Werkmethoden	22
4.1.1. Traditioneel	22
4.1.2. Paard	22
4.1.3. Velkar	23
4.2. Analyse	24
5. Kosten	27
5.1. Tarieven	27
5.2. Kostenvergelijking	27
6. Ergonomie en veiligheid	29
6.1. Ergonomie	29
6.2. Veiligheid	30
7. Discussie	31
8. Conclusies	32
Literatuur	33
Bijlagen	35

SAMENVATTING

Het ten val brengen van hangers in 25- à 35-jarige douglas-opstanden die volgens het toekomstbomenconcept gedund zijn is vanuit financieel en ergonomisch oogpunt problematisch. In drie opstanden werden traditionele hulpmiddelen en technieken vergeleken met de inzet van een paard en het gebruik van een door "De Dorschkamp" ontwikkelde velkar. De traditionele hulpmiddelen en methoden zijn relatief kostbaar en fysiek sterk belastend: bij gebruik van de velhevel-kantelhaak, een topstuk (hefboom) en technieken zonder specifieke hulpmiddelen is gemiddeld twee tot drie keer meer tijd nodig om een hanger ten val te brengen dan met de velkar. Gebruik van de velkar leidt daardoor tot maximaal een halvering van de kosten. Bovendien is het werk fysiek minder belastend en veelal veiliger. De velkar is vooral geschikt voor diameters tussen de 10 en 26 cm. Inzet van het paard levert geen significante verschillen op met de traditionele technieken en de velkar. De tirfor en een door "De Dorschkamp" ontwikkelde velpan blijken minder geschikt voor het stelselmatig ten val brengen van hangers: gebruik van de tirfor leidt tot meer dan een verdrievoudiging van de veltijd terwijl het bereik van de velpan te beperkt is.

INLEIDING

Het dunnen van 25- tot 35-jarige douglasopstanden gaat veelal gepaard met het verschijnsel "hanger". Dunningsbomen komen klem te zitten in de opstand en blijven hangen in de kroonlaag. Het ten val brengen van deze hangers is een fysiek zwaar, tijdrovend, kostbaar en soms gevaarlijk karwei. Specifieke hulpmiddelen ontbreken doorgaans. Hangers komen procentueel in opstanden die volgens het toekomstbomen-concept gedund zijn meer voor dan in reguliere hoogdunningen.
"De Dorschkamp" is in 1986 gestart met een onderzoek naar methoden en hulpmiddelen die specifiek zijn voor het ten val brengen van hangers in douglasopstanden tot 35 jaar. Naast traditionele hulpmiddelen zoals de kantelhaak-velhevel, een hefboom en de tirfor werden een paard en de door "De Dorschkamp" in samenwerking met het IMAG ontwikkelde velpan en velkar ingezet in een aantal douglasopstanden, die volgens de toekomstbomenmethode gedund werden. De hulpmiddelen werden getoetst op bruikbaarheid. De velhevel-kantelhaak in combinatie met een hefboom en technieken waarbij geen gebruik wordt gemaakt van specifieke hulp-middelen, werd tenslotte vergeleken met de inzet van een paard en de velkar in drie opstanden. Hiertoe werden tijdstudies verricht.

Achtereenvolgens worden de invloed van de toekomstbomenmethode op het voorkomen van hangers, de diverse hulpmiddelen en technieken voor het onderuithalen van hangers, de uitvoering van het onderzoek en de resultaten daarvan beschreven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen economische en ergonomische aspecten.

1. HANGERSPROBLEMATIEK

1.1. Het voorkomen van hangers

Bij het dunnen van opstanden komt het voor dat dunningsbomen door gebrek aan valruimte blijven steken in de kroonlaag. Dergelijke bomen, "hangers" genaamd, zijn vooral bekend in eerste en tweede dunningen van douglas en fijnspar. Hangers met een dbh tot 10 à 12 cm kunnen zonder al te veel moeite in handkracht ten val gebracht worden. De veller pakt daarbij de stamvoet onder zijn arm en trekt de boom tegengesteld aan de velrichting onderuit. Hangers in opstanden met een gemiddelde diameter boven de 30 cm worden meestal met een trekker ten val gebracht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een ketting of een sleeptang. De standruimte is bij deze diameter voldoende om een trekker toe te laten. In het algemeen komen in oudere opstanden relatief weinig hangers voor.

Hangers met een dbh tussen de 12 en de 35 cm, ofwel opstanden in de leeftijdscategorie van 20 - 35 jaar, zijn problematisch. De traditioneel in gebruik zijnde hulpmiddelen zoals de velhevel-kantelhaak en de hefboom zijn in veel gevallen ontoereikend. Gebruik ervan leidt tot een niet-acceptabele fysieke belasting en gevaarlijke situaties, en is bovendien zeer kostbaar.

1.2. De toekomstbomenmethode

Uit de praktijk komen de laaste jaren steeds vaker opmerkingen over het veelvuldig voorkomen van "hangers" in douglasopstanden die volgens het toekomstbomenconcept gedund worden. De dunningsmethodiek wordt als oorzaak van de hangers gezien. Het motief daarvoor ligt voor de hand: in toekomstbomendunningen is het aandeel hangers opvallend hoog. Toch is enige voorzichtigheid hier op zijn plaats.

In drie objecten is onderzocht hoeveel procent van de dunningsbomen blijven steken in het kronendak bij een dunning volgens het toekomstbomenconcept en volgens een "brede" hoogdunning waarbij ook onderstandig hout werd geveld. Tabel 1 geeft een overzicht.

Tabel 1. Hangers in relatie tot de dunningsmethodiek in een aantal 25- tot 35-jarige douglasopstanden

object	methode	aantal bomen per ha voor dunning	aantal bomen per ha na dunning	hangers	
				aantal	%
	T-bomen				
Amerongen		3600	3420	180	100
Staphorst		1800	1600	200	100
Uddel		1900	1750	105	70
	"breed" dunnen				
Amerongen		3600	2700	170	19
Staphorst		1800	1380	200	48
Uddel		1900	1525	120	32

Wanneer het percentage hangers van beide methoden vergeleken wordt valt onmiddelijk op dat dit bij de T-bomenmethode in het algemeen veel hoger is dan bij de "hoogdunning". Gemiddeld bedraagt het verschil ongeveer 60 procent. In absolute zin is er echter geen verschil: het aantal hangers per ha is voor beide methoden ongeveer gelijk. Hieruit is te concluderen dat enerzijds de kans op een hanger in een opstand die volgens het toekomstbomenconcept gedund is hoger is dan in een reguliere dunning maar dat anderzijds het "hangersprobleem" niet groter of kleiner wordt. Het aantal hangers per ha is immers evengroot.

2. ONDERZOEK

2.1. Materieel

In de praktijk wordt in Nederland het ten val brengen van hangers meestal in handkracht uitgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van twee traditionele hulpmiddelen; de velhevel-kantelhaak en/of een als hefboom gebruikt stammetje (topstuk). Veelal wordt ook zonder deze hulpmiddelen gewerkt. Lastige bomen worden incidenteel met een handlier, meestal een Tirfor, ten val gebracht. In een beperkt aantal boswachterijen wordt stelselmatig een paard ingezet bij het dunnen van jonge douglas- en fijnsparopstanden. Iedere boom wordt onderuitgetrokken door het paard, waarbij paard, voerman en veller continu samenwerken. Vaker werken voerman en veller gescheiden waarbij de voerman het uitslepen afwisselt met het onderuittrekken van hangers.

In het buitenland, met name in Scandinavië en in West-Duitsland, wordt naast bovengenoemde hulpmiddelen gebruik gemaakt van de "Fallhebelkarre" (Hebelfallkarren Münchenhof, 1985); in goed Nederlands een velkar. Dit is een tweewielige kar waarop een hefboom is gemonteerd waarmee een "hanger" ten val gebracht wordt. De Westduitse en Scandinavische produkten zijn in ons land nooit populair geworden als gevolg van niet van het bestaan afweten en een relatief hoge prijs. Bovendien zijn deze karren niet geschikt voor bomen met een diameter groter dan 20 cm dbh, met als gevolg dat ze veelal niet toereikend zijn om alle hangers in een opstand ten val te brengen. In samenwerking met het IMAG heeft "De Dorschkamp" een velkar ontwikkeld die prijstechnisch acceptabel is en geschikt is voor diameters tot 26 cm.

Daarnaast is onderzocht of gebruik van een velpan een positief resultaat oplevert bij het ten val brengen van "hangers". Deze pan werd eveneens in samenwerking met het IMAG ontwikkeld naar Duits voorbeeld (Moser, 1985).

2.2. Opzet

Het onderzoek beperkt zich tot douglasopstanden tot een leeftijd van ca. 35 jaar die gedund zijn volgens het toekomstbomenconcept. Het "hangers"-probleem manifesteert zich in deze leeftijdcategorie sterk, zowel wat betreft het negatief effect op de produktiviteit en de kosten per m^3 als in ergonomische zin. Door de slechte toegankelijkheid is inzet van zwaar materieel, zoals een trekker niet mogelijk. Door in het onderzoek voor de toekomstbomenmethode te kiezen werd bereikt dat volstaan kon worden met de velling van een relatief klein aantal bomen terwijl toch voldoende hangers optraden.

De velpan en velkar werden ter voorbereiding op verder onderzoek ingezet in een aantal jonge douglasopstanden om de gebruiksmogelijkheden te testen. Gezien de resultaten is de velpan niet nader onderzocht. Eveneens ter voorbereiding op het onderzoek werd een handlier, de Tirfor, gebruikt om hangers ten val te brengen. Ook de Tirfor werd niet verder onderzocht.

In drie opstanden werden de traditionele methode en de velkar gehanteerd om hangers ten val te brengen. In een daarvan werd ook het paard ingezet. De opstanden werden in twee respectievelijk drie ongeveer even grote stroken verdeeld. In iedere strook werd weer een andere methode toegepast. De methoden zijn vergeleken. Daartoe zijn tijdstudies uitgevoerd.

2.3. Opstanden

Het onderzoek is uitgevoerd in opstanden op de Veluwe (Bruggelen), in Drente (Borger) en in Twente (landgoed Nijenhuis nabij Diepenheim). In tabel 2 worden de opstandsgevens vermeld. Deze opstanden kunnen als representatief worden beschouwd voor jonge douglascultures die volgens het toekomstbomenconcept, zoals dat in de praktijk wordt gehanteerd, gedund zijn. Overigens bestaat de indruk dat de praktijk en theorie ten aanzien van de toekomstbomenmethode vaak verschillen. Men is geneigd intensiever te dunnen dan theoretisch

noodzakelijk is. Bovendien wordt de methode ook toegepast op opstanden die daarvoor, gezien hun kwaliteit en toekomstperspectief, niet in aanmerking komen.

Tabel 2. Opstandsgegevens douglascultures

object	leeftijd	stamtal/ha voor dunning	stamtal/ha na dunning	gem. dbh gevelde bomen (cm)	geoogst volume/ha (m^3)
Borger	35	1300	1200	21	30,8
Bruggelen	34	800	700	23	38,0
Nijenhuis	30	1100	900	19	41,4

De opstanden zijn min of meer vergelijkbaar. In alle gevallen werd voorheen een dunning uitgevoerd. Ook hier zijn de bomen tot op de grond betakt met uitzondering van de tot 6 m opgekroonde toekomstbomen, maar als gevolg van de eerdere dunning is de toegankelijkheid beter. De opstanden liggen op min of meer vlak terrein. Het aantal toekomstbomen per ha bedroeg ca. 100 stuks, behalve in Nijenhuis waar ca. 150 T-bomen waren aangewezen. De intensiteit van de dunning was in Nijenhuis sterker dan in de overige opstanden. In Borger was de standruimte relatief klein. Er was echter geen sprake van achterstallig onderhoud. In Bruggelen lag vrij veel takhout op de grond.

De gemiddelde diameter op borsthoogte (dbh), lengte werkhout (lwh) en de inhoud (inh) van de hangers in de diverse proefvlakken (stroken waarin hangers volgens een van de drie methoden ten val gebracht werden) zijn getoetst op (on-)gelijkheid. Gebleken is dat de proefvlakken binnen de opstanden voor deze kenmerken niet significant verschillen (zie bijlage 1). De drie opstanden zijn onderling niet getoetst op gelijkheid van genoemde parameters. Gezien de verschillen in leeftijd (Nijenhuis versus Borger en Bruggelen), standruimte en de hoeveelheid takhout op de grond is dat weinig zinvol. De opstanden moeten worden beschouwd als representanten van 30- tot 35-jarige douglascultures die alle een geheel eigen karakteristiek hebben.

3. TECHNIEK

In het onderzoek naar hulpmiddelen en werkmethoden om hangers ten val te brengen is voornamelijk gekeken naar de traditionele methode, de inzet van een paard en het gebruik van een velkar. Verder is gekeken naar de inzet van een handlier (Tirfor) en het gebruik van een velpan. Onderstaand worden de diverse technieken en hulpmiddelen in hun algemeenheid besproken. In hoofdstuk 4 wordt specifiek ingegaan op de gehanteerde werkmethoden tijdens het onderzoek.

3.1. Traditionele methoden

Traditioneel wordt bij het ten val brengen van hangers voornamelijk gebruik gemaakt van de velhevel-kantelhaak en een hefboom (topstuk) (Kofman, 1980). Soms wordt een Tirfor ingezet. In veel gevallen worden hangers zonder hulpmiddelen ten val gebracht al dan niet met de hulp van een collega.

3.1.1. Velhevel-kantelhaak

De velhevel-kantelhaak is een bekend combihulpstuk dat bij de reguliere velling vrij veel gebruikt wordt. Dit handige werktuig is ook bij het ten val brengen van hangers vaak goed in te zetten. Hij wordt dan gebruikt als kantelhaak: de hanger wordt al draaiend uit het kronendak gerold. Vooral bij naaldhout gaat dat doorgaans goed.



Afbeelding 1. De valhevel-kantelhaak, een traditioneel hulpmiddel.

3.1.2. Hefboom

Daar waar de velhevel-kantelhaak niet wordt gebruikt is men aangewezen op primitievere methoden. Met een hefboom kan een hanger omlaag gewrikt worden. Meestal wordt hiervoor een topstuk gebruikt van 2 à 3 m lengte en een diameter van ongeveer 10 à 15 cm (Van Kleef, 1986). Dit topstuk wordt zo laag mogelijk schuin onder de boom gezet en opgetild. De boom glijdt daardoor naar voren. Wanneer deze handeling vaak genoeg herhaald wordt komt de boom los en valt.



Afbeelding 2. Gebruik van een topstuk.

3.1.3. Zonder hulpmiddelen

Hangers worden ook wel zonder hulpmiddelen ten val gebracht. Een aantal technieken worden toegepast, die er allemaal op neerkomen dat de stamvoet wordt opgetild waardoor de boom naar voren glijdt. Van belang is ervoor te zorgen dat steeds met een gestrekte rug wordt gewerkt en het lichaam zich nooit onder of recht achter de stam bevindt. Dit kan leiden tot ernstige ongelukken.
De afbeeldingen 3 en 4 laten zien hoe het niet moet.



Afbeelding 3. Het onderuitlopen van te zwaar hout.



Afbeelding 4. Werken zonder hulpmiddelen is op deze manier levensgevaarlijk.

Voor naaldhout met een dbh tot ca. 12 cm werken deze technieken vaak snel en zijn fysiek - alhoewel sterk belastend - acceptabel. Toepassing bij zwaardere bomen, hetgeen in de praktijk meer regel dan uitzondering is, moet worden ontraden.

3.1.4. Tirfor

In sommige situaties wordt een handlier, meestal de alom bekende Tirfor ingezet. Doorgaans gaat het hierbij om moeilijke gevallen, zoals een boom die in een takvork is gevallen. Dergelijke situaties vragen meer dan handkracht. Alhoewel met een handlier goed werk geleverd kan worden, is de produktiviteit zo laag, dat men er in het algemeen liever geen gebruik van maakt. Bovendien is een Tirfor erg zwaar: een met 20 m kabel 12 à 15 kg. Ter illustratie is in tabel 3 de gemiddelde tijdbesteding per boom bij gebruik van de tirfor, de velhevel-kantelhaak en het paard op een rijtje gezet. De cijfers zijn gebaseerd op enige indicatieve metingen die tijdens de voorbereiding op het onderzoek verricht zijn.

Tabel 3. Relatieve tijdbesteding voor het ten val brengen van een hanger (100 = 4,4 min. exclusief 65% Algemene Tijd) in een douglasopstand, dbh ca. 24 cm.

velhevel-kantelhaak	paard	tirfor
100	90	345

De relatief hoge tijdbesteding bij gebruik van de tirfor wordt voornamelijk veroorzaakt door de werktechniek. Het bevestigen van de lierkabel, het transport van de lier in de opstand en het doorvoeren van de kabel is zeer tijdrovend. De invloed van de "moeilijkheidsgraad" van de boom valt daarbij in het niet.



Afbeelding 5. De tirfor: effectief maar te tijdrovend.

3.2. Paard

In een aantal boswachterijen wordt regelmatig een paard ingezet bij het ten val brengen van hangers. De gehanteerde methode is even eenvoudig als doeltreffend. Het paard wordt met behulp van een sleepketting met de boom verbonden en trekt de hanger onderuit. In de meeste gevallen werken veller en voerman afzonderlijk. De veller velt een aantal bomen die vervolgens door het paard ten val worden gebracht. Omdat de voerman minder tijd nodig heeft dan de veller wordt door de voerman afwisselend uitgesleept en onderuitgetrokken. Het aantal gevelde hangers (bomen die op scherp staan) moet om veiligheidstechnische redenen natuurlijk zo veel mogelijk beperkt blijven.

Een juiste afstemming op elkaar van het werk van de voerman en van de veller zodanig dat beiden constant kunnen werken is in de praktijk vaak moeilijk te verwezenlijken. In sommige boswachterijen wordt stelselmatig iedere boom met een paard onderuitgetrokken waarbij paard, voerman en veller continu samenwerken.



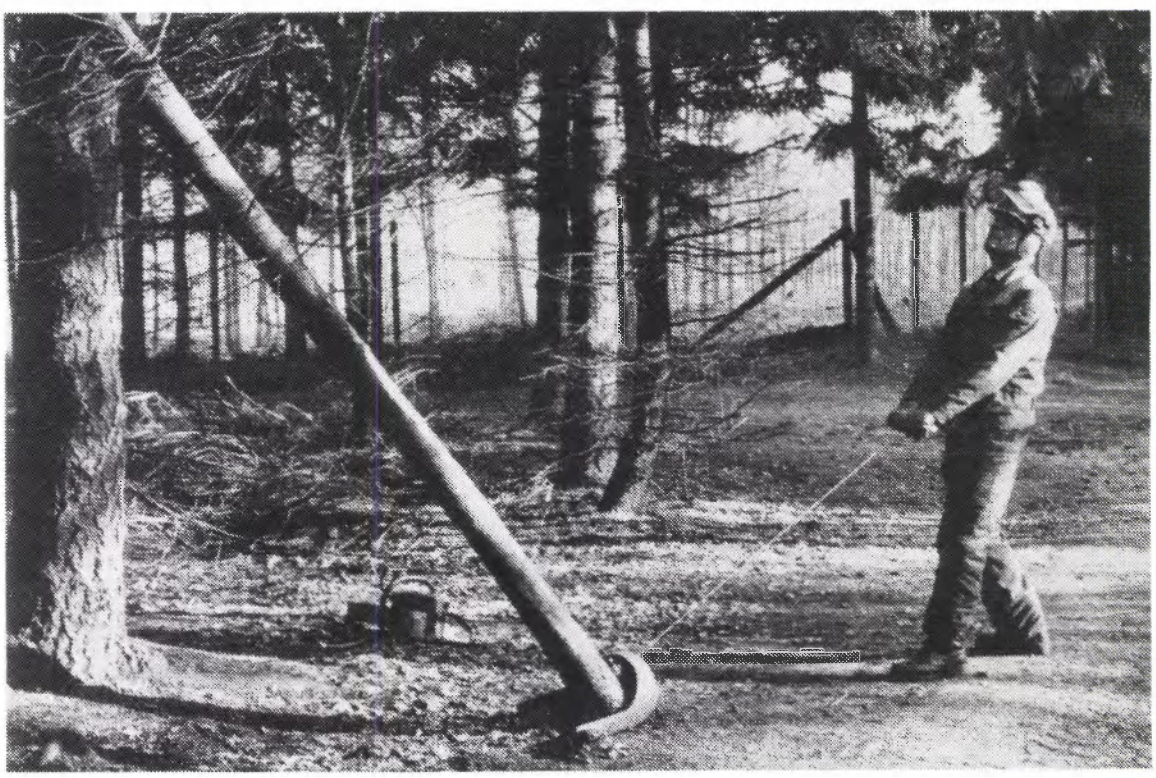
Afbeelding 6. Gebruik van het paard: simpel en doeltreffend.

3.3. Velpan

De velpan is een hulpmiddel dat door "De Dorschkamp" in samenwerking met het IMAG werd ontwikkeld voor het ten val brengen van bomen met een dbh van rond de 12 cm. Een dergelijke pan wordt in West-Duitsland gebruikt op hellingen (Moser, 1980). De "Dorschkamp"-pan bestaat uit een lichtmetalen constructie waarin de voet van de boom in handkracht wordt geplaatst. Door met behulp van een koord de pan weg te trekken valt de boom. Ter voorbereiding op het onderzoek werd de velpan in een twintig-

jarige douglasopstand in Arnhem ingezet. In deze slecht toegankelijke opstand met tot op de grond betakte bomen zijn ca. 300 bomen per ha geveld (stamtal voor dunning 2300 per ha) met een gemiddelde dbh van 15 cm. Enige jaren daarvoor was een zuivering uitgevoerd.

In jonge douglasopstanden is de spreiding in dbh, evenals in Arnhem, meestal vrij groot zodat de pan zelden toereikend is voor een hele opstand. Het werken met meerdere hulpmiddelen naast elkaar is niet praktisch. De resultaten bleken tegen te vallen. De pan is erg gevoelig voor takhout en stobben. Bovendien bleek de inzetbaarheid te beperkt om een goede toekomst te mogen verwachten. Bomen boven de 14 cm dbh zijn te zwaar voor de pan. Daarom is van verdere ontwikkeling afgezien.



Afbeelding 7. De velpan: een hulpmiddel voor hangers met een dbh tot 14 cm.

3.4. Velkar

De velkar is een voor Nederland onbekend hulpmiddel voor het ten val brengen van bomen. Aan de hand van Westduitse en Scandinavische modellen ontwikkelde "De Dorschkamp" in samenwerking met het IMAG een velkar die geschikt is voor bomen met een dbh tot maximaal 26 cm. De kar bestaat uit een tweewielig onderstel waarop een hefboom is gemonteerd. Het lange deel van de hefboom is voorzien van een handgreep, het korte deel van een steekvoet die in de velsnede wordt geplaatst nadat de breuklijst is doorgezaagd. Daarna wordt de boom met een ketting aan de kar bevestigd. Door de hefboom naarbeneden te bewegen glijdt de boom van de stob en duwt de kar naar achteren. De boom valt hierdoor.

De velkar doet tevens dienst als transportmiddel voor brandstof, zaag en velhevel. Hiertoe is hij voorzien van een beugel (velhevel) en een draagvlak (zaag en brandstof) tussen de wielen. In tegenstelling tot sommige Westduitse modellen (Portalhebelkarre Sulky 500, 1987) is de Dorschkamp-kar niet ontworpen als werkbok voor het uitsnoeien van het hout. Het op de bok brengen van bomen met een dbh boven de 20 cm is fysiek niet acceptabel.



Afbeelding 8. Het aankoppelen van de velkar: steekvoet in de velsnede, ketting om de stam.

4. TIJDSTUDIE

Van het ten val brengen van hangers met traditionele hulpmiddelen, het paard en de velkar zijn tijdstudies gemaakt. Ieder hulpmiddel werd volgens een vooraf vastgestelde methode toegepast, waarbij men bij de traditionele methode overigens wel enige speelruimte had. In het navolgende worden de werkmethoden beschreven. De verdeling van de tijd over de verschillende werkelementen wordt in tabel 4 weergegeven. Tenslotte wordt de produktiviteit van de methoden vergeleken.

4.1. Werkmethoden

4.1.1. Traditioneel

Bij het op traditionele wijze ten val brengen van een klem geraakte boom kregen de proefpersonen de opdracht gebruik te maken van de kantelhaak-velhevel, een topstuk, dan wel naar eigen inzicht te werken zonder hulpmiddelen. In de praktijk betekende dit dat veelal eerst de kantelhaak ingezet werd of zonder hulpmiddelen werd gewerkt. Bomen die erg vast zaten werden vervolgens met een topstuk ten val gebracht. De keuze voor een bepaalde methode of hulpmiddel is sterk persoonlijk, waarbij bekendheid en ervaring ermee, een grote rol spelen. In alle opstanden werd overigens van alle drie genoemde technieken gebruik gemaakt.

4.1.2. Paard

In de opstand "Borger" werd een deel van de hangers ten val gebracht met een paard. De veller kreeg de beschikking over een kantelhaak waarmee hij hangers controleerde: bomen die na een (paar) keer draaien niet vielen, bleven staan voor het paard. Dergelijke bomen werden vlak voor het uitslepen onderuitgetrokken met een paard. Hiertoe slaat de voerman de sleepketting om de stamvoet. Het paard trekt de boom dan onderuit. Vervolgens snoeit de veller de boom uit. Op deze wijze werd in Borger ruim de helft van de hangers met het paard ten val gebracht. Bij de rest hanteerde de veller de velhevel-kantelhaak.

4.1.3. Velkar

Ook bij gebruik van de velkar beschikt de veller over een kantelhaak. Deze werd echter alleen gebruikt om bomen te keren bij het uitsnoeien. Alle hangers werden met de velkar ten val gebracht. Daarbij werd de volgende methode gehanteerd:

Zodra de boom blijft hangen wordt de breuklijst voorzichtig doorgezaagd. Daarna wordt de steekvoet zo ver mogelijk in de velsnede gestoken en de boom met de ketting aan de kar bevestigd. De veller drukt vervolgens de hefboom naar beneden waardoor de stamvoet van de stob komt. De hanger duwt daarbij de kar tegengesteld aan de hangrichting naar achteren en valt daarbij door het kronendak. Als de boom vaart krijgt laat de veller de kar los en stapt ter zijde, rekening houdend met het eventueel opslaan van de kar en de stamvoet. Tenslotte wordt de ketting losgemaakt.



Afbeelding 9. Het ten val brengen van een hanger met de velkar: de maximum dbh is 26 cm.

4.2. Analyse

Bij de vergelijking van de werkmethoden is in de eerste plaats gelet op het effect van de methode op de tijdsbesteding bij het ten val brengen van een hanger. Immers, hoe korter die tijd hoe effectiever de methode. Daarnaast is uiteraard de cyclustijd interessant want die is van grote invloed op de oogstkosten. De cyclustijd wordt echter mede bepaald door het lopen van en naar de boom en door het vellen/snoeien. Deze elementen zijn afzonderlijk opgenomen omdat de "looptijd" methode-afhankelijk kan zijn, terwijl het niet aannemelijk is dat de methode van invloed is op de vel- en snoeitijden (1). Het vellen/snoeien wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten.

(1) In Nijenhuis wordt de cyclustijd bij gebruik van de velkar negatief beïnvloed door een iets hogere vel- en snoeitijd. Een verklaring is daar niet voor gevonden. Het verschil tussen de gemiddelde vel- en snoeitijden is ongeveer 1 minuut.

De werkelementen verschillen inhoudelijk per methode. De elementen zijn voor gebruik van de traditionele methode (A), het paard (B) en de velkar (C):

ten val brengen	A breuklijst doorzagen, kantelhaak of topstuk gebruiken, eventueel zonder hulpmiddel
	B breuklijst doorzagen, paard voor hanger zetten, ketting om de boom, onderuittrekken, loskoppelen
	C breuklijst doorzagen, velkar voor hanger zetten, steekvoet in velsnede, ketting om de boom, onderuitrijden, loskoppelen
lopen	B van boom naar boom door veller, van hanger naar hanger door voerman en paard
	A van boom naar boom door veller
	C van boom naar boom door veller met kar

cyclus A / B / C: som van ten val brengen, lopen en vellen/snoeien

Het resultaat van de cyclus is dus bij alle drie methoden een "hanger" die geveld en uitgesnoeid in het bos ligt. In tabel 4 zijn per opstand en methode de tijden weergegeven.

Tabel 4. Gemiddelde cyclustijden (*) in minuten per hanger voor de cyclus, ten val brengen en lopen

opstand	methode	tijden in minuten per hanger		
		cyclus	ten val brengen	lopen
Borger				
	traditioneel	16.0	9.2	0.6
	paard	10.6	1.8	0.7
	velkar	10.2	2.7	1.0
Bruggelen				
	traditioneel	11.9	4.4	0.6
	velkar	10.2	2.5	1.0
Nijenhuis				
	traditioneel	14.0	7.8	0.4
	velkar	10.0	2.5	0.6

(*) exclusief toeslagen voor rust en persoonlijke verzorging etc. ofwel algemene tijden (AT) (Lammerts van Bueren & Leek, 1976)

De in tabel 4 gepresenteerde tijden zijn exclusief een toeslag voor algemene tijden. Voor velling wordt volgens richtlijnen van Staatsbosbeheer 65% toegekend (Schaap, 1986). Het ten val brengen van hangers met traditionele hulpmiddelen is uitzonderlijk zwaar. Toekenning van een hoger percentage AT lijkt reëel; hoe hoog kan op grond van dit onderzoek niet worden vastgesteld.

Uit vergelijking van de cyclustijden in tabel 4 en de statistische analyse daarvan (bijlage 2) blijkt dat gebruik van traditionele hulpmiddelen en methoden in twee van de drie opstanden (Borger en Nijenhuis) leidt tot een significant hogere gemiddelde cyclustijd per "hanger" dan bij gebruik van de velkar. De tijdwinst door gebruik van de velkar wordt behaald door een aanzienlijk kortere tijd (40-70%) voor het ten val brengen. Vermoedelijk door de aanwezigheid van veel takhout op de grond, werd in Bruggelen de tijdwinst bij het ten val brengen gedeeltelijk tenietgedaan door een verlenging van de looptijd.

Gebruik van een paard bij het ten val brengen van "hangers" leidt niet tot een significant verschillende cyclustijd ten opzichte van de traditionele methode en de velkar. Het ten val brengen gaat wel sneller maar de invloed daarvan op de gemiddelde cyclustijd is onvoldoende om door te werken. De beperkte omvang van de opname bij inzet van het paard en de grote spreiding van de opgenomen data verklaart waarom de gemiddelde cyclustijd in absolute zin een derde lager is dan die van de traditionele methode maar toch niet significant verschilt.

5. KOSTEN

5.1. Tarieven

Voor berekening van de kosten per m^3 geveld hout is uitgegaan van de volgende tarieven:

- loonkosten veller (incl. soc. lasten en overhead) per uur	f 39.00
- loonkosten voerman (incl. soc. lasten en overhead) per uur	f 39.00
- Nederlands trekpaard per uur	f 6.60
- motorkettingzaag per uur	f 6.40
- velkar per uur	f 3.35

Voor de loonkosten is uitgegaan van het voorberekend manuur CAO-bosbouw. Voor paard en motorkettingzaag is gebruik gemaakt van de door het Staatsbosbeheer gehanteerde tarieven (Normstelling en Planning, 1987). De uurkosten van de velkar zijn berekend op basis van 40 draaiuren per jaar, zie bijlage 3. De technische levensduur wordt door "De Dorschkamp" geschat op 400 draaiuren. De economische levensduur op vijf jaar.

5.2. Kostenvergelijking

De kosten per m^3 bij gebruik van de velkar zijn in twee van de drie opstanden (Borger en Nijenhuis) significant (bijlage 4) lager, respectievelijk ongeveer een kwart en een derde, dan bij velling met traditionele middelen. Ten opzichte van het paard kon geen verschil worden aangetoond. Verschil in kosten bij gebruik van traditionele hulpmiddelen ten opzichte van het paard kon evenmin worden aangetoond. In tabel 5 zijn van de drie methoden de relatieve dunningskosten gepresenteerd. Er rekening mee houdend dat de kosten gebaseerd zijn op cyclustijden exclusief algemene-tijdentoeslag kost gebruik van de velkar per ha ongeveer vier- tot achthonderd gulden per ha minder dan de traditionele methode. In bijlage 5 zijn de kosten per m^3, per boom en per ha te vinden.

De opstanden in Borger en Bruggelen zijn redelijk vergelijkbaar. In beide opstanden werden 3 à 4 stuks per m^3 geoogst. Doordat in Bruggelen de omstandigheden relatief ongunstig waren voor de velkar (veel takhout) is het kostenverschil tussen de traditionele methode en gebruik van de velkar gemiddeld minder groot dan in Borger en bovendien niet significant. Door de naar verhouding grotere standruimte in Bruggelen is het ten val brengen van de hangers gemakkelijker dan in Borger en daardoor ook goedkoper. In Nijenhuis is het kostenniveau duidelijk hoger als gevolg van de kleinere boominhoud - vijf stuks per m^3.

Tabel 5. Relatieve vellingskosten van hangers voor de opstanden Borger, Bruggelen en Nijenhuis; traditioneel = 100. Het percentage hangers (%) en het aantal gedunde bomen per ha.

opstand	methode	%	aantal gedunde hangers / ha	relatieve kosten
Borger		90	100	
	traditioneel			100
	paard			80
	velkar			76
Bruggelen		64	100	
	traditioneel			100
	velkar			94
Nijenhuis		88	300	
	traditioneel			100
	velkar			68

6. ERGONOMIE EN VEILIGHEID

6.1. Ergonomie

Uit eerder onderzoek naar werkhoudingen (De Brabander, 1985) blijkt dat de rug tijdens velling 60% van de totale werktijd statisch belast wordt. Bovendien is bekend uit onderzoek van o.a. Nguyen von Lai (1981) en Bloch (1984) dat de lichamelijke belasting bij velling hoog is. Geadviseerd wordt te streven naar vermindering van de fysieke belasting en zoveel mogelijk afwisseling van werkhouding. Bij het traditioneel ten val brengen van hangers wordt de rug extra zwaar belast. Dat geldt in de eerste plaats wanneer geen extra hulpmiddelen worden gebruikt, maar zeker ook wanneer een hefboom (topstuk) of de velhevel-kantelhaak ingezet worden. Bij gebruik van de velkar of het paard is die belasting aanzienlijk minder. Het paard vervangt de menselijke spierkracht geheel, de velkar, als gevolg van de hefboomwerking, maar gedeeltelijk.

Uit de tijdstudieresultaten (tabel 6) blijkt dat het ten val brengen van hangers met de traditionele methode gemiddeld ruim 40% van de cyclustijd in beslag neemt. Bij gebruik van het paard en de velkar is dit ongeveer een kwart. Wel verdubbelen de looptijden zich ten opzichte van de traditionele methode. Het manoeuvreren van de velkar is in een dichte opstand lastig. Assistentie van een paard vraagt gezien de gehanteerde werkmethode ook extra looptijd. Gebruik van paard en velkar resulteert dus in ieder geval in een kortere periode van zware fysieke belasting in vergelijking met de traditionele methode.

In een afzonderlijke opstand is getracht de fysieke (dynamische) belasting te bepalen met behulp van hartslagfrequentiemeting. Als gevolg van storingen door het optreden van lekspanning tussen elektroden en mogelijk ook via beïnvloeding van de opnameapparatuur door het inductieveld rond de kettingzaag, is deze poging mislukt. Cijfers zowel van de absolute als de relatieve belasting ontbreken daarom.

Tabel 6. Procentuele verdeling van gemiddelde tijden per opstand, methode en relatieve cyclustijd (traditioneel is 100)

opstand	methode	relatieve cyclus-tijd	procentuele verdeling		
			ten val brengen	lopen	vellen/snoeien
Borger					
	traditioneel	100	57	4	39
	paard	66	17	7	76
	velkar	64	26	10	64
Bruggelen					
	traditioneel	100	37	5	58
	velkar	85	24	10	66
Nijenhuis					
	traditioneel	100	55	3	42
	velkar	72	25	6	69

6.2. Veiligheid

Het ten val brengen van hangers is een activiteit die gemakkelijk leidt tot ongelukken (Harkonen, 1982). Dit heeft twee oorzaken: het valgedrag van een hanger is moeilijk te voorspellen en is daarnaast slecht beheersbaar. Uit vooronderzoek van "De Dorschkamp" blijkt dat hangers tijdens de val het beste te beheersen zijn als ze onderuitgetrokken worden tegengesteld aan de velrichting (hangrichting) met een zo laag mogelijk aangrijppunt. Inzet van de velkar en het paard zijn daarop gebaseerd. Ook de Tirfor en de velpan werken volgens dit concept. Het is bij deze methoden wel van groot belang zo mogelijk buiten het bereik van de stamvoet te blijven door schuin achter de stam te staan en niet in het verlengde van de stam te komen. Is dit toch noodzakelijk (velkar, velpan) dan moet de veller extra goed op het valgedrag letten: zodra de hanger los komt moet hij terzijde gaan staan. Bij gebruik van de velhevel-kantelhaak en een topstuk en bij toepassing van technieken zonder hulpmiddelen wordt niet getrokken maar geduwd. Vooral wanneer zonder hulpmiddelen wordt gewerkt leidt dit tot gevaarlijke situaties waarbij de veller zich in het bereik van de stam bevindt. De afbeeldingen 3 en 4 spreken voor zich.

Het werken met paarden is relatief veilig zolang goed getrainde dieren worden gebruikt. Wanneer in de directe nabijheid van paarden gezaagd wordt kan dit leiden tot schrikreacties van het paard. Daaruit kunnen ongelukken voortkomen.

7. DISCUSSIE

Het verschijnsel "hanger" is in dit onderzoek gekoppeld aan de toekomstbomenmethode. Hangers komen bij dunning volgens het toekomstbomenconcept procentueel vaker voor dan bij een reguliere hoogdunning waarbij ook onderstandig hout geveld wordt. Alhoewel in absolute zin het aantal hangers per ha voor beide methoden gelijk is, is de negatieve invloed van de hangers op de oogstkosten per ha dus bij de toekomstbomenmethode groter dan bij de hoogdunning. Bij dunning volgens het toekomstbomenconcept is de gemiddelde boominhoud van de dunningsbomen hoger dan bij hoogdunning. In het algemeen dalen de kosten per m^3 bij een toename van de boominhoud. Het zou interessant zijn om te onderzoeken of de daling van de kosten per m^3 als gevolg van een gemiddeld hogere boominhoud opweegt tegen de extra kosten die als gevolg van de hangers ontstaan. Indien dat niet zo is kunnen vraagtekens gezet worden bij het moment waarop men volgens deze methode gaat dunnen.

Het onderzoek heeft zich beperkt tot het ontwikkelen en bestuderen van hulpmiddelen en werkmethoden voor het ten val brengen van hangers in douglasopstanden van 20 tot 35 jaar oud. Voor hangers met een dbh beneden de 12 cm kan volstaan worden met traditionele technieken. Hangers met een dbh tussen 12 en 26 cm kunnen met een velkar ten val gebracht worden. Gebleken is dat de velkar in deze opstanden te prefereren is boven traditionele middelen en gebruik van het paard. Alhoewel de indruk bestaat dat in een ca. 30-jarige douglasopstand het zwaartepunt van het hangersprobleem ligt is het de vraag of voor oudere opstanden niet ook een hulpmiddel moet worden ontwikkeld. En voorzover deze aanwezig zijn (trekker/paard), hoe de arbeidsorganisatie zo efficiënt mogelijk ingericht kan worden.

8. CONCLUSIES

De eerste en tweede dunning van douglasopstanden jaar gaat gepaard met een groot aantal bomen dat tijdens de val blijft hangen: gemiddeld ca. 150 per ha. Voor het ten val brengen van hangers tot ca. 12 cm dbh zijn in het algemeen geen specifieke hulpmiddelen noodzakelijk. Hangers met een dbh tussen de 12 en de 26 cm kunnen het beste met een velkar ten val gebracht worden: in vergelijking met gebruik van de velhevel-kantelhaak, een hefboom (topstuk) en technieken zonder specifieke hulpmiddelen leidt dit tot een halvering van de valtijd van de hangers waardoor de vellingskosten gemiddeld ca. 30% dalen. Bovendien is de velkar veilig in gebruik en vergt hij weinig fysieke inspanning.

Het gebruik van een velpan moet worden afgeraden: het inzetbereik is te klein om bij de gebruikelijke diameterspreiding in eerste dunningen van douglas alle hangers ten val te kunnen brengen. Inzet van de Tirfor is voor regulier gebruik in dunningen te tijdrovend. Gebruik van een paard voor het ten val brengen van hangers is organisatorisch moeilijk. Er kon geen significant verschil in produktiviteit en kosten worden aangetoond tussen gebruik van het paard, velkar en traditionele methoden.

LITERATUUR

Bloch, G.W. 1984. Beiträge zur Analyse und Synthese eines Mensch-Maschine-Systems dargestellt am Beispiel der Motorsage. Mitteilungen Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, nr. 147. 195 p.

Brabander, P.T. de. 1985. Interimrapport betreffende onderzoek naar de fysieke belasting van de arbeiders Staatsbosbeheer. Rijks Geneeskundige Dienst, afdeling Arbeidshygiëne en Ergonomie, 's-Gravenhage. 65 p.

Handgeräte, Portalhebelkarre Sulky 500. Aus der Arbeit des FPA. 1987. Forsttechnische Informationen. Mitteilungsblatt Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik 39 (4). 1 p.

Härkonen, P. 1982. De motorkettingzaag. Bosschap, Den Haag. 65 p.

Hebelfallkarren "Münchehof". Aus der Arbeit des FPA. 1985. Forsttechnische Informationen. Mitteilungsblatt Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik 37 (4). 1 p.

Interim Normenboek Terreinbeheer. 1986. Normstelling en Planning, Staatsbosbeheer, Utrecht.

Kofman, P.D. 1980. Hulpmiddelen bij de velling. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 52 (9): 235-239.

Kleef, A.P. van. 1986. De motorzaag. Stichting Praktijkonderwijs en Leerlingwezen voor Bosbouw, Cultuurtechniek en Groene Sector, Arnhem. 122 p.

Lammerts van Bueren, E.M. & N.A. Leek. 1976. Begrippen en definities voor produktiviteitsmeting in de bos- en landschapsbouw. Nederlands Bosbouwtijdschrift 48(11): 225-228.

Lai, N. van. 1981. Kriterien zur Festsetzung von Erholzeiten bei der Holzernte nach EST-Standardarbeitsverfahren. Mitteilungen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Baden-Württemberg, nr. 100. 143 p.

Moser, O. 1980. Wirtschaftliche und ökologische Grenzen der mechanisierten Holzernte. Forsttechnische Informationen. Mitteilungsblatt Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik 32 (5). 4 p.

Schaafsma, A.H. & J.G. Cornelissen. 1986. Hulpmiddelen bij het uitslepen met het paard. Nederlands bosbouwtijdschrift 58 (3): 68-74.

Schaap, L. 1986. Algemene tijden van werkzaamheden in de bos- en landschapsbouw en het natuurbeheer. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 444. 53 p.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1.

Tabel 1. Gemiddelde waarden (gem) en standaardafwijking (sd) van de diameter op borsthoogte (dbh in cm), lengte werkhout (lwh in m) en inhoud (inh in m^3) van "hangers" per proefvlak/-methode in de opstanden Borger, Bruggelen en Nijenhuis.

opstand	proefvlak/ methode	parameter					
		dbh		lwh		inh	
		gem	sd	gem	sd	gem	sd
Borger							
	traditioneel	21	4.3	13.8	1.82	0.31	0.136
	paard	21	2.7	14.0	1.06	0.29	0.089
	velkar	20	5.0	13.6	2.10	0.26	0.141
Bruggelen							
	traditioneel	23	4.2	14.2	2.0	0.32	0.124
	velkar	21	3.7	14.4	1.6	0.30	0.114
Nijenhuis							
	traditioneel	19	2.8	12.5	1.58	0.21	0.060
	velkar	19	3.6	12.8	1.73	0.22	0.083

Tabel 2. Toetsing van steekproefvarianties en gemiddelde waarden van de diameter op borsthoogte (dbh in cm), lengte werkhout (lwh in m) en inhoud (inh in m^3 m.s.) van de "hangers" per proefvlak/methode in de opstanden Borger, Bruggelen en Nijenhuis op (on)gelijkheid. P-waarden voor F (variantie) en T (gemiddelden). Voor $p < 0.05$ geldt een significant verschil.

opstand	proefvlak/ methode	parameter					
		dbh		lwh		inh	
		p-F	p-T	p-F	p-T	p-F	p-T
Borger							
	traditioneel / paard	0.0584	0.8781	0.0865	0.8109	0.0614	0.5970
	traditioneel / velkar	0.7959	0.2208	0.5393	0.7165	0.4678	0.1738
	paard / velkar	0.2770	0.1936	0.0364	0.4851	0.4521	0.4248
Bruggelen							
	traditioneel / velkar	0.5624	0.0528	0.3008	0.8087	0.8410	0.3967
Nijenhuis							
	traditioneel / velkar	0.5304	0.8196	0.5535	0.5842	0.6303	0.4724

Uit tabel 2 kan geconcludeerd worden dat dbh, lwh en inh in de proefvlakken niet verschillen. De opstanden zijn blijkbaar vrij homogeen voor zover het genoemde parameters van de "hangers" betreft.

BIJLAGE 2.

Tabel 1. P-waarden bij T-toets op gemiddelden van de tijdwaarneming

opstand	methode	basistijd			
		cyclus	lopen	ten val brengen	vellen/snoeien
Borger					
	traditioneel/velkar	0.0301	0.3148	0.0164	0.8586
	velkar/paard	0.8576	0.5725	0.0614	0.4526
	traditioneel/paard	0.1408	0.2739	0.0069	0.3051
Bruggelen					
	traditioneel/velkar	0.0944	0.0309	0.0117	0.6050
Nijenhuis					
	traditioneel/velkar	0.0199	0.0863	0.0012	0.0425

BIJLAGE 3.

Berekening uurkosten velkar

werkgebied : bosbouw
machine/werktuig : velhulpmiddel
merk/type : velkar model "Dorschkamp"
nieuwwaarde : f 420,- excl. BTW
restwaarde : nihil

VASTE KOSTEN PER JAAR (A)

Afschrijving in 5 jaar	$\frac{\text{nieuwwaarde - restwaarde}}{\text{geschatte levensduur}}$		= f 84,-
Rente	$\frac{\text{nieuwwaarde + restwaarde}}{2}$	* 8%	= f 16,80
Verzekering (2% van de nieuwwaarde)			= f 8,40
Algemene kosten materiaalbeheer (1% van de nieuwwaarde)			= f 4,20
		Totaal (A)	= f 113,40

VARIABELE KOSTEN PER JAAR (B)

Onderhoud en reparatie 25% van de afschrijving		= f 21,-
	Totaal (B)	= f 21,-

Totale kosten per jaar (A) + (B) = f 134,40
Aantal draaiuren per jaar (C) is 40

Totale kosten van het werktuig per uur $\frac{(A) + (B)}{(C)}$ = f 3,36

Afgerond f 3,35

Opmerking: De berekening van de werktuigkosten is opgesteld op grond van richtlijnen van de werkgroep Machinekosten, onderdeel van de Raad voor Bedrijfskunde in de Landbouw en het Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp". Er bestaat nog onvoldoende ervaring met de velkar om scherp te kunnen calculeren.

BIJLAGE 4.

Tabel 1. Gemiddelde waarden (gem) en standaardafwijking (sd) van kosten in guldens per m^3 van "hangers" per proefvlak/methode in de de opstanden Borger, Bruggelen en Nijenhuis.

opstand	proefvlak/ methode	kosten in guldens	
		per m^3 m.s.	95% B-interval
Borger			
	traditioneel	41.35	27.80 - 54.95
	paard	32.95	20.10 - 45.75
	velkar	31.40	24.10 - 38.70
Bruggelen			
	traditioneel	30.10	25.60 - 34.70
	velkar	28.30	25.15 - 31.50
Nijenhuis			
	traditioneel	54.65	42.80 - 66.50
	velkar	37.30	33.20 - 41.45

De kosten in Borger verschillen tussen traditioneel en velkar significant, de rest verschilt niet:

- traditioneel / paard (p-F = 0.3107 p-T = 0.2758)
- traditioneel / velkar (p-F = 0.1031 p-T = 0.0301)
- paard / velkar (p-F = 0.8590 p-T = 0.4619)

De kosten in Bruggelen verschillen niet significant:

- traditioneel / velkar (p-F = 0.6107, p-T = 0.0944)

De kosten in Nijenhuis verschillen wel significant:

- traditioneel / velkar (p-F = 0.0016 p-T = 0.0199)

BIJLAGE 5.

Tabel 1. Vellingskosten van hangers voor de opstanden Borger, Bruggelen en Nijenhuis in guldens per m^3 met schors (m^3 m.s.), per boom en per hectare (ha), het percentage hangers (%) en het aantal gedunde bomen per ha.

opstand	proefvlak/ methode	%	gedund/ha	kosten in guldens		
				per m^3 m.s.	per boom	per ha
Borger		90	100			
	traditioneel			41.35	12.82	1154
	paard			32.93	9.55	860
	velkar			31.42	8.17	735
Bruggelen		64	100			
	traditioneel			30.12	9.94	636
	velkar			28.31	8.49	543
Nijenhuis		88	300			
	traditioneel			54.66	11.48	3031
	velkar			37.31	8.21	2167