

**DIETER FRANCISZEK GIEFING, RYSZARD HOŁOTA,
PIOTR STEFAŃSKI, JERZY ŚREDNICKI**

Badanie pracy przy podkrzesywaniu drzew — czasochłonność i wydajność

Studies on Tree Pruning Works-Time Consumption and Efficiency

Wstęp

W krajowej literaturze przedmiotu zwraca uwagę niedostatek opracowań z zakresu podkrzesywania drzew. Dostępne wyniki badań dotyczą podkrzesywania narzędziami nieprofesjonalnymi, czasem także nie zalecanymi do stosowania w praktyce (1, 2, 4). Jedyne badania z zastosowaniem profesjonalnej piły do podkrzesywania (typu Dauner) przeprowadzone zostały na stosunkowo niewielkiej liczbie drzew (8). Ze względu na ograniczony czas eksperymentu przedstawione wyniki nie uwzględniają niezbędnych przerw w pracy, wynikających zarówno ze znacznego obciążenia energetycznego niewielkich grup mięśni, jak i z monotonii, związanej ze szczególnie wysokim poziomem monotypowości ruchów.

Wydajność podkrzesywania jest w znacznym stopniu uzależniona od typu ugałęzienia drzew. Dlatego też opracowania literatury światowej (5, 3) nie powinny być przejmowane bez odpowiedniej ich weryfikacji dla polskich ekotypów sosny.

Celem prezentowanych badań było dokonanie analizy czasochłonności podkrzesywania drzew w lesie, realizowanego za pomocą najczęściej stosowanych w praktyce specjalistycznych pił ręcznych.

Metodyka

Badania nad podkrzesywaniem drzew piłami Bushman, Dauner i Hengst prowadzono w Nadleśnictwie Krucz w dwudziestoletnim drzewostanie sosnowym, w I kl. bonitacji, na siedlisku BMśw. Podkrzesywanie przeprowadzono w dwóch nawrotach w terminie spóźnionym. W pierwszym nawrocie usuwano gałęzie do wysokości 3 m — przy zastosowaniu piły Hengst z krótkim (85 cm) wysięgnikiem i 2,2 m — przy podkrzesywaniu drzew piłą Bushman i Dauner (bez wysięgnika). W drugim nawrocie podkrzesywano drzewa do

wysokości 5 m, osadzonymi na wysięgnikach piłami Hengst i Dauner. Wysokość podkrzesywania piłą Bushman na wysięgniku na ogół nie przekraczała 4,5 m. Modyfikacja przedziałów wysokości podkrzesywania drzew uwzględniała specyfikę budowy narzędzi pracy.

Na powierzchni 1 ha podkrzesywano 500–600 drzew. Do zabiegu wybierano egzemplarze o najlepszej pozycji biosocjalnej (z I i II klasy Krafta) i dobrej jakości strzały. Z podkrzesywanego drzewa usuwano najpierw gałęzie z prawej i lewej strony pnia na całej przewidzianej do podkrzesania części drzewa, następnie po przesunięciu się o 90° usuwano pozostałe gałęzie.

Oceny wydajności podkrzesywania drzew dokonano na podstawie fotografii dnia roboczego. Poszczególne kategorie czasu pracy określano z dokładnością do 1 sekundy. Przy określaniu kategorii czasu posłużono się schematem blokowym klasyfikacji czasu pracy maszyny (BN-76/9 195-01). W badaniach uwzględniono wszystkie zaistniałe sytuacje i czas ich trwania. Zarejestrowano 18 dni roboczych (6 dni pracy każdego z zatrudnionych robotników). Robotnicy (studenci niewyspecjalizowani w pracy przy podkrzesywaniu) pracowali po dwa dni każdą piłą.

W trakcie badań dodatkowo przeprowadzono pomiary pracy w czterdziestominutowych odcinkach czasu. Ich celem było określenie procentowego udziału czasu pracy efektywnej przy podkrzesywaniu drzew na wysokości: 0–1 m, 1–2 m, 2–3 m i 3–5 m oraz oceny wydajności podkrzesywania poszczególnych stref wysokościowych drzewa.

Wyniki badań

Średnia czasochłonność podkrzesywania sosen do wysokości 5 m w terminie spóźnionym była podobna, niezależnie od zastosowanej piły do podkrzesywania (tab. 1). Najmniejszy rzeczywiaty czas podkrzesywania odnotowano przy wykonywaniu zabiegu piłą Bushman (5,9 min/drzewo). Należy jednak zwrócić uwagę, że ze względu na małą sztywność i ograniczony zasięg wysięgnika (jego maksymalna długość wynosiła 3,6 m) wysokość podkrzesywania nie przekraczała na ogół 4,5 m. Pozostałymi wysięgnikami podkrzesywano drzewa do wysokości 5 m, w średnim czasie 6,7 min/drzewo.

Po wyeliminowaniu wpływu wysokości podkrzesywania na uzyskane wyniki, średni czas wykonania zabiegu piłą Bushman wynosił 6,6 min/drzewo (5 m). Należy jednak zaznaczyć, że dokonując przeliczeń, czas podkrzesywania drzew piłą Bushman powiększono o wartość przeciętnego czasu podkrzesywania 0,5 m odcinka pnia tą piłą. Jest to więc wartość nieco zaniżona, ponieważ czasochłonność podkrzesywania rośnie wraz z wysokością, na której wykonywany jest zabieg (tab. 2). Można zatem wyciągnąć wniosek, że czasochłonność prac przy obcinaniu gałęzi z drzew stojących nie jest zróżnicowana ze względu na rodzaj specjalistycznej piły zastosowanej do podkrzesywania.

Uzyskane wyniki badań porównywalne są z danymi prezentowanymi w literaturze przedmiotu. Hilf i Platzer (7) stwierdzili, że czas podkrzesywania 1-metrowego odcinka pnia z ziemi trwa około 1 minuty (dotyczy to oczywiście podkrzesywania bez wysięgników), natomiast z drabin około 2 minut. Podobny pogląd na wydajność podkrzesywania przed-

TABELA I

Wydajność podkrzesywania sosny w terminie spóźnionym piłami Bushman, Dauner i Hengst, określona na podstawie fotografii dnia roboczego

Typ piły	Wysokość podkrzesywania m	Liczba podkrzesanych drzew n	Średni czas podkrzesywania 1 drzewa		Średnia liczba podkrzesanych drzew na 1 godz.		Średni czas podkrzesywania 1 mb drzewa				
			(t ₁) min	(t ₁ +t ₂) min	(Σt ₁) min	(t ₁) n/h	(t ₁ +t ₂) n/h	(Σt ₁) n/h	(t ₁) min	(t ₁ +t ₂) min	(Σt ₁) min
Hengst	0,0-3,0	379	2,3	2,9	3,5	26,1	20,7	17,1	0,77	0,97	1,17
	3,0-5,0	436	1,9	2,6	3,2	31,6	23,1	18,7	0,95	1,30	1,60
	0,0-5,0	379/436	4,2	5,5	6,7	14,3	10,9	9,0	0,84	1,10	1,34
Dauner	0,0-2,2	488	1,9	2,5	2,9	31,6	24,0	20,7	0,86	1,14	1,32
	2,2-5,0	361	2,6	3,2	3,8	23,1	18,7	15,8	0,93	1,14	1,36
	0,0-5,0	488/361	4,5	5,7	6,7	13,3	10,5	9,0	0,90	1,14	1,34
Bushman	0,02-2,0	530	1,6	2,2	2,6	37,5	27,3	23,1	0,80	1,10	1,30
	2,0-4,5	417	2,3	2,8	3,3	26,1	21,4	18,2	0,92	1,12	1,32
	0,0-4,5	530/417	3,9	5,0	5,9	15,4	12,0	10,2	0,87	1,11	1,31
Przeciętnie	≈0,0-5,0		≈4,3	≈5,5	≈6,6	≈14	≈11	≈9	≈0,87	≈1,12	≈1,33

stawili Harlfinger i Bitter (6). Stwierdzili oni, że czas podkrzesywania jednego drzewa do wysokości 5 m nie przekracza 10 minut.

Według Gölera (5) efektywny czas podkrzesywania sosny do wysokości 5 m (1 + 2 stopień) w terminie spóźnionym wynosi 1,99 min. Uzyskana w cytowanych badaniach czasochłonność podkrzesywania była o połowę niższa niż w badaniach przedstawionych w niniejszej pracy. Według Gölera w czasie 1 godziny — już po uwzględnieniu wszystkich kategorii czasu pracy (Σt) — możliwe jest podkrzesywanie do wysokości 5 m 19 do 37 drzew, co jest sprzeczne z wcześniej cytowanymi oraz uzyskanymi w niniejszej pracy wynikami badań. Należy przypuszczać, że uzyskane przez Gölera wyniki pochodzą z obserwacji dokonanych w sosunkowo krótkim okresie i nie uwzględniają spadku wydajności pracy w następstwie zmęczenia i znużenia przy jej długotrwałym wykonywaniu.

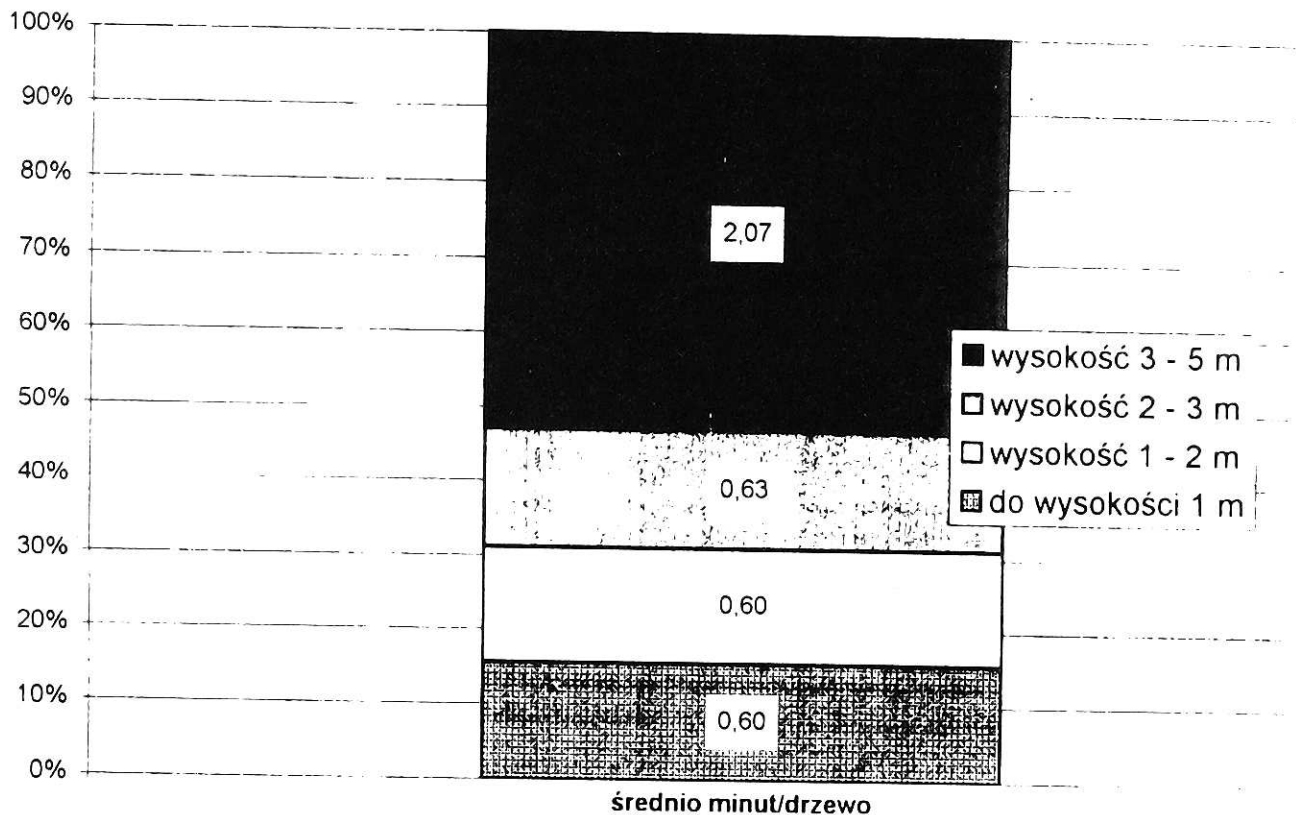
Podobnie krótki efektywny czas podkrzesywania drzew w lesie stwierdzono również w badaniach przeprowadzonych w Polsce. Określona na ich podstawie czasochłonność usuwania gałęzi z jednego drzewa do wysokości 2–2,5 m wyniosła od 54,6 do 87,5 s (1, 2, 4, 8). Była więc zbliżona do wyników badań uzyskanych przez Gölera. Należy tu jednak zaznaczyć, że w trakcie realizacji cytowanych badań nie przeprowadzono chronometrażu ciągłego dnia pracy. Przedstawione wyniki oparto na wrywkowych pomiarach czasu podkrzesywania pojedynczych drzew. Wyniki te są więc mało reprezentatywne dla oceny czasochłonności podkrzesywania w praktycznej realizacji tego zabiegu.

W tej sytuacji bardziej adekwatne wydaje się porównanie ich z danymi zamieszczonymi w tabeli 2. Pomiary do jej sporządzenia przeprowadzono w czasie nieprzerwanego, czterdziestominutowego podkrzesywania drzew. Po uwzględnieniu różnic wysokości podkrzesywania (2–2,5 m, 3 m i 5 m) stwierdzić można, że wyniki uzyskane przez cytowanych autorów są porównywalne.

Znajomość czasochłonności pracy efektywnej umożliwia jedynie w bardzo ograniczonym zakresie przewidywanie dziennej wydajności — szczególnie przy podkrzesywaniu drzew w lesie — charakteryzującym się znaczną monotonią, wynikającą głównie z monotypowości ruchów. Do zaplanowania czasu niezbędnego do przeprowadzenia podkrzesywania na określonej powierzchni należy więc wykorzystać czasochłonność podkrzesywania w rzeczywistym czasie pracy (Σt).

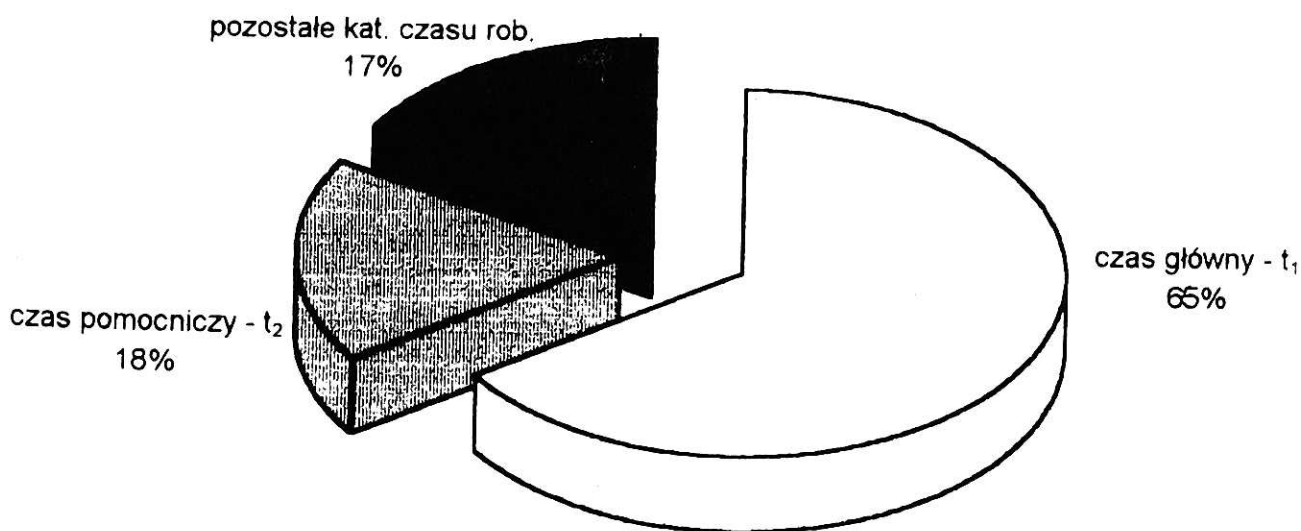
TABELA 2
Średni efektywny czas podkrzesywania drzew piłami Bushman, Dauner i Hengst dla kolejnych stref wysokościowych, określony na podstawie czterdziestominutowych cykli pracy

Typ piły	do wys. 1 m min/drzewo	wys. 1–2 m	wys. 2–3 m	wys. 1–3 m	wys. 3–5 m
Dauner	0,43	0,50	0,52	1,45	1,90
Bushman	0,55	0,47	0,54	1,56	1,82
Hengst	0,83	0,83	0,83	2,49	2,50
Średnio	0,60	0,60	0,63	1,83	2,07

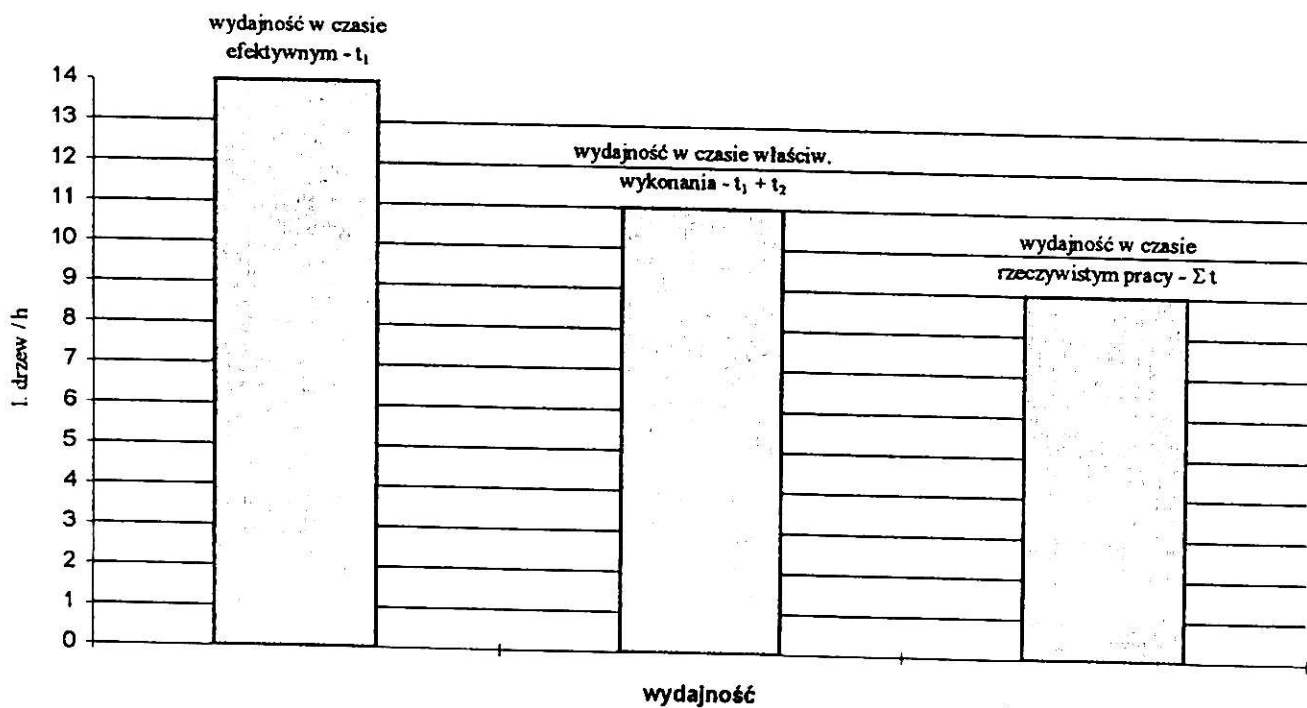


RYC. 1. Udział czasu pracy efektywnej piłami Bushman, Dauner i Hengst dla poszczególnych stref wysokościowych

Tak określona czasochłonność wskazuje na możliwość osiągania wydajności pracy na poziomie około dziewięciu drzew na godzinę (ryc. 1) i nieco ponad 70 drzew w czasie dnia pracy. Należy podkreślić, że zabieg realizowano w drzewostanie, w którym nie przeprowadzono czyszczeń późnych. Był on więc silnie zwarty i ugałęziony, co znacznie utrudniało poruszanie się w jego wnętrzu. Można zatem przypuszczać, że w przypadku podkrzesywa-



RYC. 2. Udział procentowy wybranych kategorii czasu roboczego przy podkrzesywaniu drzew piłami Bushman, Dauner i Hengst



RYC. 3. Godzinowa wydajność podkrzesywania sosen do wysokości 5 m piłami Bushman, Dauner i Hengst dla wybranych kategorii czasu roboczego

nia drzew bezpośrednio po wykonaniu cięć pielęgnacyjnych, możliwe będzie uzyskiwanie nieco wyższych wydajności.

Średni efektywny czas podkrzesywania jednego drzewa wynosił nieco ponad 4 minuty (tab. 1). Na pozostałe kategorie przypada więc 35% czasu pracy. Biorąc pod uwagę, że w tym 18% to czas pomocniczy (ryc. 2), uznać należy, że czas zmiany roboczej wykorzystany został prawidłowo.

Porównanie czasochłonności podkrzesywania (ryc. 3) trzymetrowego odziomkowego odcinka pnia z dalszym dwumetrowym (3–5 m) pozwala zauważyć, że czas wykonywania zabiegu w poszczególnych stopniach podkrzesywania jest bardzo podobny (I stopień podkrzesywania — 47%, II stopień 53%). Potwierdza to opinię, że wynagrodzenie za realizację poszczególnych stopni podkrzesywania powinno być jednakowe. Należy dodać, że zabieg realizowano w terminie spóźnionym, co sprzyja wzrostowi wydajności pracy w I stopniu podkrzesywania.

Uwagę zwraca także identyczny czas podkrzesywania piłą Hengst kolejnych jednometrowych odcinków pierwszego stopnia podkrzesywania. Piła ta nawet przy podkrzesywaniu odziomkowego odcinka pnia osadzona jest na krótkim wysięgniku. Umożliwia to podkrzesanie przez robotnika całego trzymetrowego odcinka pnia, w takiej samej — wygodnej z punktu widzenia ergonomii — pozycji ciała.

Podsumowanie

Podkrzesywanie specjalistycznymi piłami drzew w lesie zrealizowane przez niewyspecjalizowanych robotników charakteryzowało się czasochłonnością $t_1=4,3$ min, $t_1+t_2=5,5$ min

a $\Sigma t = 6,6$ min. Czasochłonność podkrzesywania drzew piłami Bushman, Dauner i Hengst nie była zróżnicowana ze względu na zastosowane narzędzie. Podobna jest także czasochłonność realizacji I (0–3 m) i II (3–5 m) stopnia podkrzesywania. Stanowiła ona odpowiednio 47% i 53% ogólnego czasu pracy.

W trakcie podkrzesywania drzew obcinanie gałęzi (t_1) zajęto 65% czasu roboczego (zmiany roboczej), przechodzenie i wyszukiwanie kolejnych drzew (t_2) 18%, natomiast pozostałe kategorie czasu roboczego 17%.

Wydajność pracy przy podkrzesywaniu drzew specjalistycznymi piłami, uzyskana w trudnych warunkach drzewostanowych przez niedoświadczonych robotników, umożliwiła podkrzesanie dziewięciu drzew do wysokości 5 m w ciągu godziny, tj. ponad 70 drzew w czasie dnia pracy. W przypadku realizacji jednego stopnia podkrzesywania (podkrzesywanie w terminach optymalnych) w czasie godziny podkrzesywano dwukrotnie więcej drzew.

Z uwagi na niewielką czasochłonność podkrzesywania, a w konsekwencji jego niskie koszty oraz znaczny przyrost wartości drewna podkrzesanych drzew, zabieg ten powinien być powszechnie zalecaną metodą podnoszenia jakości surowca drzewnego na pniu.

Literatura

1. **Bojkowski R. Kubrak J.** (1976): Analiza wydajności pracy przy podkrzesywaniu 12-letniego młodnika sosnowego. Praca magisterska — maszynopis, AR Poznań.
2. **Bukowski M.** (1991): Czasochłonność podkrzesywania sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w II a klasie wieku (drugie powtórzenie). Praca magisterska — maszynopis AR Poznań.
3. **Dummel G.** (1979): Rechtzeiten für Douglasienwertästung mit Baumvelo. Forstl. Versuchs-und Forschungsanstalt Bad. Württ., Freiburg, Int. Versuchsbericht, 12.
4. **Filoda J.** (1991): Czasochłonność podkrzesywania sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w II a klasie wieku (pierwsze powtórzenie). Praca magisterska — maszynopis AR Poznań.
5. **Göler v. Ravensburg R.** (1970): Die Wertästung der Kiefer in arbeitswirtschaftlicher Sicht. Dissertation, Hann. Münden.
6. **Harlfinger T., Bitter B.** (1972): Wertästung von Nadelbaumarten. Forstarchiv, 43, 1: 19.
7. **Hilf H. H., Platzer H. B.** (1939): Das Ästen der Kiefer IFFA — Merkbl. f. deutsche Waldarb. 42.
8. **Michalak W.** (1989): Badania nad wydajnością podkrzesywania sosny. Praca magisterska — maszynopis, AR Poznań.

Summary

Studies on tree pruning works; time consumption and efficiency

The national literature on the subject matter shows scarcity of reports concerning tree pruning works. Study results accessible for this domain concern pruning with non-professional tools, sometimes impracticable.

The goal of this work was to make an analysis of time consumption and work efficiency at forest tree pruning, executed most often using specialized hand saws.

There were carried out investigations on pruning of pines to the height of 5 m, using Bushman, Dauner, and Hengst saws. A delayed-term pruning was made using classic methods.

The pruning work efficiency of inexperienced workmen working in hard conditions allowed to prune 9 trees up to 5 m high per one hour, i. e. over 70 trees per workday. The number of pruned trees was two times greater if executing one-step pruning (in optimum terms).

Taking into account low performance costs of pruning, and a considerable increase of wood value effecting from this treatment, tree pruning should be a method generally recommended for rising the quality of raw wood produced.