

DARIUSZ ZASTOCKI, ALEKSANDER WALCZAK

Uszkodzenia drzew w górskich przedrębnych drzewostanach sosnowych

Tree damage in premature mountain Scots pine stands

ABSTRACT

Zastocki D., Walczak A. 2011. Uszkodzenia drzew w górskich przedrębnych drzewostanach sosnowych. Sylwan 155 (9): 642-650.

The aim of the study is to evaluate the selected methods and technological processes of wood harvesting used by Forest Service Enterprises and analyse the impact of the adopted solutions on the selected elements of the forest environment. The study is limited to a detailed analysis of the extent of damage to trees retained in stands caused by extraction during late thinning operations carried out under difficult mountain conditions. Analysed stands with pine as a dominant tree species (its percentage share exceeding 70%) aged 41-60 years and grew on the mountain forest habitat. Wood was harvested using the assortment method and skidded by the adapted farm tractors and specialized skidders, such as Kockums 812 and VFA.

KEY WORDS

mountain forests, stand damage, private forest firms

ADDRESSES

Dariusz Zastocki – e-mail: Dariusz.Zastocki@wl.sggw.pl
Aleksander Walczak

Katedra Użytkowania Lasu, SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

W Polsce około 6,9% powierzchni leśnej zajmują tereny górskie, charakteryzujące się odmiennym od warunków nizinnych sposobem prowadzenia gospodarki leśnej. Inną specyfiką działania wynika z różnorodnego ukształtowania terenu, nieregularnej sieci podziału przestrzennego, a także udziału siedliskowych typów lasu, co wymusza odmienny charakter gospodarowania lasami. W odróżnieniu od terenów nizinnych, gdzie stosowane są rębnie zupełne, w terenie górskim dominuje zagospodarowanie drzewostanów rębiami częściowymi i stopniowymi. Wpływa to na utrudnienia przy pracach pozyskaniowo-zrywkowych, począwszy od założenia szlaków zrywkowych, a na indywidualnym podejściu do ścińki każdego drzewa kończąc. Drewno zazwyczaj po okrziesaniu zrywane jest w całej długości do dolin, gdzie wykonywana jest manipulacja. Taki system pozyskiwania powoduje zwiększenie uszkodzeń drzew pozostających w drzewostanie. Jednocześnie podczas prac z zakresu pozyskania drewna dąży się do wykorzystania technologii ograniczających do minimum powstające w ekosystemie uszkodzenia (zranienia drzew, zagęszczenie gleby, emisja spalin i hałasu) [Putkisto 1986; Laurow 1990; Fröding 1992; Giefing 1992, 1995a]. Wielkość i rodzaj uszkodzeń powstających w drzewostanie podczas procesów prac pozyskaniowo-zrywkowych jest zależna od techniki prowadzonych cięć i rodzaju stosowanych maszyn. Technologie powinny być dostosowane do celu i funkcji gospodarstwa leśnego (ochronny, produkcyjny, rekreacyjny i inne), charakteru drzewostanu (wiek, skład, jakość), rodzaju gleb

leśnych (piaszczyste, gliniaste, pyłowe i inne), posiadanego wyposażenia technicznego i poziomu wykształcenia personelu oraz prężności ekonomicznej przedsiębiorstwa [Laurow 1994].

Wykonując prace z zakresu pozyskania i zrywki drewna staramy się, aby wybór technologii i środków do realizacji był poprzedzony analizą potencjalnych uszkodzeń środowiska leśnego, co pozwoli na wyeliminowanie technologii powodujących znaczne szkody w lesie. Jednakże dobór metod pozyskiwania drewna powinien zapewniać zarówno ekonomiczność produkcji, jak również trwałość i różnorodność ekosystemów leśnych oraz spełniać wymagania bezpieczeństwa pracy [Paschalis 1997a]. Dobór technologii zależy także w dużej mierze od posiadanego przez prywatne firmy leśne sprzętu. Stosowane technologie powinny się odznaczać wysoką wydajnością pracy, niskimi kosztami produkcji oraz minimalnym wpływem na środowisko leśne. W trakcie prac z zakresu pozyskania drewna dochodzi do powstania uszkodzeń drzew w pozostającym drzewostanie, których skutki są widoczne przez długi czas. Uszkodzenia drzew powstałe podczas pozyskania drewna w drzewostanach trzebieżowych mają wpływ na jakość techniczną drewna wielkowymiarowego i specjalnego, będącego głównym celem produkcyjnym.

Przyjęty model polskiego leśnictwa zakłada, że szereg operacji leśnych jest i będzie wykonywanych przez firmy działające na potrzeby leśnictwa, które nie są zarządzane bezpośrednio przez administrację leśną, co stwarza niebezpieczeństwo stosowania nieprzyjaznych dla środowiska leśnego procesów technologicznych. Należy pamiętać, iż możliwości wyboru modelu prowadzenia prac według zaprojektowanych systemów pozyskania drewna (miejsce wyrobu drewna oraz poziom techniki wykonywanych operacji) są praktycznie nieograniczone [Paschalis 1997b].

Użytkowanie lasu, a szczególnie pozyskiwanie surowca drzewnego, jest tym zakresem prac wykonywanych przez Zakłady Usług Leśnych (ZUL), gdzie kwalifikacja realizacji zadań przez Lasy Państwowe może być oceniana jako spełniająca lub niespełniająca zasad zrównoważonego rozwoju. Realizacja Polityki Leśnej Państwa oraz utrzymanie poziomu polskiego leśnictwa w trakcie transformacji ustrojowej i gospodarczej wymaga równoczesnej oceny jakościowej i ilościowej pracy świadczonej przez ZUL. W przypadku zatrudniania przy pozyskiwaniu drewna słabych ekonomicznie firm, dysponujących starym, zdezelowanym sprzętem i zatrudniających słabo wyszkolonych robotników, istnieje znaczna obawa, że rozwijany w świecie system sterowania i kontroli jakości może doprowadzić w przyszłości do tego, że przy stałych ocenach (kontrolach) uprawnionych jednostek certyfikujących leśnictwo, nasze leśnictwo może nie uzyskać certyfikatu. Tym samym produkty dostarczane przez leśnictwo polskie mogą być niezbywalne i przegrywać konkurencję z produktami innych krajów.

Ocena procesów technologicznych jest sprawą trudną, wymagającą zakrojonych na szeroką skalę badań, ponieważ wyżej wymienione kryteria mogą mieć różne znaczenie w stosunku do pełnionych przez dany las funkcji, jego ochrony, preferencji i wymagań lokalnych. Zasada trzech „E” może stanowić rozwiązanie tego problemu. Jest ocena danego procesu pod względem:

- ekologicznym (drzewostan, podszyt, gleba, emisje, wycofanie pierwiastków),
- ekonomicznym (czasochłonność, wydajność, koszty),
- ergonomicznym (obciążenia fizyczne, psychiczne, środowiskowe oraz zagrożenia zdrowia i życia).

Była ona już wykorzystywana w trakcie wcześniejszych badań [Giefing 1990, 1995a,b, 1996, 1998, 1999a, b; Giefing, Mana 1995; Erler 1999; Dimou 2000].

Dotychczasowa ocena jakości wykonania pozyskania i zrywki drewna ograniczała się jedynie do wymiaru ekonomicznego, natomiast ocena merytoryczna związana była ściśle z przedmiotem zleceń. W przypadku pozyskania samo potwierdzenie wykonania zlecenia nie może być warunkiem wystarczającym do przyjęcia wykonanej pracy.

Material i metody

Prace terenowe wykonano w drzewostanach trzebieżowych na terenie Nadleśnictwa Ustrzyki Dolne (RDLP Krosno). Powierzchnie badawcze zostały wybrane na podstawie obowiązującego planu cięć i zlokalizowane w drzewostanach o zbliżonym składzie gatunkowym (sosna minimum 70%), należących do III klasy wieku (41-60 lat) i rosnących na siedlisku lasu górskiego. W drzewostanach tych planowano wykonanie cięć pielęgnacyjnych trzebieży późnej.

Sformułowanie możliwie pełnego zestawu kryteriów oceny procesów technologicznych w świetle zasad trwałego i zrównoważonego leśnictwa nie jest łatwe, a trudność polega na odpowiednim uwzględnieniu funkcji lasu oraz potrzeb i oczekiwań społeczeństwa, właściciela lasu, usługodawcy i bezpośredniego wykonawcy prac. Do głównych celów zestawienia kryteriów oceny pozyskiwania drewna należeć powinny:

- określenie zestawu przedmiotów oddziaływania, przewidywanych skutków i warunków realizacji procesów technologicznych,
- dążenie do wszechstronnej oceny procesów technologicznych,
- uświadomienie stanu wiedzy i problemów badawczych wymagających rozwiązań.

Kierując się wyżej wymienionymi celami wyróżniono sześć podstawowych, wzajemnie powiązanych grup oceny procesów technologicznych pozyskania drewna: środowiskowe, zagospodarowania lasu, produktywności lasu, gospodarcze, warunków pracy oraz społeczne [Suwała 1998, 1999]. Badania w niniejszej pracy ograniczono do określenia stopnia uszkodzeń drzew pozostających na powierzchni po wykonaniu pozyskania drewna w drzewostanach trzebieżowych. Określono następujące cechy:

- liczbę drzew w poszczególnych klasach Krafra,
- stopień uszkodzenia drzew w drzewostanie,
- liczbę drzew uszkodzonych przy szlakach zrywkowych.

Klasyfikację Krafra stosujemy do charakterystyki stanowiska biosocjalnego drzew, czyli do określenia miejsca zajmowanego w strukturze pionowej drzewostanu względem drzew otaczających. Stwierdzony udział poszczególnych klas Krafra w ogólnej liczbie drzew na powierzchniach próbnych pozwala na ocenę poprawności wykonania zabiegu trzebieżowego.

Rozmiar uszkodzeń drzewostanu został określony procentem drzew uszkodzonych w stosunku do liczby drzew pozostających. Strukturę uszkodzeń, uwzględniając wielkość i głębokość ran, przedstawiono za pomocą trzystopniowej skali uszkodzeń [Zastocki 2002]:

- I stopień uszkodzeń, do którego zaliczono drzewa uszkodzone do $\frac{1}{8}$ obwodu strzały w miejscu ran,
- II stopień uszkodzeń, do którego zaklasyfikowano drzewa uszkodzone powyżej $\frac{1}{8}$ obwodu strzały w miejscu zranienia,
- III stopień uszkodzeń, do którego zaliczono drzewa uszkodzone do strefy drewna i z uszkodzeniem drewna.

Liczbę drzew uszkodzonych w odległości do 5 m od szlaku zrywkowego określono na podstawie obserwacji drzew pozostających w drzewostanie po obu stronach szlaków zrywkowych.

Na terenie objętym badaniami są stosowane najprostsze, klasyczne technologie pozyskiwania drewna oparte na systemie sortymentowym (SWS) i ręczno-maszynowym poziomie techniki. Niski jest stopień wyposażenia w pilarki spalinowe do ścinki i wyróbki drewna oraz konie i ciągniki rolnicze stosowane do prac leśnictwie lub ciągniki specjalistyczne wykorzystywane do zrywki.

Ścinkę i przerzynkę drewna wykonywano pilarką spalinową, a okrzesywanie – pilarką i siekierą. Ścinka odbywała się jednoosobowo i w zespołach dwuosobowych, gdzie pomocnik pomagał przy okrzesywaniu i układaniu drewna stosowego. Zrywkę drewna wykonywano ciągnikami rolniczymi przystosowanymi do prac zrywkowych oraz ciągnikami specjalistycznymi Kockums 812 lub LKT, które są podstawowym sprzętem używanym w trudnych warunkach górskich.

Po wykonaniu zabiegów trzebieżowych na każdej powierzchni badawczej założono próbnę powierzchnie kołowe o wielkości 0,04 ha (10% ogólnej powierzchni wydzielenia), na których wykonano pomiar pierśnic oraz przyporządkowano drzewa do poszczególnych klas Krafra (tab. 1). Następnie oceniono uszkodzenia drzew, za które przyjmowano zranienia strzały, załamania żywych gałęzi oraz rany korzenia danego drzewa, widoczne na powierzchni w obrębie jego szyi korzeniowej. Obserwacji pod względem uszkodzeń powodowanych podczas zrywki poddawano odcinek pnia na wysokość 4,1 m, którego jakość w dużej mierze decyduje o jakości technicznej całej dłużycy. Przydział drzewa do odpowiedniego stopnia uszkodzeń poprzedzany był pomiarem szerokości uszkodzenia, obwodu drzewa w miejscu zranienia i określeniem głębokości uszkodzenia (kory, łyka lub drewna). Na tej podstawie drzewa zostały przydzielone do odpowiedniego stopnia uszkodzenia. Nie brano pod uwagę uszkodzeń drzew powstających w czasie ścinki i obalania, które ograniczyły się jedynie do oblamywania pojedynczych pozostających gałęzi. Podczas zrywki większość uszkodzeń powstawała na pniach drzew do wysokości jednego metra oraz na szyi korzeniowej. Polegały one na obdarciu kory. Przy klasyfikowaniu przyjęto zasadę, że drzewo uszkodzone zalicza się tylko do jednego stopnia uszkodzeń, a decyduje o tym zranienie powodujące największe zagrożenie dla prawidłowego wzrostu i życia drzewa. Następnie pomierzono długości szlaków zrywkowych oraz miejsc przejazdów środków zrywkowych w badanych wydzieleniach, co pozwoliło na określenie liczby uszkodzonych drzew w odległości 5 m od szlaku zrywkowego lub miejsca przejazdu sprzętu zrywkowego.

Wyniki

Zgodnie z oczekiwaniem, drzewa panujące (II klasa Krafra) stanowiły największy odsetek spośród drzew pozostających w drzewostanie po zabiegu trzebieżowym (ryc.). Udział drzew górujących (I klasa Krafra) wyniósł 31,1% ogólnej liczby drzew pozostających. Drzewa współpanujące (III klasa Krafra) stanowiły znaczny odsetek w ogólnej liczbie drzew pozostających (20,9%). Udział drzew opanowanych (IV klasa Krafra) wynikający z tego, że ich usunięcie spowodowałoby nadmierne rozluźnienie zwarcia i luki w drzewostanie w pomierzonych drzewostanach, był najmniejszy i wyniósł 8,4% spośród drzew pomierzonych.

Najwięcej drzew uszkodzonych w drzewostanie pozostającym po wykonaniu zrywki drewna pozyskanego w cięciach trzebieżowych stwierdzono w oddziale 165a, gdzie wyniósł on 43,3% ogólnej liczby drzew pomierzonych. W tym przypadku do zrywki użyto ciągnika rolniczego, natomiast tak dużą ilość uszkodzonych drzew w drzewostanie można tłumaczyć pośpiechem w wykonaniu operacji zrywkowych podyktowanym względami ekonomicznymi i bardzo trudnymi warunkami terenowymi. Inną bardzo ważną przyczyną tak dużych uszkodzeń była niewystarczająca szerokość szlaków zrywkowych. W oddziałach 164a i 100b udział drzew uszkodzonych w wyniku zrywki ciągnikiem rolniczym kształtował się na podobnym poziomie i wyniósł odpowiednio 28,9 i 28,8%. Natomiast najmniejszy udział drzew uszkodzonych odnotowano przy zrywce konnej i ciągnikiem Kockums. Wynosił on 19,8% całkowitej liczby drzew pozostających po zabiegu (tab. 2).

Najwięcej drzew uszkodzonych i zaklasyfikowanych do I stopnia uszkodzeń stwierdzono w drzewostanach przedrębnych, a ich udział wyniósł od 37,0 do 73,7% ogólnej liczby drzew

Tabela 1.

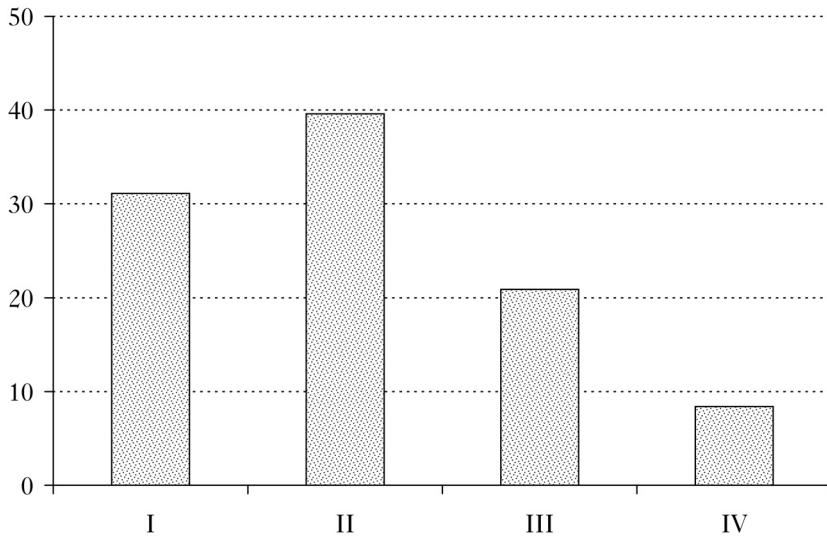
Skrócony opis taksacyjny badanych powierzchni
Short stand description of examined plots

Oddział	Powierzchnia [ha]	Skład gatunkowy	Wiek [lata]	Piersznica [cm]	Wysokość [m]	Bonitacja	Zwarcie	Zadrzewienie	Środek zrywkowy	Powierzchnie próbne [szt.]
100b	11,75	8 So 2 Jd	55 36	30 27	20	Ia I	przerywane	0,6	ciągnik rolniczy	30
140g	3,93	8 So 1 Md 1 Olsz	44 44 44	30 32 25	22 24 17	Ia I IIIa	przerywane	0,7	ciągnik rolniczy i zaprzęg konny	10
88c	6,96	7 So 3 Brz	44 44	30 34	18 18	Ia I,5	luźne	0,5	ciągnik Kockums i zaprzęg konny	18
164a	32,04	8 So 2 Jd	52 76	34 35	23 23	Ia I	przerywane	0,7	ciągnik rolniczy	81
165a	17,53	So	44	31	22	I	przerywane	0,6	ciągnik rolniczy	44

Tabela 2.

Wpływ rodzaju zrywki na uszkodzenia drzewostanu (stosowany system sortymentowy)
Effect of the type of skidding (assortment system) on stand damage

Oddział	Rodzaj zrywki	Wiek	Uszkodzenia [%]		
			I stopień	II stopień	III stopień
164a	zrywka ciągnikiem rolniczym	52	52,9	25,7	21,4
165a	zrywka ciągnikiem rolniczym	44	50,7	24,9	24,4
140g	zrywka ciągnikiem rolniczym i konna	44	73,7		26,3
88c	zrywka ciągnikiem Kockums i konna	44	61,1	16,7	22,2
100b	zrywka ciągnikiem rolniczym i Kockums	55	37,0	27,2	35,9
					ogółem
					28,9
					43,3
					24,1
					19,8
					28,8



Ryc.

Udział drzew w klasach Krafta
Frequency of trees in Kraft's classes

Tabela 3.

Liczba uszkodzonych drzew przy szlakach zrywkowych
Number of injured trees along skidding trails

Oddział	Suma uszkodzonych drzew [szt.]	Suma pomierzonych długości dróg [m]	Liczba uszkodzonych drzew [szt./100 m]
164a	252	1400	18
165a	160	800	20
140g	147	1100	13
88c	240	2000	12
100b	338	1800	19

uszkodzonych pozostających po zabiegu trzebieżowym. Natomiast udział drzew uszkodzonych do strefy drewna i z uszkodzeniem drewna, które zostały zaklasyfikowane do III stopnia uszkodzeń, wyniósł od 21,4 do 35,9% liczby drzew uszkodzonych. Na badanych powierzchniach liczba drzew uszkodzonych do 5 m od szlaków była najmniejsza w oddziale 88c i wyniosła 12 szt./100 m szlaku operacyjnego. Natomiast najwięcej takich drzew stwierdzono w oddziale 165a, w którym na 100 m szlaku zrywkowego zanotowano 20 uszkodzonych drzew. Można to tłumaczyć słabym udostępnieniem drzewostanów do środków zrywkowych, stosowaniem niedopasowanych technologii i pośpiechem w wykonaniu operacji zrywkowych (tab. 3).

Dyskusja

Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że nie jesteśmy w stanie wyeliminować szkód powstałych w wyniku prac zrywkowych w pozostającym drzewostanie. Tak w drzewostanach górskich, jak i na terenie nizinym wielkość uszkodzeń jest zależna głównie od wieku drzewostanu, liczby drzew na hektarze, ukształtowania terenu oraz występowania i szerokości szlaków zrywkowych. Duże uszkodzenia spowodowane są uwarunkowaniami technicznymi, takimi jak pro-

mień skrętu ciągnika z ładunkiem czy wielkość jednorazowego ładunku. Zauważone w trakcie badań kierunki zwiększania się liczby uszkodzeń drzew wraz ze wzrostem poziomu techniki prac zrywkowych są zgodne z obserwacjami innych badaczy [Paschalis, Porter 1994; Porter 1997; Suwała 1999] i spowodowane głównie złą jakością wykonania prac zrywkowych i niedopasowaniem rodzaju środka zrywkowego do charakteru (liczba drzew, rodzaj zrywanego sortymentu itp.) drzewostanu oraz słabym wyszkoleniem osób obsługujących pojazdy. Jednakże należy podkreślić, iż względy środowiskowe wymuszają stosowanie techniki na wyższym poziomie przy pracach zrywkowych. Jeżeli zostanie poprawiona technologia i jakość wykonywanych prac, to wpłynie to pozytywnie na zdrowotność drzew pozostających po zabiegu w drzewostanie. Obecnie nie oblicza się pełnych kosztów pozyskiwania drewna, a jedynie wydatki ponoszone przez właścicieli na wykonanie określonych operacji. W procesach pozyskiwania drewna w zrównoważonym leśnictwie należałoby wliczyć do kosztów pozyskiwania surowca drzewnego skutki uszkodzeń środowiskowych, niekorzystny wpływ operacji na zdrowie robotników, straty spowodowane spadkiem przyrostu i inne. Rany głębokie odsłaniające bądź naruszające powierzchnie drewna są najgroźniejsze dla pozostających drzew, ponieważ stanowią najłatwiejsze miejsce infekcji grzybów powodujących zgniliznę drewna oraz miejsce ataku owadów ksylofagicznych, co może prowadzić do obniżenia możliwości produkcyjnych i stanu sanitarnego drzewostanu. Uszkodzenia powstałe w pozostających drzewostanach należy tłumaczyć pośpiechem w wykonywaniu operacji zrywkowych, podyktowanym względami ekonomicznymi.

Wnioski

- ✦ Na wielkość uszkodzeń drzew pozostających w drzewostanie podczas prac zrywkowych wpływ ma rodzaj zastosowanego środka zrywkowego, a największy udział drzew uszkodzonych w pozostającym drzewostanie stwierdzono na powierzchni, gdzie zrywkę wykonano ciągnikiem rolniczym (43,3% całkowitej liczby drzew pozostających w drzewostanie). Natomiast najmniej drzew uszkodzonych było podczas zrywki konnej i ciągnikiem specjalistycznym Kockums, kiedy to drewno było podciągane do ciągnika (19,8% drzew pozostających po zabiegu trzebieżowym).
- ✦ Wśród drzew uszkodzonych dominują drzewa w pierwszym stopniu uszkodzeń (drzewa uszkodzone do $\frac{1}{8}$ obwodu strzały w miejscu ran), a ich udział wynosi od 37,0 do 73,7% drzew uszkodzonych. Natomiast uszkodzeń w trzecim stopniu uszkodzeń (uszkodzenia drewna i do drewna) stwierdzono od 21,4 do 35,9% liczby drzew uszkodzonych, co w przyszłości będzie rzutować na zdrowotność drzewostanów oraz na jakość techniczną drewna.
- ✦ Należy dążyć do maksymalnego ograniczenia szkód, zlecając wykonanie prac zrywkowych doświadczonemu personelowi, kontroli wykonania prac służbie leśnej oraz odpowiednie udostępnienie drzewostanów szlakami zrywkowymi.

Literatura

- Dimou V. 2000. Bewertung verchieder Holzernteverfahren in Griechenland. Tagungsband „Sektion Forsttechnik“ Freising, Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft E3/1-4.
- Erler J. 1999. Entscheidungsorientierte Modell zur Bewertung forstlicher Arbeitsverfahren. Zusammenkunft der Sektion „Forsttechnik“ des Verbandes Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten, Freiburg, 45-48.
- Fröding A. 1992. Bestandsskador vid gallring, SLU Garpenberg.
- Giefing D. F. 1990. Wpływ technologii pozyskiwania i transportu drewna w cięciach przedrębnych na szkody i jakość techniczną pozostających drzewostanów sosnowych. SGGW-AR 24: 77-85
- Giefing D. F. 1992. Pozyskiwanie drewna a ochrona środowiska. Materiały z konferencji „Stan i perspektywy trwałego użytkowania lasu w Polsce”, Warszawa. 84-91.

- Giefing D. F. 1995a. Badania nad opracowaniem proekologicznych procesów pozyskiwania drewna. Materiały z konferencji „Model optymalnych dla środowiska procesów pozyskiwania drewna”, Warszawa. 52-60.
- Giefing D. F. 1995b. Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko. Część 1. Uszkodzenia drzew. Sylwan 139 (6): 55-52.
- Giefing D. F. 1996. Badania procesów technologicznych pozyskiwania drewna. Zastosowania ergonomii 2-3: 143-148.
- Giefing D. F. 1998. Pozyskiwanie drewna a bilans CO₂ w atmosferze. W: Paschalis P. [red.]. Użytkowanie lasu i problemy regulacji użytkowania lasu w Polsce. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa. 33-36.
- Giefing D. F. 1999a. Kryteria oceny i doboru procesów technologicznych w leśnictwie. W: Różański H. [red.]. Tendencje i problemy mechanizacji prac leśnych w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Wyd. Drukarnia „Produkt”, Poznań. 17-24.
- Giefing D. F. 1999b. Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko. Część 2. Gleby. Sylwan 143 (6): 91-100.
- Giefing D. F., Mana M. 1995. Uszkodzenia drzew w następstwie prowadzenia cięć przedrębnych w drzewostanach bukowych. PTPN – Pr. Kom. Nauk Leśnych 80: 43-48.
- Laurow Z. 1990. Podstawy leśnej inżynierii ekologicznej – bezpieczne technologie leśne. Synteza III podprogramu CPBP 04.10.07. Optymalne środowiskowo metody pozyskiwania drewna na zrębach zupełnych w drzewostanach sosnowych. Wyd. SGGW.
- Laurow Z. 1994. Proekologiczne technologie pozyskania drewna w trzebieżach. Synteza wyników badań. Umowa z KBN nr PB 1092/6/91
- Paschalis P. 1997a. Założenia i zasady użytkowania lasu w trwałej i zrównoważonej gospodarce leśnej. Maszynopis projektu na zlecenie Departamentu Leśnictwa w MOŚZNiL.
- Paschalis P. 1997b. Założenia do zasad użytkowania lasu w koncepcji trwałego i zrównoważonego gospodarowania lasami. Sylwan 141 (1): 49-56.
- Paschalis P., Porter B. 1994. Próba oceny uszkodzeń drzew w wyniku prac zrywkowych w sosnowych drzewostanach przedrębnych. Sylwan 138 (9): 17-21.
- Porter B. 1997. Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Putkisto K. 1986. Biological consequences of mechanized timber harvesting. FAO.
- Suwała M. 1998. Kryteria i oceny procesów technologicznych pozyskiwania drewna w trwałej i zrównoważonej gospodarce leśnej. Materiały sympozjum „Użytkowanie lasu i problemy regulacji użytkowania lasu w Polsce”, Wydawnictwo „Rozwój SGGW”, Warszawa. 101-106.
- Suwała M. 1999. Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskaniu drewna w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. Prace Inst. Bad. Leśn. Ser. A 873: 1-86.
- Zastocki D. 2002. Analiza kryteriów i wskaźników zrównoważonego użytkowania lasu przy pozyskaniu drewna przez zakłady usług leśnych. Maszynopis. Katedra Użytkowania Lasu SGGW.

SUMMARY

Tree damage in premature mountain Scots pine stands

In the framework of forest management, a number of silvicultural operations are performed (e.g. cleaning and thinning) to create the most favourable conditions for further tree development. All the operations performed are part of the process of forest utilisation, and this is inseparably linked with skidding. Forest management in mountain forests is very specific, *inter alia* because of the diverse terrain and irregular spatial division of administrative units, which requires a different manner of forest management with the application of regular and irregular shelterwood cutting systems. This hinders the harvesting-skidding process, starting from the establishment of skidding trails and ending with an individual approach to the felling of each tree. All these treatments should ensure that the technologies used in timber extraction will limit to a minimum the damage caused to the ecosystem (tree wounds, soil compaction, harmful emissions and noise) and at the same time should be characterised by high productivity and low production costs.

The damage occurred during skidding to the retained trees, consisting of direct damage to the wood of the trees in thinned stands affect the commercial quality of large-sized and special

wood being the main production target. However, the damage caused by skidding is inevitable due to the nature of the work performed in a specific place – the forest.

The extent of damage to trees retained during timber extraction depends on the applied skidding equipment. In this case, the lowest percentage of injured trees retained in the stand was recorded if skidding was performed by a specialist skidder Kockums and by horse, where the logs were dragged to the tractor, while the largest percentage – if a farm tractor was used.

However, attempts should be made to minimise tree damage by all possible means, including outsourcing of the skidding operations to experienced staff, monitoring of work implementation by forest service or providing access to stands via skidding trails.