

# Uszkodzenia drzew i odnowienia w wyniku trzebieży wczesnych w wybranych drzewostanach jodłowych

Arkadiusz Stańczykiewicz, Dariusz Kulak

**Abstrakt.** Badania zostały przeprowadzone w drzewostanach jodłowych młodszych klas wieku, w których zrealizowano trzebieże wczesne selekcyjne z wykorzystaniem technologii na poziomie ręczno-maszynowym (pilarka, ciągnik rolniczy BELARUS z przyczepą samozaładowczą PATRUUNA 7 – technologia PC) oraz maszynowym, częściowo zautomatyzowanym (harwester TIMBERJACK 870B, ciągnik rolniczy ZETOR z przyczepą samozaładowczą FARMI 90 – technologia HC). W obu technologiach cięcia zrealizowano w ramach systemu drewna krótkiego, w pełni okresu wegetacyjnego.

W przypadku technologii ręczno-maszynowej poziom uszkodzeń drzew ukształtował się w przedziale 1,7–2,4% (łącznie 2,0%). Zinventaryzowane na drzewach zranienia rozmieszczone były w przedziale wysokości od 0,05 do 0,6 m, a średnia powierzchnia wyniosła 24 cm<sup>2</sup>. Natomiast w przypadku technologii maszynowej uszkodzenia odnotowano na 3,4–3,7% (łącznie 3,5%) drzew. Zinventaryzowane rany rozmieszczone były w przedziale wysokości od 0,7 do 1,6 m, a średnia powierzchnia wyniosła 80 cm<sup>2</sup>.

W warstwie odnowienia uszkodzenia na poziomie 5,9%, stwierdzono jedynie w przypadku technologii ręczno-maszynowej. Wśród uszkodzonych egzemplarzy dominowały drzewka ze złamaniami oraz odchylone od pionu i ze zderciami kory.

**Słowa kluczowe:** pilarka, harwester trzebieżowy, ciągnik rolniczy z przyczepą samozaładowczą, teren pochyły.

**Abstract. Damage to trees and advance growth resulting from early thinnings in selected fir stands.** The research was located in young fir stands, where early selective thinning was carried out by means of manual-machine technology (chain saw, BELARUS farm tractor with self-loading PATRUUNA 7 trailer – technology PC) as well as machine, partly automated technology (TIMBERJACK 870B harvester, ZETOR farm tractor and FARMI 90 self-loading trailer – technology HC). In both technologies, cutting was carried out by means of CTL (cut-to-length) system, during vegetation period. In the case of manual-machine technology, the level of tree damage reached the range 1.7–2.4% (2.0% in total). The identified damage to trees was located at the height between 0.05 and 0.6 m and its average area was 24 cm<sup>2</sup>. In the case of machine technology, on the other hand, damage reached the level of 3.4–3.7% (3.5% in total). The inventoried damage was situated at the height of 0.7–1.6 m and its mean area was 80 cm<sup>2</sup>. Tree damage to regeneration layer (5.9%) were observed only in the case of manual-machine technology. The most common type of damage to specimens were broken side-branches and out of plumb and/or torn off bark.

**Key words:** chainsaw, thinning harvester, farm tractor with self-loading trailer, steep terrain.

## Wstęp

Według szacunków w ostatnim okresie spośród ponad 37 mln m<sup>3</sup> drewna pozyskanego w naszym kraju (GUS 2012) około 10% pozyskano z wykorzystaniem technologii maszynowych bazujących na różnego typu harwesterach i zrywce podwieszanej. Ponadto niemal całość drewna pozyskanego maszynowo pochodzi z drzewostanów sosnowych wzrastających na terenach nizinnych (Moskalik 2002, Zastocki 2003, Głazar i Maciejewska 2009, Karaszewski et al. 2013). Pozostała część drewna jest pozyskiwana (szczególnie w górach) tradycyjnymi technologiami wykorzystującymi przede wszystkim pracę ręczną oraz zrywkę półpodwieszoną lub wleczoną (Szewczyk 2010, Sadowski et al. 2012). Ponadto w krajowym piśmiennictwie dotyczącym wpływu technologii pozyskiwania drewna na niektóre elementy środowiska leśnego, zauważalny jest niedobór informacji na temat wyników badań zrealizowanych w drzewostanach jodłowych lub świerkowych (Suwała i Rzadkowski 2001, Porter i Strawa 2006).

W związku z powyższym celem niniejszej pracy było określenie poziomu oraz charakteru uszkodzeń drzew i odnowienia naturalnego, które powstały w wyniku pozyskania i zrywki drewna w drzewostanach jodłowych podczas selekcyjnych trzebieży wczesnych.

Zakres badań obejmował porównanie dwóch technologii prac – najrzadziej stosowanej w polskich lasach górskich technologii na poziomie maszynowym oraz coraz powszechniej stosowanej ręczno-maszynowej technologii ze ścinką i obróbką ręczną oraz zrywką ciągnikami rolniczymi z przyczepami.

Wyniki zaprezentowane w niniejszej pracy stanowią rezultat jednego z niewielu na skalę krajową doświadczenia przeprowadzonego z inicjatywy pracowników terenowych Administracji Lasów Państwowych z Nadleśnictwa Gorlice położonego w obrębie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie, na którego terenie dominują drzewostany jodłowe.

## Metodyka

### Metodyka prac terenowych

Pozyskanie drewna z wykorzystaniem harwestera i ciągnika z przyczepą przeprowadzono na terenie Leśnictwa Konieczna (założono dwie badawcze powierzchnie manipulacyjne – 49°28'20" N, 21°18'30" E; 596–655 m n.p.m). Natomiast pozyskanie ręczno-maszynowe przy pomocy pilarki i ciągnika z przyczepą zrealizowano na terenie Leśnictwa Owczary (założono dwie badawcze powierzchnie manipulacyjne – 49°36'59" N, 21°10'44" E; 397–435 m n.p.m). Cięcia przeprowadzono w pełni okresu wegetacyjnego. Ogólną charakterystykę drzewostanów z powierzchniami badawczymi przedstawiono w tabeli 1.

W celu określenia poziomu szkód w wyniku pozyskania drewna w pozostającym drzewostanie głównym oraz istniejącym pod nim odnowieniu, badania przeprowadzono w dwóch etapach. Na pierwszym etapie w wybranych losowo fragmentach drzewostanów, w obrębie badawczych powierzchni manipulacyjnych wielkości 0,5 ha (50×100 m wzdłuż szlaków zrywkowych), założono siatkę kwadratów o boku 12,5 m. W punktach przecięcia siatki zlokalizowano półarowe powierzchnie kołowe o promieniu 3,99 m, które pokrywały łącznie 32% każdej powierzchni manipulacyjnej. Na powierzchniach kołowych dokonano inwentaryzacji drzew i odnowienia przed cięciami. Grupę drzew stanowiły wszystkie egzemplarze

**Tab. 1.** Charakterystyki drzewostanów na powierzchniach badawczych  
*Table 1. Stand characteristics on research plots*

Leśnictwo Oddział	Technologia	Powierzchnia (manipulacyjna) [ha]	Skład gatunkowy	Wiek [lata]	Wskaźnik zadrzewienia	Zasobność [m <sup>3</sup> ×ha <sup>-1</sup> ]	Intensywność trzebieży [%]
Konieczna 144c	TIMBERJACK 870B	6,16 (3,70)	5Jd3Sw2Bk	31–41	0,9	39	30,8
	ZETOR + FARMI 90						
Owczary 290a	HQV 457XP	28,44 (7,50)	9Jd1Jw	25–45	1,1	151	14,9
	BELARUS + PATRUUNA 7						

o pierśnicy powyżej 7 cm. Do grupy odnowienia zaliczono naloty w wieku powyżej dwóch lat oraz podrosty złożone z drzewek głównych gatunków lasotwórczych i domieszkowych o pierśnicy poniżej 7 cm. Ponadto zinwentaryzowane odnowienie zakwalifikowano do trzech grup pod względem wysokości: do 0,5 m (niskie), do 0,5 do 4 m (średnie) oraz powyżej 4 m (wysokie).

W efekcie przeprowadzonych prac terenowych założono 4 badawcze powierzchnie manipulacyjne i trwale oznaczono 128 powierzchni kołowych, na których zinwentaryzowano ponad 1000 drzew oraz ponad 200 drzewek w piętrze odnowienia.

Na drugim etapie, tj. bezpośrednio po zakończeniu trzebieży określano rozmiar i charakter uszkodzeń na drzewach i w młodym pokoleniu. Na uszkodzonych drzewach pozostałych po zabiegu dokonywano pomiaru wysokości położenia zranień na pniach oraz ich wymiarów liniowych (pionowo – długość, poziomo – szerokość), a także obwodu pnia w miejscach wystąpienia ran. Parametry ran położonych powyżej 2 m szacowano wzrokowo. Ponadto określano stopień uszkodzenia drzew (uszkodzenie do warstwy łyka lub uszkodzenie drewna), m.in. w celu uzyskania informacji nt. ilości zranień tzw. „bardziej dotkliwych” (Suwała 1999). W stosunku do odnowienia użyto stosowaną od kilku lat w Katedrze Użytkowania Lasu i Drewna klasyfikację uszkodzeń (Sowa i Stańczykiewicz 2005, 2007; Stańczykiewicz 2006, 2010), którą do celów niniejszego opracowania uproszczono, wyróżniając trzy klasy uszkodzeń (drzewka zniszczone, ze złamaniami oraz ze zdartą korą i/lub odchylone od pionu).

Pozyskanie drewna przeprowadzono technologiami w ramach systemu drewna krótkiego.



Fot. 1, 2. Harwester trzebieżowy TIMBERJACK 870B (fot. R. Stolarski)  
*Photo 1, 2. Thinning harvester TIMBERJACK 870B*

Technologia z harwesterem TIMBERJACK 870B oraz zrywką ciągnikiem rolniczym ZETOR z przyczepą samozaładowczą FARMY 90.

W tej technologii harwester trzebieżowy (fot. 1 i 2) ścinał i obalał drzewa oraz obrabiał drewno, poruszając się po szlakach zrywkowych szerokości około 3 m, które w części były wycinane na bieżąco podczas pracy w odległości 15–20 m od siebie. Drewno wyrabiane było w postaci wałków długości 2,0 m i składowane w nieregularne stosy przy szlakach zrywkowych. Zrywkę surowca prowadzono ciągnikiem rolniczym z przyczepą samozaładowczą w dół stoku, prostopadle do warstwicy. Na powierzchniach manipulacyjnych nachylenie stoku wynosiło 8–15° (14–27%). W dalszej części pracy opisywana technologia będzie przedstawiana za pomocą skrótu HC.

#### **Technologia ze ścinką i obróbką drewna pilarką oraz zrywką ciągnikiem rolniczym BELARUS z przyczepą samozaładowczą PATRUUNA 7**

W tej technologii ścinkę drzew, okrzesywanie i przerzynkę drewna na wałki o długości 2,0 m realizował pilarz. Zrywkę drewna po szlakach zrywkowych I i II rzędu szerokości 2,5–3,5 m, oddalonych od siebie o około 25–40 m, prowadzono podobnie jak w poprzedniej technologii. Część wyrobionego drewna była donoszona ręcznie w bezpośrednie sąsiedztwo szlaków zrywkowych. Prace zrywkowe realizował ten sam operator, który pracował w ramach technologii z harwesterem. Na powierzchniach manipulacyjnych nachylenie stoku wynosiło około 10° (18%). W dalszej części pracy opisywana technologia będzie przedstawiana skrótem PC.

## Metodyka prac obliczeniowych

W oparciu o wyniki badań opublikowane przez Butorę i Schwagera (1989) powierzchnie zranień powstałych wskutek pozyskiwania na drzewach obliczono za pomocą wzorów na pole elipsy lub prostokąta w zależności od zidentyfikowanego ich kształtu. W przypadku odnowienia odsetek szkód w poszczególnych klasach uszkodzeń liczony był w stosunku do liczby zinwentaryzowanych sztuk przed zabiegiem.

W przypadku badań wpływu zastosowanych technologii prac na drzewa postawiono hipotezy  $H_0$  zgodności rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym dla następujących zmiennych losowych:

- powierzchni ran powstałych na drzewach pozostających po zabiegach,
- wysokości położenia zranień na pniach drzew.

Weryfikację statystyczną powyższych  $H_0$  oparto o test W Shapiro-Wilka.

W celu określenia istotności różnic między parametrami zranień przyjęto hipotezę  $H_0$  o równości średnich powierzchni ran i wysokości ich położenia na pniach, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Ustalono, że w przypadku występowania zgodności rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym do weryfikacji  $H_0$  zastosowany zostanie test t-Studenta. W sytuacji stwierdzenia braku normalności, test Manna-Whitneya.

## Wyniki

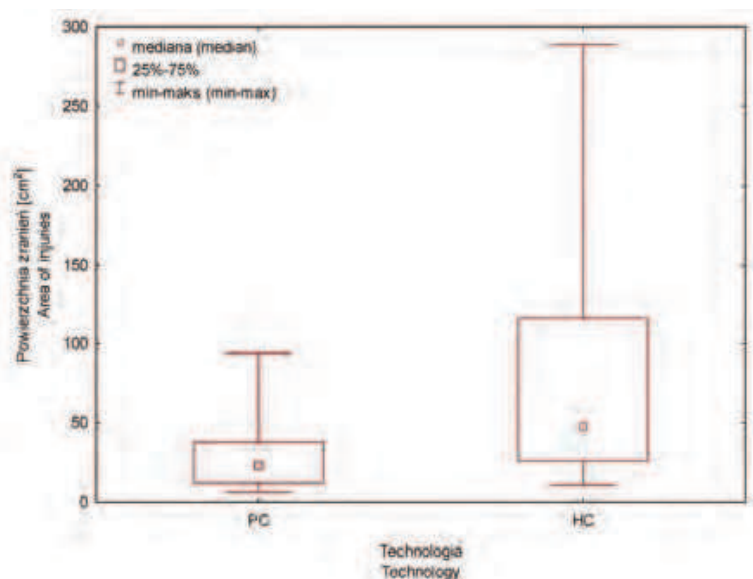
Wyniki testu Shapiro-Wilka nie wykazały zgodności rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym w przypadku powierzchni ran powstałych na drzewach [ $S-W_{PC} - W = 0,816$  ( $p = 0,015$ );  $S-W_{HC} - W = 0,805$  ( $p = 0,003$ )]. W związku z tym testowanie istotności różnic oparto o analizę testem Manna-Whitneya. W przypadku wysokości położenia zranień test Shapiro-Wilka wskazał zgodność rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym [ $S-W_{PC} - W = 0,929$  ( $p = 0,405$ );  $S-W_{HC} - W = 0,972$  ( $p = 0,873$ )]. Dlatego testowanie istotności różnic przeprowadzono w oparciu o test t-Studenta.

## Uszkodzenia drzew

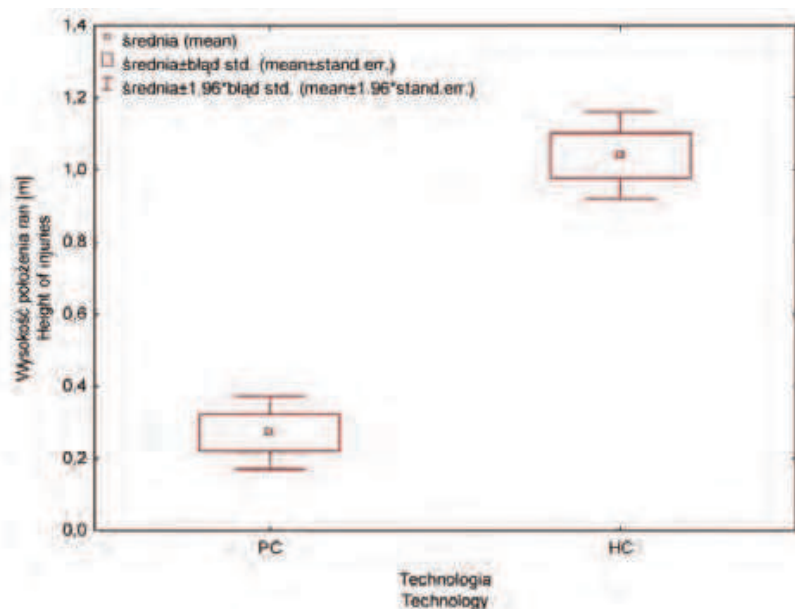
Stwierdzono, że na powierzchniach manipulacyjnych, na których pozyskanie zrealizowano w technologii wykorzystującej harwester uszkodzonych zostało 3,5% drzew pozostających na pniu po zabiegach (3,4–3,7%). Natomiast w wyniku wykonania trzebieży na powierzchniach, gdzie zastosowano technologię ręczno-maszynową, uszkodzenia wykazywało odpowiednio 2,0% (1,7–2,4%) drzew.

Na drzewach uszkodzonych przy realizacji technologii z harwesterem powstały większe rany (średnia powierzchnia 80 cm<sup>2</sup>, maksymalna – 289 cm<sup>2</sup>) w porównaniu ze zranieniami spowodowanymi w technologii ręczno-maszynowej (średnia – 32 cm<sup>2</sup>, maksymalna – 94 cm<sup>2</sup>). Przytoczone różnice są istotne statystycznie (ryc. 1) przy poziomie prawdopodobieństwa  $p = 0,036$  ( $Z = -2,098$ ).

Na powierzchniach, na których zastosowano technologię z harwesterem rany powstałe na pniach drzew rozmieszczone były wyżej (średnio 1,04 m, maksymalnie 1,6 m) niż w przypadku ran powstałych na powierzchniach, na których zastosowano technologię tradycyjną (średnio 0,27 m, maksymalnie 0,56 m). Wyniki analiz wskazały na istotną różnicę (ryc. 2) między średnią wysokością położenia ran na pniach zranionych drzew ( $t = -8,928$ ;  $p = 0,000$ ).



**Ryc. 1.** Istotność różnic między środkowymi wartościami powierzchni zranień  
*Fig. 1. The significance of differences between median values of area of injuries*



**Ryc. 2.** Istotność różnic między średnimi wartościami wysokości położenia zranień na pniach drzew  
*Fig. 2. The significance of differences between mean values of height of injuries on the tree stems*

W przypadku zastosowania technologii tradycyjnej (PC) ponad 45% stanowiły zranienia powstałe w obrębie szyi korzeniowej (w tym zdecydowana większość na korzeniach). Natomiast w przypadku technologii maszynowej (HC) rany w dolnej części pni stanowiły niecałe 20%. Ponad 80% stwierdzonych uszkodzeń wystąpiło powyżej szyi korzeniowej, a połowa wszystkich ran powyżej 1 m.

### Uszkodzenia odnowienia

Na powierzchniach, na których cięcia zrealizowano harwesterem, nie stwierdzono uszkodzeń w odnowieniach. Wszystkie zinwentaryzowane egzemplarze należały do grupy odnowienia wysokiego (ponad 4,0 m) i pomimo dużego zagęszczenia drzew na powierzchniach

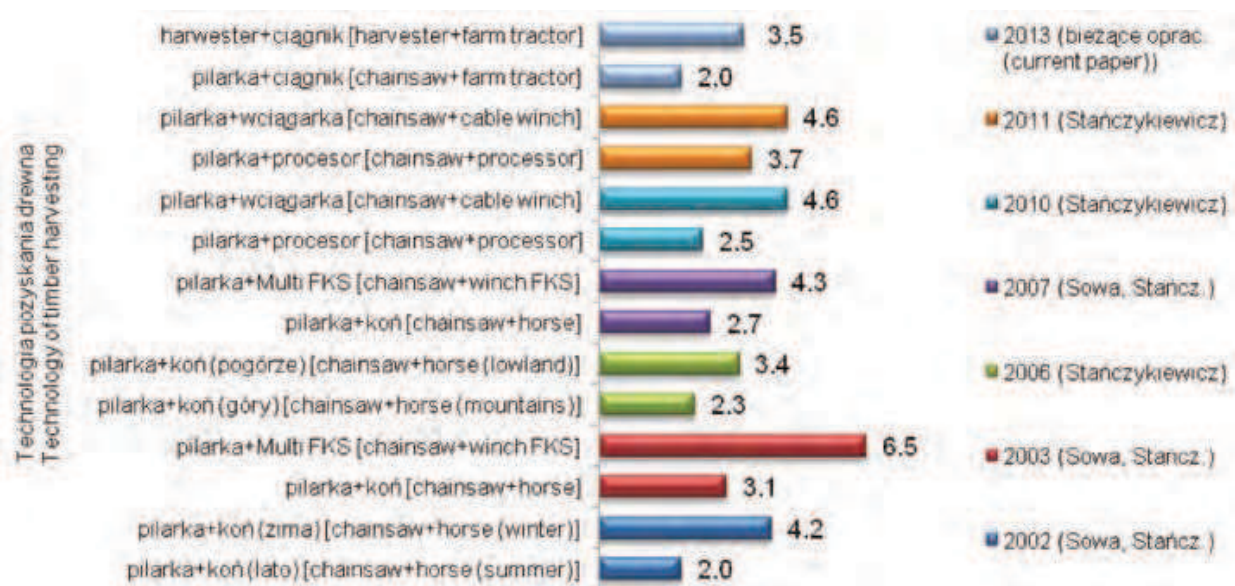
manipulacyjnych zarówno podczas ściarki i obalania, jak i w trakcie obróbki drewna, nie było uszkodzeń spowodowanych obalaniem surowcem lub głowicą harwestera. W przypadku technologii ręczno-maszynowej łączny poziom uszkodzeń wyniósł 5,9%. Więcej uszkodzeń spowodowanych przede wszystkim podczas obalania drzew, stwierdzono w grupie odnowień wysokich (3,7%). W grupie odnowień średnich uszkodzonych zostało 2,2% drzewek, a w grupie odnowień niskich nie zanotowano szkód. W trakcie analizy klas uszkodzeń na uwagę zasługuje niski odsetek drzewek zniszczonych, który nie przekroczył 0,5%. Natomiast w dwóch pozostałych klasach (drzewek ze złamaniami oraz ze zdartą korą i/lub odchylonych od pionu) odnotowano jednakowy poziom szkód – 2,7%.

## Dyskusja

W przypadku uszkodzeń powstałych na drzewach należy podkreślić, że stwierdzony w niniejszych badaniach poziom szkód jest jak najbardziej do zaakceptowania. W porównaniu z wynikami innych opublikowanych wcześniej artykułów dotyczących uszkodzeń powstałych wyłącznie podczas trzebieży wczesnych drzewostanów jodłowych (ryc. 3), uzyskane rezultaty są obiecujące, szczególnie w wyniku zastosowania technologii maszynowej. Ponadto są one kilkakrotnie mniejsze niż dopuszczalny, ustalony na 15% poziom szkód na drzewach, zawarty w zasadach Certyfikacji gospodarki leśnej w użytkowaniu lasu w Polsce (Paschalis-Jakubowicz 2009). Jednak należy zaznaczyć, że tak niski poziom szkód mógł wynikać z jednej strony z doświadczenia operatora i związanej z nim umiejętności ostrożnego sterowania elementami maszyny oraz obalania drzew w odpowiednim kierunku, a z drugiej strony być efektem pracy pod stałym nadzorem pracowników administracji Nadleśnictwa. Fakt ten prawdopodobnie determinował wyjątkową staranność podczas kierowania maszyną i sterowania ruchami żurawia i głowicy harwesterskiej.

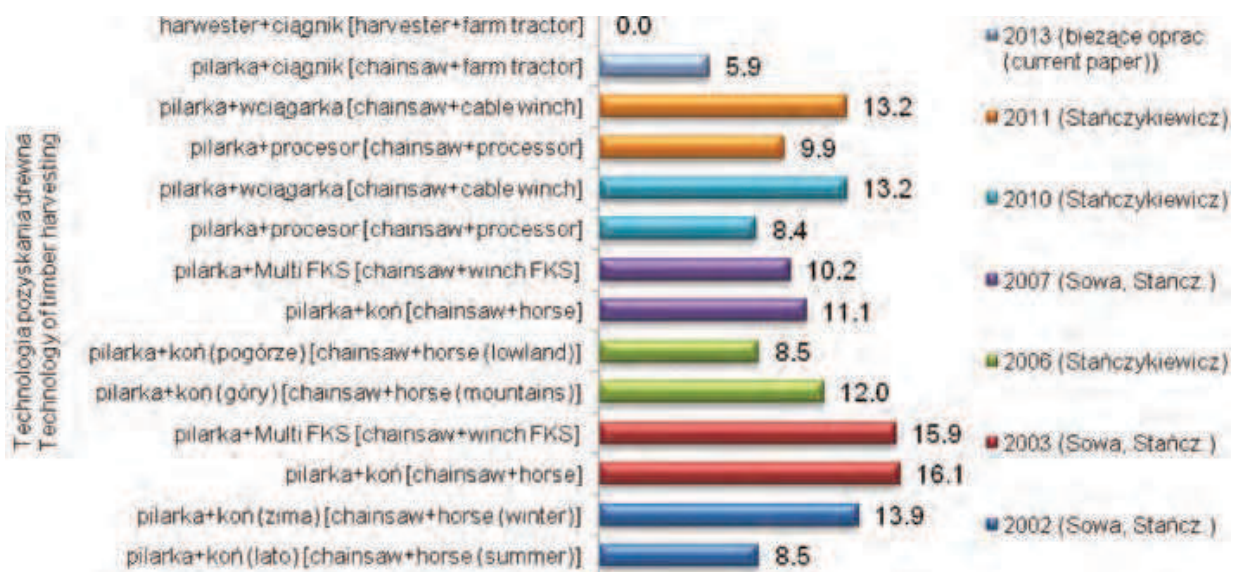
W efekcie zastosowania technologii ręczno-maszynowej zaistniały poziom uszkodzeń należy do najniższych. Powodem takiego wyniku mógł być fakt ręcznego donoszenia części drewna w pobliże szlaków zrywkowych. Taki zabieg, jakkolwiek nieuzasadniony z punktu widzenia wydajności i czasochłonności pracy, ograniczał konieczność poruszania się ciągnika z przyczepą poza szlakami zrywkowymi, których odstęp uniemożliwiał skuteczne sięganie po leżący w głębi drzewostanu surowiec podczas załadunku. Ponadto, jak wykazały niejednokrotnie poczynione przez autorów niniejszego opracowania obserwacje w terenie, tak niski poziom uszkodzeń może nie w pełni oddawać faktyczny stan rzeczy. Znane są bowiem praktyki wycinania uszkodzonych drzew przez pilarzy celem uniknięcia sankcji finansowych za przekroczenie dopuszczalnych poziomów szkód, zapisanych w umowach o świadczenie usług. Dlatego też istnieje potrzeba prowadzenia tego typu badań na szerszą skalę i w większej ilości drzewostanów jodłowych, zarówno o jedno-, jak i wielopiętrowej strukturze.

W przypadku uszkodzeń powstałych w odnowieniach, stwierdzony w niniejszych badaniach poziom szkód należy uznać za wyjątkowo niski. Wynik uzyskany po zastosowaniu technologii maszynowej ma jednak charakter przypadkowy i potwierdza konieczność prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Jak wykazały wcześniej przeprowadzone badania (ryc. 4), poziom uszkodzeń odnowienia kształtował się najczęściej w przedziale 8–15%. Prawdopodobnie stosowane w Nadleśnictwie Gorlice (jako jedynym w obrębie RDLP w Krakowie) sankcje finansowe za przekroczenie dopuszczalnego poziomu uszkodzeń w odnowieniach nie były jedyną przyczyną tak korzystnego wyniku. Z drugiej jednak strony donoszenie do szlaków zrywkowych wyrobionych wałków, a tym samym wyeliminowanie przejazdów ciągnika z przyczepą po powierzchni drzewostanu mogło być skutecznym sposobem na ograniczenie szkód w tym piętrze drzewostanu. Tym bardziej że powszechnie stosowane w warunkach pogórza i gór, w terenie pochyłym, pozyskanie



**Ryc. 3.** Poziom uszkodzeń drzew [%] w wyniku trzebieży wczesnych zrealizowanych różnymi technologiami w drzewostanach jodłowych

*Fig. 3. Damage to trees [%] as a result of early thinnings realized by means of different technologies in fir stands*



**Ryc. 4.** Poziom uszkodzeń odnowienia [%] w wyniku trzebieży wczesnych w drzewostanach jodłowych

*Fig. 4. Damage to regeneration [%] as a result of early thinnings in fir stands*

drewna długiego ze zrywką surowca w kierunku szlaków przy pomocy urządzeń linowych lub zaprzęgami konnymi powoduje znaczne uszkodzenia w postaci zniszczonych drzewek (Stańczykiewicz 2006), których w niniejszych badaniach stwierdzono najmniej.

## Wnioski

- 1) Podczas pozyskania drewna z zastosowaniem technologii maszynowej uszkodzonych zostało 3,5% pozostających drzew. Na powierzchniach, na których zastosowano technologię ręczno-maszynową uszkodzeniom uległo 2% drzew.



- 2) W wyniku pozyskania drewna w technologii maszynowej (HC) powstałe zranienia były istotnie większe oraz wyżej położone w porównaniu z ranami spowodowanymi pozyskaniem w technologii ręczno-maszynowej (PC). Zranienia „bardziej dotkliwie” zaobserwowano przeciętnie na ¼ uszkodzonych drzew – w wyniku zastosowania obu technologii.
- 3) Na powierzchniach, na których zastosowano technologię maszynową (HC), nie odnotowano uszkodzeń w odnowieniu. Natomiast w wyniku zastosowania technologii ręczno-maszynowej (PC) poziom uszkodzeń w analizowanej warstwie drzewostanu był bliski 6% (0,5% – drzewka zniszczone, 2,7% – drzewka ze złamaniami, 2,7% – drzewka ze zdartą korą i/lub odchylone od pionu).

Otrzymane wyniki badań oraz przede wszystkim obserwacje poczynione w trakcie prac terenowych pozwoliły na sformułowanie kilku kolejnych wniosków, które mogą zostać wykorzystane podczas następnych badań z zakresu wpływu stosowanych technologii pozyskiwania drewna na elementy środowiska leśnego oraz efektywności pozyskiwania surowca przy pomocy technologii na różnym poziomie techniki w urozmaiconych warunkach drzewostanów rosnących w terenie pochyłym:

- Trzebież (przede wszystkim wczesna) w drzewostanie jodłowym wykonywana przy użyciu harwestera wymaga dużego doświadczenia od operatora, który wykonuje swoją pracę w bardzo gęstym drzewostanie. Ponadto niezbędne staje się oznakowanie drzew w sposób widoczny dla operatora, nierzadko polegający na podkrzesaniu części gałęzi w dolnej części pni przynajmniej od strony szlaku operacyjnego, po którym porusza się maszyna.
- Niski stopień uszkodzeń może wynikać z dość powszechnie stosowanej przez pilarzy praktyki wycinania uszkodzonych drzew w obawie przed sankcjami pieniężnymi, przewidywanymi na mocy podpisanych umów. Przeważnie jednak ograniczanie w ten sposób poziomu uszkodzeń pozostaje wbrew podstawowym zasadom selekcji i prawidłowego prowadzenia trzebieży oraz hodowli lasu.
- Niedostateczne wyszkolenie pilarzy lub czasami obserwowane lekceważące podejście do prac szczególnie w młodszych drzewostanach (prace o ograniczonym poziomie zysków wymuszające pośpiech) mogą być powodem częstszego uszkodzania drzew i odnowienia, np. wskutek obalania drzew w sposób najbardziej odpowiadający pilarzowi, a nie pod względem późniejszej zrywki surowca.
- Wyniki zaprezentowane w niniejszej pracy wskazują, że z ekologicznego punktu widzenia technologia maszynowa z zastosowaniem harwestera i zrywki podwieszanej może być zalecana do pozyskiwania drewna w drzewostanach jodłowych, w warunkach terenowo-drzewostanowych dostępnych dla tego typu maszyn. Należy jednak podkreślić potrzebę obszerniejszego scharakteryzowania wpływu technologii maszynowej na elementy środowiska leśnego – dzięki badaniom prowadzonym również w jodłowych drzewostanach przedrębnych starszych klas wieku oraz drzewostanach rębnych użytkowanych rębniami złożonymi.

## Literatura

- Butora A., Schwager G. 1989. Holzernteschäden in Durchforstungsbeständen. Berichte, 288: 1–47.
- Glazar K., Maciejewska M. 2009. Ecological aspects of wood harvesting and skidding in pine stands with use different technologies. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 8(3): 5–14.
- GUS, Departament Rolnictwa 2012. Leśnictwo (Forestry). Warszawa.
- Karaszewski Z., Giefing D.F., Mederski P.S., Bembenek M., Dobek A., Stergiadou A. 2013. Uszkodzenia drzewostanu w zależności od metody pozyskiwania drewna ze zrywką ciągnikiem. Leśne Prace Badawcze, 74 (1): 27–34.

- Moskalik T. 2002. Rozwój technik i technologii maszynowego pozyskiwania drewna. *Sylvan*, 11: 103–109.
- Paschalis-Jakubowicz P. (red.) 2009. Certyfikacja gospodarki leśnej w użytkowaniu lasu w Polsce. Sprawozdanie końcowe z wykonania tematu badawczego. Warszawa: 1–52.
- Porter B., Strawa P. 2006. Analiza pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach jodłowych. *Sylvan*, 1: 67–72.
- Sadowski J., Moskalik T., Zastocki D. 2012. Basic parameters of timber harvesting processes in mountain beech stands in Komańcza Forest Inspectorate. *Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 11(4): 37–44.
- Sowa J.M., Stańczykiewicz A. 2002. Związki rozmiaru szkód pozyskaniowych w trzebieżach wczesnych z okresem przeprowadzania cięć. W: Lukač T., Koreň J. (red.). *Logistika technickej výroby dreva v Karpatoch*. Vydavateľstvo TU, Zvolen: 229–236.
- Sowa J.M., Stańczykiewicz A. 2003. Research on pro-ecological harvesting technology in thinning with the use of cable winch. W: Kolařík J. (red.). *Forest and woodworking technology and the environment*. Mendel Univ. of Agricult. and Forestry in Brno: 405–415.
- Sowa J.M., Stańczykiewicz A. 2005. Determination of selected logging technologies impact, in thinned coniferous stands, on damage level of trees. W: Starzyk J. (red.) *Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management*. Wydawnictwo AR, Kraków: 275–281.
- Sowa J.M., Stańczykiewicz A. 2007. Determination of the impact of selected logging technologies on the tree damage level in thinned mountain stands. W: *Needs of Tomorrows' Forests – New Developments in Forest Engineering – FORMEC'07*. Vienna: 1-9 (płyta CD).
- Stańczykiewicz A. 2006. Poziom uszkodzeń odnowienia w wyniku stosowania ręczno-maszynowych technologii pozyskiwania drewna. *Acta Agr. Silv. ser. Silv.* 44: 91–116.
- Stańczykiewicz A. 2010. Damage to trees and regeneration layer resulting from timber harvesting with the use of equipment aggregated with farm tractors in thinned mountain stands. W: *Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment – FORMEC 2010*. Padova: 1-10 (płyta CD).
- Stańczykiewicz A. 2011. Damage to trees and regeneration layer resulting from timber harvesting with the use equipment aggregated with farm tractors in thinned fir stands. W: Starzyk J. (red.). *Technology and ergonomics in the service of modern forestry*. Wydawnictwo UR, Kraków: 253–268.
- Suwała M. 1999. Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. *Prace IBL ser. A*, 873: 1–86.
- Suwała M., Rządowski S. 2001. Wydajność pracy, koszty i uszkodzenia drzew przy pozyskiwaniu drewna w trzebieżach drzewostanów górskich. *Prace IBL ser. A*, 1: 85–111.
- Szewczyk G. 2010. Czasochłonność zrywki konnej w drzewostanach trzebieżowych. *Sylvan*, 154 (1): 52–63.
- Zastocki D. 2003. Wpływ stosowanych przez Zakłady Usług Leśnych środków zrywkowych na uszkodzenia gleby i pozostających drzew w sosnowych drzewostanach przedrębnych. *Sylvan*, 4: 53–58.

**Arkadiusz Stańczykiewicz, Dariusz Kulak**  
Katedra Użytkowania Lasu i Drewna  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
rlstancz@cyf-kr.edu.pl, rlkulak@cyf-kr.edu.pl