

ADAM MACIAK, BARTOSZ POPCZYŃSKI

## Wpływ sposobu zrywki i doświadczenia wykonawcy na wielkość uszkodzeń drzew na powierzchniach trzebieżowych Nadleśnictwa Chojnów

Influence of skidding method and the contractor's experience on the size of tree damage on the thinning areas in the Chojnów Forest District

### ABSTRACT

Maciak A., Popczyński B. 2019. Wpływ sposobu zrywki i doświadczenia wykonawcy na wielkość uszkodzeń drzew na powierzchniach trzebieżowych Nadleśnictwa Chojnów. Sylwan 163 (1): 25-34.

Skidding includes timber transport from the place of its harvest to the place of its storage, loading or pre-treatment. This process in the thinned stands can result in serious damage to the remaining trees. The purpose of the described research was to characterize and compare the size and location of damage in the thinned stands after forwarder skidding with the damages resulting from the combined forwarder and tractor ground skidding. These tests also aimed at determining whether the contractor's experience affects the level of damage. The research was carried out on four study plots located in the Chojnów Forest District (C Poland). Although the works on each plot were performed by different contractor, they had equipment of comparable technical and overall parameters. The height of the damage, the distance of the damaged tree from the skidding trail and the size of the damage were measured. Damage was classified according to the degree of the tissue damage. The most serious damage occurs at a distance of up to 1 m from the skidding trail and at a height of up to 1 m. The most severe damage was over  $\frac{1}{8}$  of the trunk perimeter. No significant dependence of the size and location of damages on the skidding method was found. The highest fraction of the damaged trees was recorded on the area in the Młochów Forest Range (5.17%) where only the forwarder skidding took place. In the Sierzechów Forest Range (the same method of skidding, but almost twice as dense stand), there was significantly less damage (0.62%). In this case, the share of the damaged trees was the smallest, despite the highest number of trees. The reason for this may be the impact of the human factor on the amount of damage as the most experienced contractor worked on that study plot.

### KEY WORDS

thinning, skidding, forwarder, tractor ground skidding, damage to trees

### ADDRESSES

Adam Maciak – e-mail: adam\_maciak@sggw.pl

Bartosz Popczyński – e-mail: bikebarti@interia.pl

Zakład Mechanizacji Leśnictwa, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 164, 02-787 Warszawa

### Wstęp

Transport drewna z miejsca pozyskania do miejsca jego składowania, załadunku lub wstępnej obróbki, zwany zrywką drewna, jest bardzo specyficznym procesem przemieszczania ładunku. Zrywka jest szczególnie uciążliwa na obszarach, gdzie wykonano zabieg trzebieży, ponieważ

drzewa pozostające w drzewostanie utrudniają transport. Skutkiem zrywki w drzewostanach potrzebujących są uszkodzenia drzew pozostających na pniu. Na wielkość uszkodzeń drzew wpływają takie czynniki jak wiek drzewostanu, zagęszczenie drzew, rodzaj zrywki, technologia pozyskiwania drewna oraz obecność szlaków zrywkowych i rodzaj zastosowanych maszyn [Radziwiński 1963].

W Polsce zrywkę w drzewostanach trzebieżowych wykonuje się często przy pomocy uniwersalnych ciągników rolniczych [Kocel 2005], wyposażonych najczęściej w ławę zrywkową z wciągarką linową [Glazar, Maciejewska 2009; Sowa i in. 2013]. Coraz częściej zrywkę wykonuje się przy pomocy przyczep samozaładowczych do zrywki nasiębniernej [Bembenek i in. 2013; Karaszewski i in. 2013].

O negatywnych skutkach stosowania ciężkiego sprzętu w lesie nie wiemy zbyt wiele. Wyniki badań wskazują, że negatywne znaczenie ma przede wszystkim nie tyle ciężar pojazdów, co częstość ich przejazdów [Laurow 1999]. Podczas procesów pozyskiwania drewna wjeżdża do lasu sprzęt mechaniczny oddziałujący na środowisko, który emituje hałas, jest źródłem drgań oraz spalin, a dodatkowo powoduje obciążenia energetyczne i psychiczne [Nowacka 1995; Gieffing 2001]. Duże znaczenie w dążeniu do ograniczenia uszkodzeń lasu mają odstępstwa między szlakami [Suwała 1999]. Podczas zrywki dochodzi również do ugniatania gleby, co niekorzystnie wpływa na rozwój fauny glebowej i przyrost drzew [Porter 1997].

Moskalik i Sadowski [1995] za drzewo uszkodzone uznali to, na którym nastąpiło zderzenie kory oraz powstały ewentualne uszkodzenia drewna. Badania przeprowadzone przez Gieffinga [1995] w czyszczeniach późnych wykazały, że udział drzew uszkodzonych pozostających w drzewostanie po zrywce ciągnikiem wynosi 1,5%. W badaniach prowadzonych przez Kubiaka i in. [1990] udział drzew uszkodzonych pozostających w drzewostanie po zrywce ciągnikiem rolniczym z wciągarką wyniósł 1,8% w drzewostanie liczącym 27 lat. Z badań Portera [1997] wynika, że udział drzew uszkodzonych przy zrywce ciągnikiem rolniczym z wciągarką wyniósł 7,5%. Rządowski [1996] wykazał, że podczas zrywki ciągnikiem rolniczym z wciągarką przy obsłudze dwuosobowej uszkodzonych zostało 4,8% drzew, natomiast przy obsłudze jednoosobowej – 6,1%. Sadowski [1997] stwierdził, że najwięcej uszkodzeń drzew w drzewostanach sosnowych powodują ciągniki rolnicze współpracujące z przyczepami dwukołowymi – 4,3%, natomiast ciągnik rolniczy współpracujący z wozem konnym powoduje 3,6% uszkodzeń. Badania Jodłowskiego [2000] dowiodły, że zrywka prowadzona ciągnikiem rolniczym wyposażonym we wciągarkę lub przyczepę leśną powoduje uszkodzenia odpowiednio na poziomie 2,6 i 4,3%.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wielkości i usytuowania uszkodzeń powstających w drzewostanach potrzebujących w trakcie zrywki nasiębniernej z uszkodzeniami powstałymi podczas zrywki nasiębniernej łączonej z wleczoną. Badania miały również na celu ustalenie, czy doświadczenie wykonawcy ma wpływ na poziom uszkodzeń.

## Material i metody

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Chojnów na czterech powierzchniach badawczych. Nadleśnictwo obejmuje tereny położone po lewej stronie Wisły na południe i południowy zachód od Warszawy. Należy do Krainy Mazowiecko-Podlaskiej oraz Dzielnicy Równiny Warszawsko-Kutnowskiej i w całości leży na terenie województwa mazowieckiego.

Powierzchnia badawcza na terenie leśnictwa Sierzchów składała się z wydzieleni 325f i 325g o łącznej powierzchni 3,22 ha. Oba drzewostany rosły na siedlisku boru świeżego (Bśw) na obszarze porolnym. Teren ten charakteryzowała pokrywa mszysta oraz ściółka, natomiast w podszycie występowały jałowiec, brzoza, dąb i kruszyna. Udział gatunków w wydzieleniach to 90% sosny

i 10% brzozy w wieku 40 lat. Średnia liczba drzew wynosiła 1396 szt./ha. Średnia wysokość sosny wynosiła 14,2 m, a pierśnica 17,8 cm. Powierzchnię badawczą na terenie leśnictwa Młochów stanowiło wydzielanie 439j o wielkości 2,98 ha. Znajduje się ona na terenie porolnym na siedlisku boru świeżego (Bśw), w którym jedynym gatunkiem głównym jest sosna w wieku 58 lat. Występowała tam pokrywa mszysta tworząca kobierce, natomiast w podszycie rosły dąb, jałowiec, brzoza, kruszyna oraz osika. Średnia liczba drzew drzewostanu głównego wynosiła 744 szt./ha. Średnia wysokość drzew drzewostanu głównego to 19,3 m, a pierśnica 20,5 cm. Powierzchnia badawcza na terenie leśnictwa Uwielin to wydzielanie 287h o powierzchni 2,5 ha na siedlisku boru mieszanego świeżego (BMśw). W składzie gatunkowym występuje 80% sosny i 20% dębu. Wiek drzewostanu to 65 lat. Pokrywa była zadarniona, natomiast w podszycie wystąpiły dąb, kruszyna, leszczyna, jarząb, akacja i osika. Średnia liczba drzew drzewostanu głównego wynosiła 600 szt./ha. Średnia wysokość i pierśnica wynosiły odpowiednio 23,4 m oraz 28,3 cm. Powierzchnia badawcza na terenie leśnictwa Chojnów to wydzielanie 82j o obszarze 3,0 ha. Jest to siedlisko lasu świeżego (Lśw) z udziałem jedynie sosny w wieku 80 lat. Podszycie stanowiły kruszyna, czeremcha pospolita, jarząb, dąb i grab, natomiast pokrywa była zielna. Średnia liczba drzew drzewostanu głównego wynosiła 521 szt./ha, ich pierśnica 29,1 cm, a wysokość 24,9 m.

Na wszystkich badanych powierzchniach pozyskanie prowadzono pilarką spalinową. Na dwóch powierzchniach wykonano tylko zrywkę nasiębierną sortymentów krótkich, a na dwóch zrywkę mieszaną, czyli nasiębierną sortymentów krótkich oraz wleczoną dłużyc. Sortymenty krótkie pozyskiwano w formie wałków o długości 120 cm. Dłużyce stanowiły strzały i pnie pozyskiwanych drzew. Prace na każdej powierzchni prowadził inny wykonawca, każdy z nich dysponował jednak maszynami o porównywalnych parametrach technicznych i gabarytowych (tab. 1 i 2). Były to firmy 2-3 osobowe, których właściciel również pracował w lesie. Wykonawcy różnili się poziomem doświadczenia w zakresie pracy w lesie. Najbardziej doświadczony wykonawca pracował na terenie leśnictwa Sierzechów i zajmował się zrywką i pozyskaniem od 9 lat. Wykonawcy zrywki na terenie leśnictw Uwielin i Chojnów mieli doświadczenie 3- oraz 4-letnie. Najmniej doświadczony wykonawca, wykonujący tego typu prace zaledwie od 18 miesięcy, zajmował się zrywką na terenie leśnictwa Młochów. Ponadto w leśnictwie tym zrywka odbywała się pod dużą presją czasu, związaną z potrzebą szybkiego przygotowania drewna do odbioru przez klienta. Ponieważ uszkodzenia drzew pozostających powstają również w wyniku ścinki, szczególnie podczas trzebieży, dlatego przed wykonaniem zrywki oznaczono wszystkie zaobserwowane uszkodzenia powstałe podczas ścinki i nie brano ich pod uwagę podczas analizy uszkodzeń powstałych przy zrywce.

**Tabela 1.**

Środki techniczne wykorzystane do zrywki  
Equipment used for skidding

	Zrywka nasiębierna Forwarder skidding		Zrywka wleczona Tractor ground skidding	
	Ciągnik Tractor	Przyczepa Trailer	Ciągnik Tractor	Osprzęt Equipment
Sierzechów	Zetor 7745	Palms 92	–	–
Młochów	MTZ Belarus 820	More Maskiner SF11E	–	–
Uwielin	Ursus 1614	Farma CT 5,1-9	Ursus 1614	Wciągarka Winch
Chojnów	Ursus C-360	Farma CT 3,8-6	Ursus 1224	Wciągarka Winch

Tabela 2.

Podstawowe parametry przyczep wykorzystanych do zrywki nasiębniernej  
Basic parameters of trailers used for forwarder hauling

	Model	Ładowność	Długość	Szerokość	Zasięg żurawia	Masa z żurawiem
	Model	Capacity [t]	Length [mm]	Width [mm]	Range of the crane [m]	Weight with crane [kg]
Sierzchów	Palms 92	9 (11)*	6080	2025	5,1	1960
Młochów	More Maskiner SF11E	11	6260	2160	6,5	2630
Uwieliny	Farma CT 5,1-9	9	5400	2100	5,1	2300
Chojnów	Farma CT 3,8-6	6	4400	1800	3,8	1113

\* przyczepa została przerobiona przez użytkownika; rama została wydłużona o 1,2 m oraz dospawano dodatkową parę kłonic, a wszystkie kłonicy przedłużono

\* trailer was modified by the user: the frame was extended by 1.2 m and an additional pair of stanchions was welded and all stanchions were extended

Przed wykonaniem właściwych pomiarów dokonano oszacowania zagęszczenia drzewostanu pozostałego po zabiegu trzebieży. W tym celu na każdej badanej powierzchni wyznaczono po 4 powierzchnie próbne o powierzchni 4 arów każda i policzono znajdujące się na nich drzewa. Następnie obliczono średnią liczbę drzew na powierzchniach próbnych znajdujących się w danym wydzieleniu i przeliczono ją na hektar badanej powierzchni. Przed właściwymi badaniami ustalono również średnią pierśnicę i wysokość drzew drzewostanu głównego. W tym celu na całej badanej powierzchni wydzielenia dokonano pomiaru wysokości i pierśnicy 100 losowo wybranych drzew drzewostanu głównego.

Na badanych powierzchniach prace pozyskaniowe przeprowadzono w okresie wiosennym (kwiecień, maj). Środki zrywkowe poruszały się wyłącznie po szlakach zrywkowych. Układ szlaków na wszystkich powierzchniach był podobny. Szerokość szlaków wynosiła od 1,9 do 2,8 m, a odległość między nimi od 11,6 do 28,2 m, w zależności od wykorzystanego środka zrywkowego. Przebieg szlaków nie zawsze był regularny, często nie biegnęły one równolegle do siebie. Niekiedy wykorzystywano istniejące luki w drzewostanie. Badania uszkodzeń obejmowały:

- pomiar długości i szerokości uszkodzenia,
- pomiar wysokości uszkodzenia nad ziemią,
- pomiar obwodu drzewa w miejscu uszkodzenia,
- pomiar odległości uszkodzonego drzewa od najbliższego szlaku zrywkowego.

Pomiarami uszkodzeń objęto całą powierzchnię badanych wydzieleni oraz drzewa wszystkich pięter. Pomiar długości i szerokości uszkodzenia, jego wysokości nad ziemią i obwodu w miejscu zranienia zostały wykonane taśmą mierniczą z dokładnością do 1 cm. Pomiar odległości uszkodzonego drzewa od najbliższego szlaku zrywkowego został wykonany za pomocą taśmy mierniczej z dokładnością do 10 cm.

Wszystkie uszkodzenia znajdujące się na powierzchniach potrzebieżowych były klasyfikowane do trzech głównych stopni uszkodzeń:

- I stopień: drzewa uszkodzone do  $\frac{1}{8}$  obwodu strzały w miejscu zranienia, bez uszkodzenia tkanek żywych,
- II stopień: drzewa uszkodzone powyżej  $\frac{1}{8}$  obwodu strzały w miejscu zranienia, bez uszkodzenia tkanek żywych,
- III stopień: drzewa uszkodzone do strefy drewna i z uszkodzeniem drewna.

Klasyfikacja ta była również wykorzystywana przez innych badaczy [Suwała 1999; Zastocki 2002] zajmujących się podobną tematyką, choć znane są także inne metody podziału uszkodzeń na grupy.

Ponadto klasyfikowano uszkodzenia w zależności od wysokości ich położenia oraz odległości uszkodzonego drzewa od szlaku zrywkowego.

W zależności od odległości uszkodzonego drzewa od najbliższego szlaku zrywkowego przyjęto trzy zakresy: do 1 m, od 1 do 5 m oraz powyżej 5 m. W zależności od wysokości, na której powstało uszkodzenie, drzewa klasyfikowano do trzech grup: przy ziemi – uszkodzenie dotyczyło szyi korzeniowej i miało bezpośredni kontakt z glebą, do wysokości 1 m, ale bez kontaktu z glebą oraz powyżej 1 m.

Ustalając procentowy udział drzew uszkodzonych, można zakwalifikować drzewostan do odpowiedniej kategorii uszkodzenia [Suwała 1999]. Gdy ogólny procent drzew uszkodzonych wynosi do 5%, przyjmujemy, że drzewostan jest nieuszkodzony. Gdy w pozostającym drzewostanie od 6 do 10% jest drzew uszkodzonych, klasyfikujemy go jako słabo uszkodzony. W przypadku gdy ogólny procent drzew uszkodzonych w pozostającym drzewostanie wynosi od 11 do 15%, uznajemy go za drzewostan średnio uszkodzony. Natomiast gdy ogólny procent drzew uszkodzonych w pozostającym drzewostanie wynosi powyżej 15%, przyjmujemy, że jest to drzewostan silnie uszkodzony.

## Wyniki

Na wszystkich powierzchniach badawczych stwierdzono łącznie 203 uszkodzenia, z czego 25 na powierzchni w leśnictwie Sierzechów, 44 na powierzchni w leśnictwie Uwieliń, 58 na powierzchni w leśnictwie Chojnów i 76 na powierzchni w leśnictwie Młochów. Podczas zrywki nasiębiernej powstało w sumie 101 uszkodzeń, natomiast przy zrywce wleczonej łącznie z nasiębierną powstało 102 uszkodzenia.

Stwierdzono 60 drzew uszkodzonych do  $\frac{1}{8}$  obwodu strzały w miejscu zranienia, bez uszkodzenia tkanek żywych, natomiast 142 drzewa z uszkodzeniami powyżej  $\frac{1}{8}$  obwodu strzały w miejscu zranienia, bez uszkodzenia tkanek żywych. Zaobserwowano tylko jedno uszkodzenie do strefy drewna i z uszkodzeniem drewna i łyka. Analizując kategorię zranienia zależnie od odległości, stwierdzono, że w odległości do 1 m od szlaku wystąpiło 31 uszkodzeń obejmujących do  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia, 84 powyżej  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia i jedno uszkodzenie warstwy drewna. W odległości 1-5 m od szlaku wystąpiło 21 uszkodzeń obejmujących do  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia i 38 uszkodzeń powyżej  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia. W odległości ponad 5 m od szlaku wystąpiło 7 uszkodzeń obejmujących do  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia i aż 21 powyżej  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia. W każdym zakresie odległości więcej było uszkodzeń obejmujących ponad  $\frac{1}{8}$  średnicy pnia.

Odnotowano tylko jeden przypadek uszkodzenia drewna. Dotyczył on drzewa znajdującego się bezpośrednio przy szlaku, na powierzchni, na której prowadzona była zrywka nasiębierna.

Do 1 m od szlaku zaobserwowano 116 uszkodzeń, w odległości od 1 do 5 m – 58 uszkodzeń, natomiast dalej niż 5 m od szlaku wystąpiło 29 uszkodzeń. Przy ziemi powstało 61 uszkodzeń i dotyczyły one szyi korzeniowej oraz miały bezpośredni kontakt z glebą, na wysokości do 1 m stwierdzono 84 uszkodzenia (bez uszkodzenia szyi korzeniowej), natomiast powyżej 1 m zaobserwowano 58 uszkodzeń.

W odległości do 1 m od szlaku 36 uszkodzeń stwierdzono przy ziemi, a 53 uszkodzenia były położone na wysokości do 1 m. Powyżej jednego 1 m stwierdzono 27 uszkodzeń. W zakresie odległości od 1 do 5 m od szlaku zrywkowego stwierdzono 18 uszkodzeń przy ziemi, z kolei 16 uszkodzeń położonych było na wysokości do 1 m. Powyżej 1 m stwierdzono 25 uszkodzeń. W odległości większej niż 5 m od szlaku stwierdzono 7 uszkodzeń przy ziemi, a 15 uszkodzeń położonych było na wysokości do 1 m. Powyżej 1 m stwierdzono 6 uszkodzeń.

Najwięcej uszkodzeń występuje na wysokości do 1 m, ale niebezpośrednio przy ziemi. Liczba uszkodzeń przy ziemi zmniejsza się regularnie wraz ze wzrostem odległości. Do 1 m stwierdzono 36 uszkodzeń, powyżej 1 m dwa razy mniej – 18, natomiast powyżej 5 m trzykrotnie mniej.

Największy odsetek uszkodzonych drzew odnotowano na powierzchni w leśnictwie Młochów (5,17%), gdzie odbywała się wyłącznie zrywka nasiębierna (tab. 3). W leśnictwie Sierzechów przy tym samym sposobie zrywki i prawie dwukrotnie większym zagęszczeniu drzew uszkodzeń było znacznie mniej – tylko 0,62%, co stanowi najmniejszy odsetek uszkodzonych drzew spośród wszystkich powierzchni. Pracował tam najbardziej doświadczony wykonawca, co może tłumaczyć tak niski procent uszkodzeń.

W przypadku zrywki mieszanej istotnie największą średnią powierzchnię uszkodzeń stwierdzono na powierzchni w leśnictwie Chojnów (749,9 cm<sup>2</sup>), przy czym uszkodzenia były również niżej zlokalizowane niż w pozostałych leśnictwach, średnio na wysokości 37,76 cm (tab. 4). Istotnie statystycznie różnice w wysokości uszkodzeń stwierdzono również pomiędzy powierzchniami znajdującymi się na terenie leśnictw Młochów i Uwieliny ( $p=0,004$ ). W przypadku zrywki mieszanej uszkodzenia mają istotnie ( $p=0,016$ ) większą powierzchnię (664,74 cm<sup>2</sup>), niż ma to miejsce w przypadku zrywki wyłącznie nasiębiernej (437,55 cm<sup>2</sup>). Pomiedzy badanymi powierzchniami nie stwierdzono natomiast różnic w średniej wielkości obwodu pnia, który został uszkodzony, oraz odległości wystąpienia uszkodzenia od najbliższego szlaku zrywkowego ( $p=0,87$ ,  $p=0,56$ ).

Przy zrywce wyłącznie nasiębiernej w zakresie odległości 1-5 m od szlaku zrywkowego uszkodzenia są położone istotnie wyżej niż w pozostałych zakresach (tab. 5), ponadto obejmują one mniejszą część obwodu pnia.

Porównując liczbę uszkodzeń w zależności od rodzaju zrywki, można stwierdzić, że w odległości do 1 m są one zbliżone i wynoszą dla zrywki nasiębiernej 57, a dla zrywki mieszanej 59. Bardziej różnicują się w zakresie odległości 1-5 m – w tym zakresie więcej uszkodzeń stwierdzono przy zrywce mieszanej (36). Przy zrywce nasiębiernej zaobserwowano 23 uszkodzenia. W odległości powyżej 5 m zdecydowanie więcej uszkodzeń wystąpiło podczas zrywki nasiębiernej – 21, podczas gdy przy zrywce mieszanej stwierdzono ich 7.

Zdecydowanie najwięcej uszkodzeń, niezależnie od sposobu zrywki, powstaje w odległości do 1 m od szlaku zrywkowego, czyli w miejscach najbardziej narażonych na oddziaływanie sprzętu zrywkowego. Wraz ze zwiększeniem odległości od szlaku zrywkowego liczba uszkodzeń maleje. W odległości 1-5 m uszkodzenia wyrządzone przez zrywkę nasiębierną maleją ponad dwukrotnie.

**Tabela 3.**

Zagęszczenie drzewostanu (Zag [N/ha]), sposób zrywki (Zrywka) oraz średnia liczba (NU) oraz udział (%NU [%]) drzew uszkodzonych

Stand density (Zag [N/ha]) skidding technique (Zrywka) as well as mean number (NU) and fraction (%NU [%]) of the damaged trees in individual forest ranges

	Zag	Zrywka	NU	%NU
Sierzechów	1396	Nasiębierna Forwarders	7,8	0,62
Młochów	744	Nasiębierna Forwarders	25,8	5,17
Uwieliny	600	Mieszana Combined	17,6	2,93
Chojnów	521	Mieszana Combined	19,3	4,50

Dalsze zwiększenie odległości, powyżej 5 m, skutkuje już nieznacznym zmniejszeniem się liczby uszkodzeń przy zrywce nasiębiernej, wobec znaczącej różnicy przy zrywce mieszanej – liczba uszkodzeń zmniejszyła się pięciokrotnie. Analizując wysokość powstania uszkodzenia przy różnych sposobach zrywki uszkodzeń, nie stwierdzono istotnych różnic między zrywką nasiębierną a mieszaną. Zarówno przy ziemi, jak i na wysokości 1 m oraz powyżej 1 m liczba uszkodzeń jest do siebie zbliżona.

**Tabela 4.**

Średnia (m), minimum (min), maksimum (max) i odchylenie standardowe (sd) powierzchni uszkodzenia (A [cm<sup>2</sup>]), części uszkodzonego obwodu pnia (Z [%]), wysokości lokalizacji uszkodzenia (H [cm]) oraz odległości uszkodzonego drzewa od najbliższego szlaku zrywkowego (L [m])

Mean (m), minimum (min), maximum (max) and standard deviation (sd) of damage area (A [cm<sup>2</sup>]), damaged part of the trunk perimeter (Z [%]), height of damage location (H [cm]) and distance to the nearest skidding trail (L [m])

	mA	minA	maxA	sdA	mZ	minZ	maxZ	sdZ
Sierzchów	378,04	9	1420	377,85	20,9	6,7	41,4	10,6
Młochów	457,13	15	1176	332,48	21,5	5,1	100	16,7
Uwieliny	552,50	30	2750	576,54	17,0	2,4	55,6	10,3
Chojnów	749,90	50	2485	607,41	18,8	4,8	47,4	7,8
Nasiębierna Forwarder	437,55	9	1420	344,02	21,3	5,1	100	15,4
Mieszana Combined	664,74	30	2750	599,49	18,0	2,4	55,6	8,9
	mH	minH	maxH	sdH	mL	minL	maxL	sdL
Sierzchów	70,20	0	230	64,85	4,10	0,1	16	6,21
Młochów	57,04	0	192	57,82	2,13	0,1	11	3,12
Uwieliny	82,95	0	240	70,61	2,28	0,2	14	4,32
Chojnów	37,76	0	170	49,61	1,98	0,1	14	3,29
Nasiębierna Forwarders	60,29	0	230	59,57	2,86	0,1	18	4,06
Mieszana Combined	57,25	0	240	63,39	2,16	0,1	17	3,95

**Tabela 5.**

Średnia wysokość lokalizacji uszkodzenia (H [cm]) oraz część uszkodzonego obwodu pnia (Z [%]) w zależności od odległości od najbliższego szlaku zrywkowego [m]

Average height of the damage location (H [cm]) and the damaged part of the trunk perimeter (Z [%]) with regard to the distance from the nearest skidding trail [m]

		<1	1-5	>5
Sierzchów	H	82,86	55,00	53,89
	Z	21,0	16,5	21,9
Młochów	H	39,41	82,48	58,21
	Z	22,7	16,9	26,2
Nasiębierna Forwarder	H	51,33	80,44	56,52
	Z	22,3	16,9	24,5
Uwieliny	H	79,77	83,82	94,00
	Z	18,9	14,5	17,1
Chojnów	H	33,48	41,25	47,22
	Z	17,3	22,9	16,9
Mieszana Combined	H	52,00	63,18	63,92
	Z	17,9	18,6	16,9

## Dyskusja

Porównując otrzymane wyniki procentowej wielkości uszkodzonych drzew, można stwierdzić, że były one zbliżone do wyników uzyskanych przez innych badaczy. Przy zrywce wleczonej, np. podczas badań prowadzonych przez Portera [1997], uszkodzeniu uległo 4,6% drzew. W przeprowadzonych badaniach poziom uszkodzeń był zbliżony do poziomu uzyskanego również przez innych badaczy [Kubiak i in. 1990; Giefing 1995; Jodłowski 2000]. Większe uszkodzenia zaobserwował Sadowski [1997] – przy zrywce ciągnikiem rolniczym wyposażonym we wciągarkę uszkodzeniom uległo 7,5% drzew. Gdy ciągnik rolniczy współpracował podczas zrywki z wozem konnym lub przyczepą dwukołową, uszkodzenia wyniosły odpowiednio 3,6 i 4,3% [Suwała 1999].

Dużo większe uszkodzenia stwierdzili również Stańczykiewicz i in. [2015] podczas trzebieży prowadzonej z wykorzystaniem procesora – uszkodzenia dochodziły do 11%. Wyniki tych badań trudno porównywać z prezentowanymi w niniejszym opracowaniu, ze względu na stosowanie innej technologii oraz pochylenie powierzchni.

W opisywanych badaniach najczęściej uszkodzonych drzew zaobserwowano w leśnictwie Młochów, gdzie procent uszkodzonych drzew przekroczył 5%, a na 1 ha przypadało prawie 26 uszkodzeń. Najmniej uszkodzonych drzew było w leśnictwie Sierchów, gdzie liczba uszkodzeń wyniosła niecałe 8 drzew/ha. Na obu powierzchniach prowadzona była wyłącznie zrywka nasiębierna. Wydzielenie na obszarze leśnictwa Sierchów charakteryzuje się największym zagęszczeniem drzew w stosunku do pozostałych wydzieleń, więc zgodnie z ustaleniami Radziwińskiego [1963] powinna wystąpić tam największa liczba uszkodzeń. Mimo większego o 88% zagęszczenia niż w leśnictwie Młochów okazało się, że liczba uszkodzonych drzew w leśnictwie Sierchów była o 18 szt./ha mniejsza. Podobnie w przypadku zrywki mieszanej – nie zaobserwowano większej liczby uszkodzeń w bardziej zagęszczonym drzewostanie.

Większe zagęszczenie drzew oznacza teoretycznie więcej możliwości zranienia ich, jednak wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że nie zawsze tak jest. Duży wpływ na powstawanie uszkodzeń ma również czynnik ludzki. W analizowanym przypadku było to doświadczenie wykonawcy oraz presja czasu.

Przeprowadzone badania wykazały, że zrywka nasiębierna oraz zrywka mieszana (nasiębierna i wleczona) mogą powodować podobną liczbę uszkodzeń. Nasuwa się zatem wniosek, że za powstałe uszkodzenia w dużym stopniu odpowiada czynnik ludzki, czyli w tym wypadku doświadczenie wykonawców. Podobne wyniki uzyskał Zastocki [2002]. Na dwóch porównywalnych powierzchniach badawczych, gdzie prace prowadzone były według tej samej technologii, ale wykonywane przez różne zespoły robocze, zaobserwowano różny stopień uszkodzeń drzew w pozostającym drzewostanie. Oznacza to, że odpowiedni nadzór oraz indywidualne wyszkolenie pracownika decydują o jakości wykonanej pracy.

W procesie pozyskiwania drewna należy dążyć do eliminowania technologii powodujących znaczne szkody w środowisku leśnym. Dobór metod pozyskiwania drewna powinien zapewniać ekonomiczność produkcji, jednocześnie zabezpieczając trwałość i różnorodność ekosystemów leśnych, a także spełniać wymogi bezpieczeństwa pracy. Obecna sytuacja jest wynikiem stosowania ceny jako jedynego kryterium oceny oferty wykonania usługi [Sowa i in. 2013].

Ocena poziomu uszkodzeń środowiska leśnego, czyli głównie drzew pozostających po trzebieży, powinna być składnikiem standardów jakościowych. W związku z tym jak najbardziej wskazane wydaje się przyjęcie w praktyce dopuszczalnych poziomów uszkodzeń drzew proponowanych np. przez Paschalis-Jakubowicza [2009]: 5% w terenach nizinnych (pochylenie terenu <15%) oraz 15% w terenach podgórskich i górskich (pochylenie >15%) [Sowa 2013].

Zgodnie z zaproponowanym poziomem uszkodzeń właściwie wszystkie cztery analizowane drzewostany mieszczą się w zakresie do 5% (powierzchnia na terenie leśnictwa Młochów przekracza tę wartość jedynie o 0,17%).

W realiach Polski głównym wyznacznikiem jest aspekt ekonomiczny. W niektórych krajach funkcjonuje system promujący lepszą jakość pracy poprzez przyznawanie premii w przypadku uzyskania poziomu uszkodzeń poniżej dopuszczalnej wartości oraz naliczanie kary w przypadku przekroczenia ustalonego poziomu uszkodzeń [Sowa 2013]. Takie rozwiązanie przyniosłoby obojętne korzyści. Dla pracowników zakładów usług leśnych oznaczałoby to większą motywację do lepszej pracy.

## Wnioski

- ✦ Przy większym zagęszczeniu drzewostanu może powstawać mniej zranień drzew niż w drzewostanach o mniejszym zagęszczeniu. Przyczyną może być fakt, że istotnym czynnikiem, wpływającym bezpośrednio na liczbę uszkodzeń, poza parametrami drzewostanu i maszyn, jest człowiek i jego wykszolenie oraz nastawienie do pracy.
- ✦ Najczęściej powstającym zranieniem drzew jest uszkodzenie powyżej  $\frac{1}{8}$  obwodu strzały w miejscu zranienia, bez uszkodzenia tkanek żywych. Tylko jeden przypadek dotyczył uszkodzenia do strefy drewna z uszkodzeniem drewna i łyka.
- ✦ Obszar, który jest szczególnie narażony na uszkodzenia, znajduje się w odległości 1 m od szlaku zrywkowego i na wysokości do 1 m.
- ✦ Wraz ze wzrostem odległości od szlaku zrywkowego maleje liczba uszkodzeń drzew.

## Literatura

- Bembenek M., Giefing D. F., Karaszewski Z., Mederski P. S., Szczepańska-Álvarez A. 2013. Uszkodzenia drzew w następstwie trzebieży wczesnych w nizinnych drzewostanach świerkowych. *Sylwan* 157 (10): 747-753.
- Giefing D. F. 1995. Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko. *Sylwan* 139 (6): 55-62.
- Giefing D. F. 2001. Wpływ pozyskiwania drewna w czyszczeniach późnych drzewostanów sosnowych na środowisko. Część 3. Hałas. *Sylwan* 145 (1): 63-70.
- 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.
- Jodłowski K. 2000. Technologia i technika pozyskiwania drewna w wczesnych trzebieżach w drzewostanach sosnowych. W: Suwała M., Rządkowski S. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. III Konferencja Leśna. Sękocin Las, 30-31 marca 2000 r. Instytut Badawczy Leśnictwa, 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. *Leś. Pr. Bad.* 74 (1): 27-34.
- Kocel J. 2005. Prywatny sektor usług leśnych w latach 1999-2003. *Leś. Pr. Bad.* 66 (2): 17-34.
- Kubiak M., Giefing D., Gornowicz R., Grodecki L., Wojtkowiak R., Jabłoński K., Kusiak W., Tabaka P. 1990. Optymalne metody prowadzenia czyszczeń późnych i trzebieży wczesnych. Podstawy leśnej inżynierii ekologicznej – bezpieczne technologie leśne. SGGW-AR. Warszawa. 144-155.
- Laurow Z. 1999. Pozyskiwanie drewna i podstawowe wiadomości o jego przerobie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Moskalik T., Sadowski J. 1995. Rola szlaków zrywkowych w tradycyjnych i zmodernizowanych technologiach pozyskiwania drewna w trzebieżach wczesnych w warunkach nizinnych. Sympozjum „Proekologiczne i produkcyjne funkcje szlaków operacyjnych we współczesnej gospodarce leśnej”. Warszawa. 31-35.
- Nowacka W. 1995. Wpływ wydajności pracy i struktury wydajności dnia roboczego na wybrane cechy sprawności zawodowej pilarzy zatrudnionych przy pozyskiwaniu drewna w trzebieżach. Rozprawa doktorska. Katedra Użytkowania Lasu SGGW Warszawa.
- Paschalis-Jakubowicz P. [red.]. 2009. Certyfikacja gospodarki leśnej w użytkowaniu lasu w Polsce. Sprawozdanie końcowe z wykonania tematu badawczego. Warszawa.
- 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. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.

- Radziwiński S. 1963.** Zależność rozmiaru szkód w odnowieniach podokapowych od sposobu ścinki, zrywki oraz rozmieszczenia drzew i podrostu. Dział Wydawnictw SGGW, Warszawa.
- Rzadkowski S. 1996.** Wpływ operacji technologicznych na wydajność pracy i koszty pozyskiwania drewna małowymiarowego w cięciach pielęgnacyjnych w drzewostanach sosnowych. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa A 815: 38-79.
- Sadowski J. 1997.** Zmienność podstawowych parametrów procesów technologicznych w trzebieżach wczesnych w drzewostanach sosnowych regionu warszawskiego. Praca doktorska. Katedra Użytkowania Lasu, SGGW Warszawa.
- Sowa J. 2013.** Potrzeba zrozumienia. Drwal 4: 10-12.
- Sowa J., Stańczykiewicz A., Szewczyk G. 2013.** Cena za jakość. Drwal 4: 12-14.
- Stańczykiewicz A., Sowa J. M., Leszczyński K., Kulak D., Szewczyk G. 2015.** Uszkodzenia drzew i odnowienia w wyniku pozyskania drewna z użyciem urządzeń agregowanych z ciągnikami rolniczymi w trzebieżowych drzewostanach świerkowych. Sylwan 159 (3): 201-210.
- Suwała M. 1999.** Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa A 873.
- Zastocki D. 2002.** Analiza kryteriów i wskaźników zrównoważonego użytkowania lasu przy pozyskaniu drewna przez Zakłady Usług Leśnych. Praca doktorska. Katedra Użytkowania Lasu, SGGW Warszawa.