

ARKADIUSZ STAŃCZYKIEWICZ, JANUSZ M. SOWA, GRZEGORZ SZEWCZYK

Uszkodzenia drzew i odnowienia w wyniku ręczno-maszynowego pozyskania drewna z wykorzystaniem urządzeń agregowanych z ciągnikami rolniczymi*

Damage to trees and regeneration as a result of motor-manual timber harvesting using equipment aggregated with farm tractors

ABSTRACT

Stańczykiewicz A., Sowa J.M., Szewczyk G. 2011. Uszkodzenia drzew i odnowienia w wyniku ręczno-maszynowego pozyskania drewna z wykorzystaniem urządzeń agregowanych z ciągnikami rolniczymi. Sylwan 155 (2): 129-137.

The research was conducted in thinned pine stands, age class II, where cutting was carried out with chainsaws. Subsequent operations were performed using a NIAB 5-15 and HYPRO 450 delimeter-bucker processor and a FRANSGÅRD 6000 cable winch aggregated with farm tractors. The timber harvesting technology was applied with a cut-to-length system using processors, and with a tree-length system using a cable winch. In the selected stands, nine study plots were established, in which the inventory of stand layers: trees and undercanopy regeneration was carried out twice (before and after felling). Based on the obtained data, the level of damage to trees and regeneration after thinning operations was calculated. In the case of the technology using processors, the level of damage to trees in individual manipulation plots was within the range of 4.3%-8.6% (total 7%), while for the winch technology it was from 3.1% to 5.8% (total 4.5%). As regards regeneration, damage resulting from the harvesting and skidding of timber using processors in individual manipulation plots was at a level of 4.1%-13.5% (total 8.5%) and damage resulting from the harvesting and skidding using a winch cable from 5.8% to 17.0% (total 9%).

KEY WORDS

thinning processor, cable winch, farm tractor, selective early thinning, pine stands

ADDRESSES

Arkadiusz Stańczykiewicz – e-mail: rlstancz@cyf-kr.edu.pl

Janusz M. Sowa – e-mail: rlsowa@cyf-kr.edu.pl

Grzegorz Szewczyk – e-mail: rlszewcz@cyf-kr.edu.pl

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

Wstęp

Ciągniki rolnicze stanowią najliczniejszą, bo liczącą ponad 4,6 tysięcy sztuk, grupę maszyn wykorzystywanych w Polsce do zrywki drewna [Zastocki 2001; Kocel 2005]. Za granicą stosowane były także sporadycznie do ścinki, obalania i okrzyszowania drewna, pracując w charakterze małych harwesterów w drzewostanach młodszych klas wieku [Johansson 1997]. Coraz rzadziej jednak zrywają drewno w sposób wleczony, jako maszyny zupełnie nieprzystosowane do tej trudnej operacji transportowej. Współcześnie spotykane przy pracy maszyny agregowane są z różnymi urządzeniami, począwszy od najprostszych kleszczy zrywkowych lub wciągarek

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr N N309 4235 33

linowych [Jodłowski 2000], przez specjalistyczne wciągarki ze sterowaniem radiowym, procesory do okrzyszowania i przerzynki drewna [Sowa 2000], a skończywszy na samozaładowczych przyczepach z żurawiami hydraulicznymi. Dzięki zastosowaniu takich urządzeń, ciągniki rolnicze mogą prowadzić nie tylko zrywkę drewna w sposób półpodwieszony lub podwieszony, ale również wpływać na zmniejszenie obciążenia drwali podczas okrzyszowania i przerzynki drewna w przypadku zagregowania z procesorami. Urządzenia te stosowane są w Skandynawii, zachodniej Europie i na kontynencie północnoamerykańskim już od połowy lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku [Richardson 1987; Moberg i in. 1988; Marntell, Marntell 1989; Roderick 1994, 1995] przede wszystkim przy pozyskaniu drewna w zakresie leśnictwa tzw. małej skali w lasach prywatnych. Pierwsze wzmianki na ten temat w polskim piśmiennictwie pojawiły się w połowie lat dziewięćdziesiątych [Giefing 1994a, b; Walczyk 1997]. Jednak dopiero dziesięć lat później sprowadzono do kraju i wdrożono do pracy na terenie RDLP w Krakowie pierwszy taki procesor – NIAB 5-15. Jak podają Lindroos i in. [2005] tylko w roku 2002 na terenie Szwecji sprzedano do prac w lesie ponad 150 sztuk procesorów montowanych na ciągnikach rolniczych. Obecnie w Polsce wykorzystywane jest do pozyskiwania drewna w trzebieżach prawdopodobnie jedynie około 10 egzemplarzy tych urządzeń.

Technologia pozyskiwania drewna z wykorzystaniem procesorów jest postrzegana za jedną z mniej szkodliwych w stosunku do drzewostanu [Marntell, Marntell 1988]. W ostatnich latach w literaturze przedmiotu pojawiły się opracowania dotyczące m.in. procesorów wykorzystywanych w naszych lasach [Sowa i in. 2007; Moskalik 2008]. Podejmują one jednak przede wszystkim problematykę o charakterze ekonomicznym.

Celem niniejszej pracy było opisanie poziomu i charakteru uszkodzeń zaistniałych na drzewach oraz w odnowieniach pozostających w drzewostanach młodszych klas wieku po przeprowadzeniu cięć technologiami na poziomie ręczno-maszynowym. Zakres badań obejmował porównanie w ujęciu ekologicznym dwóch technologii prac wykorzystujących procesory oraz powszechnie stosowane w polskich lasach wciągarki linowe. Badania zlokalizowano w drzewostanach sosnowych poddanych trzebieżom wczesnym.

Metodyka

Prace badawcze przeprowadzono na terenie nadleśnictw Dąbrowa Tarnowska (RDLP Kraków) oraz Rybnik (RDLP Katowice), w których zrealizowano selekcyjne trzebieże wczesne. W wyciętych drzewostanach założono łącznie dziewięć powierzchni badawczych (po trzy dla każdej z maszyn), które zostały zastosowane przy realizacji zabiegów. Pozyskanie drewna z wykorzystaniem procesora NIAB 5-15 o okrzyszowaniu cyklicznym oraz wciągarki FRANSGÅRD 6000 GS przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska (Leśnictwo Waryś). Natomiast procesor HYPRO 450 o okrzyszowaniu ciągłym został wykorzystany w trzebieżach na terenie Nadleśnictwa Rybnik (Leśnictwo Żory). Cięcia zrealizowano w pełni okresu wegetacyjnego. Ogólną charakterystykę drzewostanów z powierzchniami badawczymi przedstawiono w tabeli 1.

W przypadku powierzchni, na których pracowały procesory, rola pilarzy ograniczała się tylko do ścięcia i obalenia drzew. Okrzyszowania i przerzynki drewna dokonywały procesory stojące na szlakach zrywkowych. Wyrobiony surowiec w postaci wałków drewna średniowymiarowego znajdował się bezpośrednio przy szklakach w nieregularnych stosach, z których w dalszej kolejności zrywany był na składnicę w sposób podwieszony przy pomocy przyczep samozaładowczych. Natomiast w przypadku technologii z wciągarką linową, zadaniem drwala było, oprócz ścięcia i obalenia drzewa, również okrzyszanie i przerzynka surowca. Po odcięciu wierzchołka drewno zrywano w całych długościach do szlaku zrywkowego przez wleczenie liną, a dalej na

Tabela 1.

Charakterystyka powierzchni badawczych
Characteristics of study plots

Nadleśnictwo	Leśnictwo	Oddział	Siedliskowy typ lasu	Skład gatunkowy	Wiek [lata]	Wskaźnik zadrzewienia	Trzebież
Dąbrowa Tarnowska	Waryś	314 d	LMśw	So	39	1,1	wczesna selekcyjna
Rybnik	Żory	267 d	BMśw	9So, 1Db	34-34	0,9	wczesna selekcyjna

składnicę w sposób półpodwieszony po oparciu odziomków na płycie wciągarki. Powierzchnie manipulacyjne założono w taki sposób, aby maksymalna odległość zrywki drewna w pierwszym etapie nie przekraczała 50 m.

Podczas dociągania surowca w kierunku maszyn nie stosowano środków mogących spełniać ochronną rolę w stosunku do drzew oraz odnowień pozostających w drzewostanie. Natomiast jednym z podstawowych sposobów ograniczenia ilości szkód było zachowanie kierunków obalania drzew możliwie zbliżonych do kierunku późniejszej zrywki drewna przy pomocy liny do szlaków zrywkowych.

Wpływ procesu pozyskania drewna na istniejące odnowienie i pozostający drzewostan określono w dwóch etapach. W pierwszym, w wybranych losowo fragmentach drzewostanów założono siatkę kwadratów o boku 12,5 m na powierzchniach manipulacyjnych wielkości 0,5 ha. W punktach przecięcia siatki zlokalizowano półarowe powierzchnie kołowe o promieniu 3,99 m (łącznie 32% każdej powierzchni manipulacyjnej). Na powierzchniach tych dokonano inwentaryzacji drzew i odnowienia przed cięciami. Grupę drzew stanowiły wszystkie egzemplarze 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. Gatunki krzewiaste nie były brane pod uwagę. W efekcie przeprowadzonych prac terenowych założono 9 powierzchni manipulacyjnych i trwale oznaczono 288 powierzchni kołowych, na których zinwentaryzowano ponad 1,3 tys. drzew oraz 5,4 tys. drzewek w piętrze odnowienia. W drugim etapie, bezpośrednio po zakończeniu trzebieży, określano rozmiar i jakość 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). Parametry ran położonych powyżej 2 m szacowano wzrokowo. Ponadto odnotowywano miejsce powstania zranień uwzględniając korzenie, szyję korzeniową oraz pozostałą część pnia. W stosunku do odnowienia zastosowano klasyfikację uszkodzeń, którą przedstawia tabela 2 [Stańczykiewicz 2003, 2006]. Ponadto przyjęto, iż całe odnowienie posiada odpowiednią przydatność z hodowlanego punktu widzenia.

Powierzchnię zranień powstałych wskutek pozyskiwania na drzewach liczono za pomocą wzorów na pole elipsy lub prostokąta w zależności od zidentyfikowanego ich kształtu [Butora, Schwager 1986]. Z uwagi na różną liczebność podrostów na powierzchniach badawczych rozmiar uszkodzeń i zniszczeń w piętrze odnowienia zestawiono w procentach. Odsetek szkód w poszczególnych klasach uszkodzeń liczony był w stosunku do liczby zinwentaryzowanych sztuk przed zabiegiem.

Zgodności rozkładu empirycznego procentowego udziału drzew uszkodzonych, powierzchni na powstałych na drzewach pozostających po zabiegach, wysokości położenia zranień na pniach drzew oraz procentowego udziału uszkodzonych drzewek z piętra odnowienia z rozkła-

Tabela 2.

Klasyfikacja uszkodzeń odnowienia
Classification of injuries in regeneration

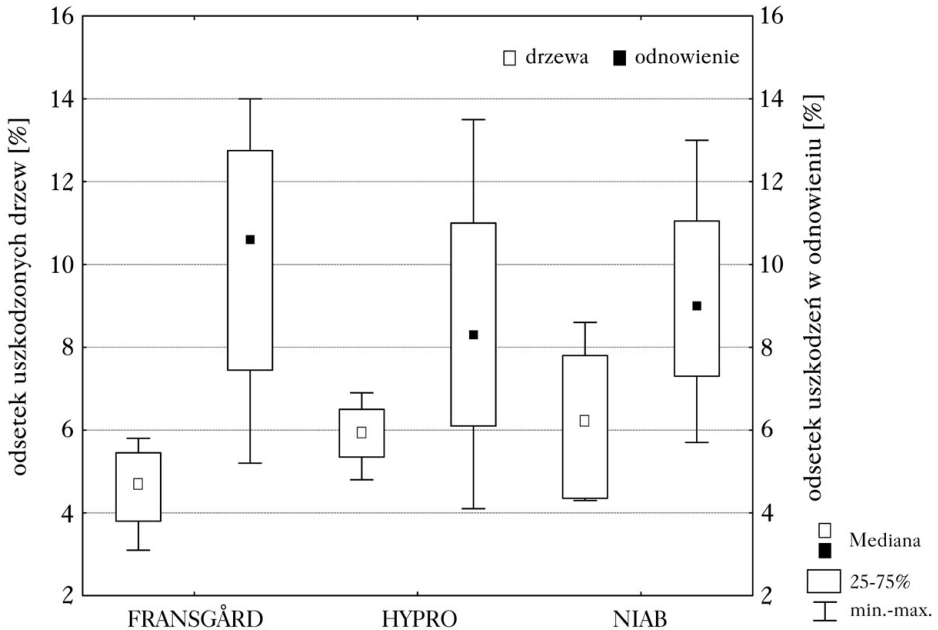
Klasa uszkodzenia	Charakterystyka uszkodzenia
I	drzewko zniszczone
II	drzewko uszkodzone w stopniu nierokującym przeżycia
III 1	złamany pęd wierzchołkowy powyżej ostatniego okółka
III 2	złamana strzałka poniżej ostatniego okółka
III a	połamane gałęzie boczne (do 20% ilości ogólnej)
III b	połamane gałęzie boczne (od 21 do 40% ilości ogólnej)
III c	połamane gałęzie boczne (ponad 40% ilości ogólnej)
IV	drzewko odchylone od pionu
V	zdarcie kory

dem normalnym zweryfikowano testem W Shapiro-Wilka. Ponieważ nie stwierdzono zgodności rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym w przypadku wszystkich analizowanych zmiennych losowych, różnice między badanymi cechami określono przy pomocy nieparametrycznej analizy wariancji testem Kruskala-Wallisa. Wszelkie analizy przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki

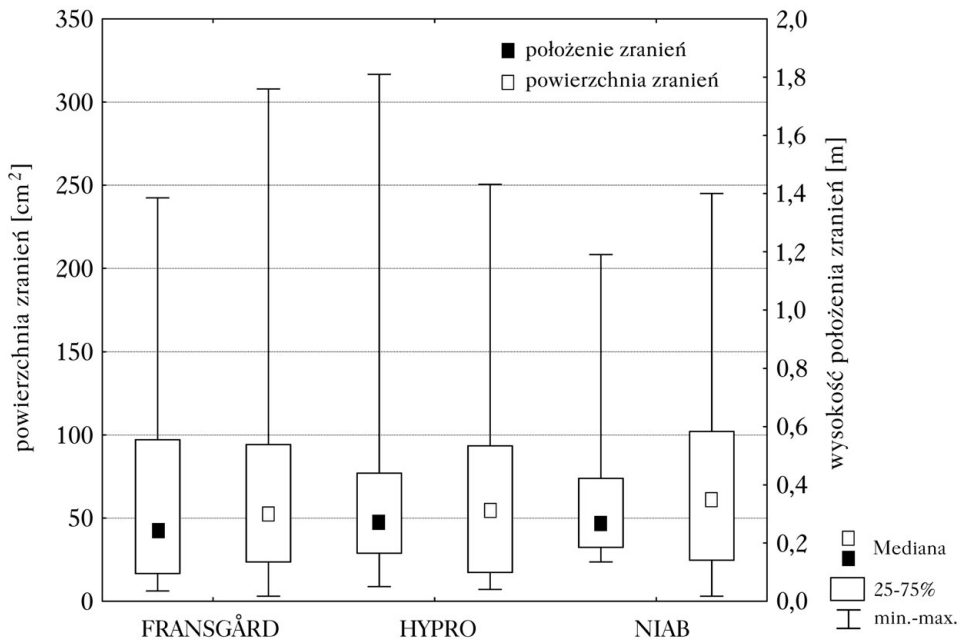
USZKODZENIA DRZEW. Na powierzchniach manipulacyjnych, na których zastosowano wciągarkę linową, uszkodzone zostało 4,5% drzew pozostających na pniu. Natomiast w wyniku trzebieży procesorami NIAB oraz HYPRO, uszkodzenia wykazywało odpowiednio 7,0% oraz 6,9% drzew. Różnica między poziomem uszkodzeń drzew we wszystkich trzech technologiach nie jest istotna statystycznie ($H=2,000$; $p=0,368$; ryc. 1). Na drzewach uszkodzonych przy realizacji technologii z wciągarką FRANSGÅRD powstały największe rany (średnia 80 cm², maksymalna 308 cm²). Natomiast pozyskanie z użyciem procesorów spowodowało powstanie ran mniejszych (NIAB – średnia 73 cm², maksymalna 245 cm², HYPRO – średnia 67cm², maksymalna 250 cm²). Różnice te nie są jednak istotne statystycznie ($H=0,384$; $p=0,825$; ryc. 2). Na powierzchniach, na których zastosowano wciągarkę, rany powstałe na pniach drzew rozmieszczone były na podobnym poziomie (średnio 0,38 m, maksymalnie 1,4 m) jak w przypadku ran powstałych na powierzchniach, na których zastosowano procesory NIAB (średnio 0,36 m, maksymalnie 1,19 m) i HYPRO (średnio 0,46, maksymalnie 1,81 m). Nie stwierdzono istotnej różnicy między średnią wysokością położenia ran na pniach zranionych drzew ($H=0,962$; $p=0,618$). W porównywanych technologiach zranienia koncentrowały się przede wszystkim w przedziale wysokości do 1 m (od 81 do 92% przypadków). Natomiast zranienia do wysokości szyi korzeniowej stanowiły ponad połowę wszystkich zranień (od 56 do 60%) (ryc. 3).

USZKODZENIA ODNOWIENIA. Odsetek uszkodzonych i zniszczonych drzewek był nieco wyższy na powierzchniach, gdzie zastosowano technologię pozyskiwania drewna z wciągarką (tab. 3). Jednak nie stwierdzono istotności statystycznej tych różnic ($H=1,192$; $p=0,551$; ryc. 1). Biorąc pod uwagę odsetek szkód w klasach uszkodzeń, najwyższy stwierdzono w klasie I (od 4,1 do 5,2%) oraz w klasie IV (od 1,5 do 2,7%). Na uwagę zasługuje również udział drzewek ze zdarciem kory, który był trzecim pod względem udziału rodzajem uszkodzeń (od 0,8 do 1,5%). Najmniejszy poziom został stwierdzony w przypadku drzewek ze złamaniami (od 0,0 do 0,5%).



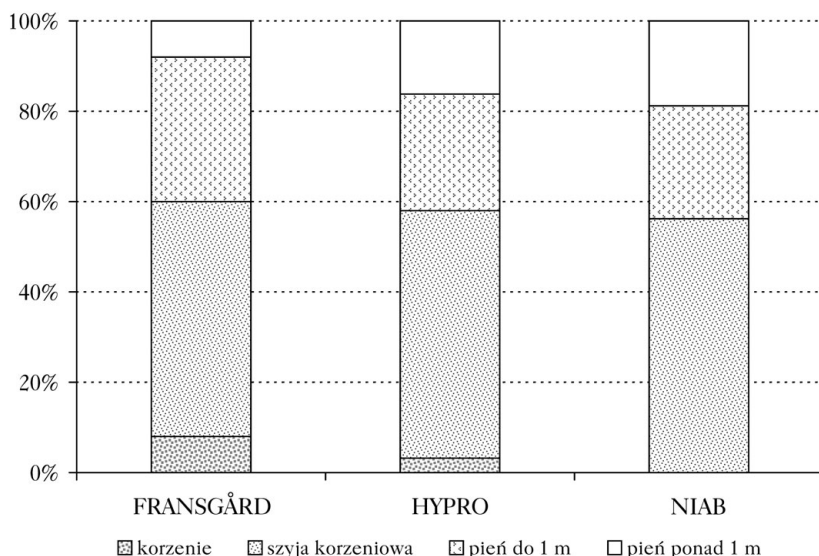
Ryc. 1.

Poziom uszkodzeń drzew i odnowienia
Injuries of trees and regeneration



Ryc. 2.

Powierzchnia i wysokość położenia zranień
Area and location height of injuries



Ryc. 3.

Rozmieszczenie zranień na pniu
Distribution of injuries on a tree trunk

Tabela 3.

Udział [%] uszkodzeń w piętrze odnowienia
Frequency [%] of injuries in the regeneration storey

Technologia pozy- skiwania drewna	Klasa uszkodzeń									Razem
	I	II	III 1	III 2	III a	III b	III c	IV	V	
FRANSĞÅRD	5,2	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	1,2	9,7
HYPRO	4,1	0,4	0,5	0,1	0,6	0,0	0,0	1,5	0,8	8,0
NIAB	4,4	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	2,6	1,5	9,1

Dyskusja

Wykazany w pracy poziom uszkodzeń drzew na powierzchniach, na których do prac wykorzystano wciągarkę, a przede wszystkim na powierzchniach z procesorami, należy uznać za wysoki. W praktyce, w sposób nieco arbitralny i nie wszędzie stosowany, przyjmuje się, że poziom ten nie powinien przekraczać 5%. Wczesniejsze badania Sowy i Stańczykiewicza [2005] przeprowadzone w trzebieżach wczesnych drzewostanów sosnowych identyczną metodyką, wykazały, że przy zastosowaniu do zrywki lekkiej wciągarki linowej napędzanej silnikiem pilarki o uciążu 1 tony uszkodzone zostało 3,0% drzew. Porównywana w tych badaniach zrywka konna spowodowała uszkodzenie około 4,5% drzew. Wyższy poziom uszkodzeń opisany w niniejszej pracy mógł być spowodowany prawdopodobnie możliwościami technicznymi zastosowanych urządzeń, a co za tym idzie, sposobem prowadzenia prac. Duża siła uciążu (około 3 oraz 6 ton) wciągarek linowych wchodzących w skład stosowanych urządzeń spowodowała, że znacznie rzadziej niż w przypadku wcześniej opisanych technologii, zachodziła konieczność ręcznego odblokowywania zrywanego surowca z przeszkód w postaci drzew. Bardzo prawdopodobne, że zastosowanie w trakcie zrywki samozaciskających się ażurowych kleszczy zrywkowych przyczyniłoby się do ograniczenia ilości powstałych zranień. Nasuwa się pytanie o to, dlaczego poziom

uszkodzeń w przypadku technologii z procesorami był wyższy niż w przypadku technologii z wciągarką. Według badań szwedzkich [Marntell, Marntell 1988] w trzebieżach wczesnych drzewostanów świerkowych uszkodzenia drzew nie przekraczały 5% (od 1,1 do 4,8%). Z kolei, jak podają źródła kanadyjskie [Richardson 1987; Roderick 1994, 1995] w trakcie badań z wykorzystaniem trzech modeli procesorów, poziom uszkodzeń powstałych od ścinki drzew i zrywki drewna był niższy od 3%. Wydaje się, że jedną z przyczyn wyższego poziomu szkód stwierdzonych w niniejszych badaniach były przypadki obalania drzew w kierunkach odbiegających od kierunku późniejszej zrywki drewna. W dalszej konsekwencji zrywany surowiec w postaci całych drzew z koronami powodował zranienia na etapie układania się w kierunku zrywki za ciągnącą go liną, a w gęstszych fragmentach powierzchni manipulacyjnych uszkadzał grubszymi gałęziami drzewa rosnące blisko siebie. W przypadku zrywki drewna okrzeseanego przez drwala w technologii z wciągarką FRANSGÅRD mniejszy objętościowo ładunek łatwiej przemieszczał się między pozostającymi drzewami, powodując tym samym niższy poziom szkód. Z drugiej jednak strony, zalecane w obu technologiach obalanie drzew w kierunku możliwie odwrotnym do kierunku zrywki, również mogło być przyczyną wyższego poziomu szkód. Symulacje przeprowadzone w trakcie analiz wskazały, iż gdyby pominąć zranienia położone powyżej 0,5 m, z dużym prawdopodobieństwem powstałe w trakcie obalania drzew, odsetek uszkodzeń w przypadku procesorów nie przekroczył 6%, a w przypadku wciągarki 3% drzew. Jednak potwierdzenie powyższych przypuszczeń wymaga przeprowadzenia dalszych badań zarówno w trzebieżowych drzewostanach sosnowych starszych klas wieku, jak i w drzewostanach świerkowych oraz jodłowych. Odnosząc się do opisanych w niniejszej pracy powierzchni oraz wysokości położenia zranień na pniach drzew zauważyć należy, że nie odbiegają one od wartości zaprezentowanych przez Sowę i Stańczykiewicza [2005, 2007] na podstawie badań w iglastych drzewostanach trzebieżowych. Średnie powierzchnie stwierdzonych zranień oscylowały bowiem od 62 cm² przy zastosowaniu lekkiej wciągarki linowej do 68 cm² przy zastosowaniu zaprzęgów konnych, a położone były w przedziale wysokości odpowiednio od 0,26 m do 0,40 m. Przeprowadzone w ramach przytoczonych badań szczegółowe analizy nie potwierdziły, podobnie jak w niniejszej pracy, wpływu zastosowanych technologii pozyskiwania drewna na wielkość i położenie zranień.

Odwrotnie niż w przypadku drzew, stwierdzony poziom szkód w odnowieniach poniżej 10% należy uznać za zadowalający. W dotychczasowych badaniach przeprowadzonych przez autorów w różnych drzewostanach poddanych trzebieżom wczesnym, przy pozyskaniu drewna technologiami ręczno-maszynowymi odsetek uszkodzeń oscylował zawsze powyżej 10%. Przy pozyskaniu drewna w sośninach z zastosowaniem lekkiej wciągarki linowej uszkodzone zostało 14,3% drzewek, a przy zastosowaniu zaprzęgu konnego 25,7% [Sowa, Stańczykiewicz 2005]. Z kolei w drzewostanach górskich odsetek uszkodzonych drzewek mieścił się w granicach od 9,2% w buczynach do 11,2% w świerczynach przy zastosowaniu wciągarki oraz w granicach od 11,1% w jedlinach do 16,1% w buczynach przy użyciu zaprzęgu konnego [Sowa, Stańczykiewicz 2007]. W przypadku analizy udziału szkód w poszczególnych klasach uszkodzeń należy zaznaczyć, iż otrzymane w niniejszej pracy wyniki potwierdzają rezultaty wcześniejszych badań Sowy i Stańczykiewicza [2005] oraz Stańczykiewicza [2006], w których największy udział stanowiły drzewka zniszczone, a najmniejszy drzewka ze złamaniami.

Wnioski

- ✦ Poziom uszkodzeń drzew w przypadku pozyskania z wciągarką linową był niższy w porównaniu z technologią z procesorami. Stwierdzono jednak brak istotnej statystycznie różnicy. Powierzchnia powstałych przy tym zranień na pniach drzew w obu technologiach była jednakowo duża oraz powstały one na jednakowej wysokości.

- ✚ Poziom uszkodzeń odnowienia w przypadku pozyskania z wciągarką linową był wyższy w porównaniu z technologią z procesorami. Jednak, podobnie jak w przypadku drzew, analizy wskazały na brak statystycznie istotnej różnicy. Najczęściej powodowanymi uszkodzeniami w piętrze odnowień było zniszczenie drzewek oraz odchylenie ich od pionu i zdarcia kory.
- ✚ Z ekologicznego punktu widzenia technologie pozyskiwania drewna z zastosowaniem wciągarki linowej oraz procesorów agregowanych z ciągnikami rolniczymi można uznać za godne polecenia do stosowania w praktyce w drzewostanach sosnowych podlegających trzebieżom wczesnym. Zalecenie do stosowania we wszystkich iglastych drzewostanach trzebieżowych wymaga przeprowadzenia dalszych badań.

Literatura

- Butora A., Schwager G. 1989. Holzerneschäden in Durchforstungsbeständen. Berichte 288: 1-47.
- Giefing D. F. 1994a. Ciągniki rolnicze w procesie pozyskiwania drewna. PTRiL 10: 22-23.
- Giefing D. F. 1994b. Badania eksploatacyjne procesora HYPRO. PTRiL 12: 20-22.
- Jodłowski K. 2000. Koszty pozyskiwania drewna i uszkodzenia drzew we wczesnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. Głos Lasu 7: 25-27.
- Johansson J. 1997. Small tree harvesting with a farm tractor and crane attached to the front. J. For. Eng. 8 (1): 21-33.
- Kocel J. 2005. Prywatny sektor usług leśnych w latach 1999-2003. Leśne Prace Badawcze 66 (2): 17-34.
- Lindroos O., Lidestav G., Nordfjell T. 2005. Swedish non-industrial private forest owners: a survey of self-employment and equipment investments. Small-scale Forest Economics, Management and Policy 4 (4): 409-426.
- Marntell A., Marntell T. 1988. Vimek G30 i praktisk drift. Vimek G30 in operation. Sveriges Lantbruksuniversitetet, Institutionen för Skogsteknik.
- Marntell A., Marntell T. 1989. Vimek G30 and its users. Swedish University of Agricultural Sciences. Garpenberg.
- Moberg L., Nordfjell T., Gabriellson L. 1988. A model for analyzing self-employed woodlot owners using small-scale equipment in thinnings. Small Scale Forestry 2: 7-14.
- Moskaliuk T. 2008. Możliwości zastosowania harwestera Ponsse Beaver z głowicą EH-25 oraz procesora HYPRO 300 przy pozyskiwaniu drewna w trzebieżach wczesnych. W: Różański H., Jabłoński K. [red.]. Tendencje i problemy techniki leśnej w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Wydawnictwo KTL, Poznań. 44-50.
- Richardson R. 1987. Evaluation of the Vimek G30 Processor. For. Eng. Res. Inst. Can. Tech. Note. TN-99.
- Roderick E. H. 1994. The Hypro 450 Tractor Mounted Processor. For. Eng. Res. Inst. Can. Field Note. Processing 38.
- Roderick E. H. 1995. The Nokka 400 Processor. For. Eng. Res. Inst. Can. Tech. Note. TN-226.
- Sowa J. M. 2000. Pozyskiwanie drewna w górach. W: Suwała M. [red.]. Poradnik użytkownika lasu. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Sowa J. M., Kulak D., Szewczyk G. 2007. Costs and efficiency of timber harvesting by NIAB 5-15 processor mounted on a farm tractor. Croat. J. For. Eng. 28 (2): 177-184.
- Sowa J. M., Stańczykiewicz A. 2005. Determination of selected logging technologies impact, in thinned coniferous stands, on damage level of trees. W: Sowa J. M. i in. [red.]. Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management. Wydawnictwo UR, Kraków. 275-282.
- Sowa J. M., Stańczykiewicz A. 2007. Determination of the impact of selected logging technologies on the tree damage level in thinned mountain stands. 40th International Symposium on Forestry Mechanization FORMEC'07. Wydawnictwo CD, Wiedeń. 1-9.
- Stańczykiewicz A. 2003. Wpływ wybranych technologii pozyskiwania drewna na rodzaj i wielkość szkód w drzewostanie. Praca doktorska – maszynopis w KULiD, Kraków.
- Stańczykiewicz A. 2006. Poziom uszkodzeń odnowienia w wyniku stosowania ręczno-maszynowych technologii pozyskiwania drewna. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 44: 91-116.
- Walczak J. 1997. Procesory tworzone na bazie ciągników rolniczych. PTRiL 3: 18-21.
- Zastocki D. 2001. Małe i średnie prywatne firmy leśne w pozyskiwaniu drewna – stan obecny i perspektywy rozwoju. Sylwan 145 (11): 39-47.

SUMMARY

Damage to trees and regeneration as a result of motor-manual timber harvesting using equipment aggregated with farm tractors

The purpose of the research was to describe the level and nature of injuries to trees and regeneration in the stands in younger age classes, after applying manual/machine logging

technologies. The research included a comparison of two pro-ecological logging technologies using processors and cable winches widely applied in Polish forests. The research area was located in the Dąbrowa Tarnowska and Rybnik Forest Districts (southern Poland). In selected stands early selective thinning was carried out using NIAB 5-15 and HYPRO 450 delimeter-bucker processors and a FRANSGÅRD 6000 GS cable winch aggregated with farm tractors. The harvesting of timber was carried out with the cut-to-length system using processors and the tree-length system using a cable winch. In the selected stands, nine rectangular study plots (three for each device aggregated with a tractor) were established. Within the research areas, circular plots were set where a preliminary inventory of stand layers: trees and undercanopy regeneration was conducted. After the completion of harvesting operations on circular plots, a re-inventory was performed using a computer program with consideration taken of the retained trees and undercanopy regeneration damaged during the operations in accordance with the classification presented in table 2.

The results of the fieldwork and statistical analyses showed that 4.5% of the trees left standing on the manipulation plots where timber was harvested using a cable winch were damaged. However, thinning operations caused a 7.0% and 6.9% damaged to trees, respectively on the plots where the NIAB and HYPRO processors were used. A detailed analysis revealed that the differences in the levels of damage to trees between all three technologies were not significant (fig. 1). The results of the comparative analyses concerning wound surface areas allowed to state that wounds on the trees injured by the FRANSGÅRD cable winch were larger (average 80 cm²) compared with the wounds caused by the processors (average 67 and 73 cm²). The observed differences were not statistically significant (fig. 2). On the plots where the cable winch technology was applied, the wounds on the tree stems were at a similar height (average 0.38 m) as in the case of the plots where the processors were used (average 0.36 m and 0.46 m) (fig. 2). Figure 3 shows that the concentration of injuries in the compared technologies was most frequent at a height of up to 1 metre (81 to 92% of cases). However, the injuries up to the height of a root-collar accounted for more than half of all injuries (from 56 to 60%).

The percentage of injured and damaged saplings in the regeneration was slightly higher on the plots where the technology of timber harvest with a cable winch was applied (tab. 3). Detailed analyses revealed that the differences in the levels of damage to saplings between all three technologies were not significant (fig. 1). From the ecological point of view, the technologies of timber harvesting using a cable winch and processors aggregated with farm tractors are worth recommending for implementation in forest practice, at least in the pine stands subject to early thinning. The recommendation concerning their use in all coniferous stands under thinning needs further investigation.