

Wpływ zrywki konnej na uszkodzenia wierzchnich warstw gleby w trzebieżowych drzewostanach sosnowych

Dariusz Kulak, Arkadiusz Stańczykiewicz, Grzegorz Szewczyk

Abstrakt: Celem pracy było określenie rozmiaru uszkodzeń gleby powstałych w trakcie zrywki konnej w trzebieżowych drzewostanach sosnowych oraz poznanie struktury przestrzennej szkód pozyskaniowych na powierzchniach zrębowych. Prace terenowe wykonano na terenie Nadleśnictwa Zwierzyniec w dwóch drzewostanach, w jednym wykonano trzebież wczesną, a w drugim późną. Naruszenia wierzchniej warstwy gleby w trzebieżach wczesnych stwierdzono na 4,35% powierzchni zrębowej, a w trzebieżach późnych na 4,65%. Objętość powstałych uszkodzeń wyniosła w przeliczeniu na 1 ha 19,2 m³ w trzebieży wczesnej i 27,4 m³ w trzebieży późnej, przy średniej głębokości bruzd powstałych podczas zrywki wleczonej odpowiednio 4,0 cm i 4,8 cm. Stwierdzono występowanie silniejszych uszkodzeń gleby zarówno w wymiarze powierzchniowym, jak i objętościowym – na transektach położonych bliżej linii oddziałowej w stosunku do tych położonych w głębi drzewostanu.

Słowa kluczowe: zrywka konna, szkody pozyskaniowe, sosnowe drzewostany trzebieżowe.

Abstract: **The influence of horse skidding on upper soil layer disturbances in thinned pine stands.** The purpose of this study was defining the area of soil disturbance due to horse skidding in thinned pine stands as well as specifying spatial structure of disturbance due to harvesting in felling areas. Field research was carried out in two stands of Zwierzyniec Forest Inspectorate, out of which one stand underwent early thinning and the other – late thinning. In the case of early thinning, the upper soil layer disturbances were observed on 4.35% of the felling area, and in late thinning – on 4.65%. The volume of disturbance per 1 hectare area was 19.2 m³ in the case of early thinning and 27.4 m³ for late thinning. The average depth of grooves formed during hauling amounted to 4.0 and 4.8 cm respectively. More serious soil disturbances, both in terms of area and volume, were observed on transects which were located closer to the forest-dividing line than on those located deeper in the stand.

Key words: horse skidding, harvesting damage due to harvesting, thinned pine stands.

Wstęp

Zmniejszenie roli zrywki wykonywanej za pomocą zwierząt, związane z szybko postępującą mechanizacją prac pozyskaniowych, prognozowane było od wielu dziesięcioleci (Rodriguez i Fellow 1986). Tak też się stało i w Polsce. Zrywka konna wykorzystywana jest w coraz bardziej ograniczonym zakresie, co związane jest z gwałtownym spadkiem pogłowia tych zwierząt (Gil 2003). Obecnie ich liczba niewiele przekracza 250 tys. sztuk, podczas gdy w latach 60. dwudziestego wieku wynosiła ponad 2,8 mln (GUS 2012). Pomimo licznych wad zrywki wykonywanej za pomocą zwierząt, takich jak bardzo duża pracochłonność wykonywanych operacji (Heirich 1985) i związana z nią mała wydajność (Shrestha i in. 2006, Szewczyk 2010), ta forma transportu drewna ma również rozliczne zalety. Zalecana jest do drzewostanów cechujących się niską intensywnością cięć, rozproszonymi ładunkami, o słabo rozwiniętej sieci szlaków i do zrywki na krótkim dystansie (De Paul i in. 2006), a także do terenów zurbanizowanych oraz obszarów leśnych, na których ochrona środowiska ma szczególne znaczenie (Hedman 1986). Panuje również przekonanie, potwierdzone także wynikami badań naukowych, że zrywka konna jest mało uciążliwa dla środowiska leśnego. Jej stosowanie wiąże się zazwyczaj z niewielkim poziomem szkód pozyskaniowych (Pynn 1991, Stańczykiewicz 2006). Jednak mnogość warunków, w jakich odbywa się pozyskiwanie drewna sprawia, że konieczne jest prowadzenie badań nad wpływem na środowisko leśne jak największej liczby środków zrywkowych w zróżnicowanych warunkach terenowych i drzewostanowych, celem optymalizacji technologii pozyskiwania drewna pod kątem ich wpływu na różne składniki ekosystemów leśnych.

Celem pracy było określenie rozmiaru uszkodzeń gleby powstałych w trakcie zrywki konnej w trzebieżowych drzewostanach sosnowych oraz poznanie struktury przestrzennej stwierdzonych naruszeń na powierzchni zrębowej. Zakres prac ograniczono do dwóch drzewostanów, w których wykonano zabiegi pielęgnacyjne – trzebież wczesną i późną.

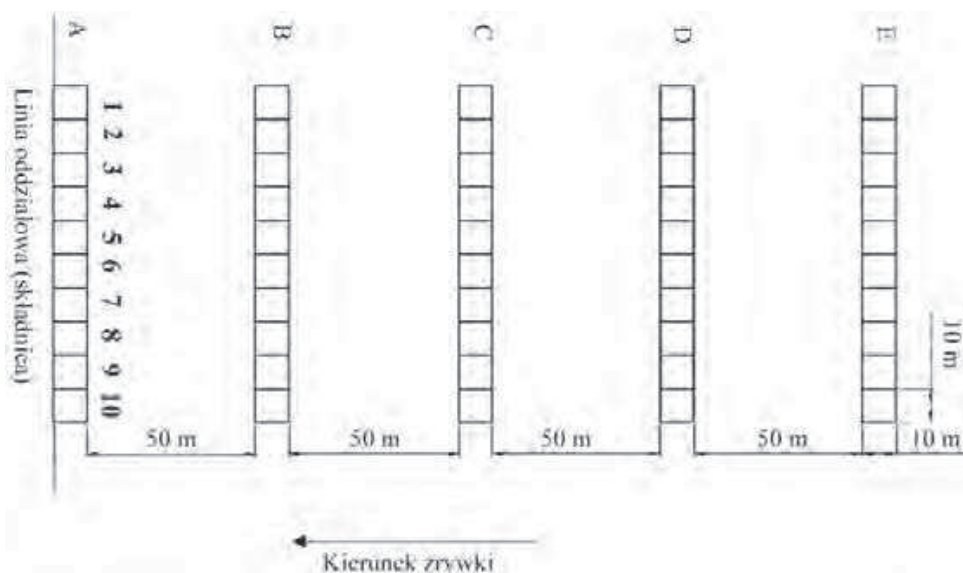
Metodyka

Prace terenowe wykonano na terenie Nadleśnictwa Zwierzyniec położonego na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Lublinie, w dwóch drzewostanach, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Podstawowe cechy drzewostanów, w których przeprowadzono prace badawcze
Table 1. Basic features of the researched stands

Kategoria użytkowania	TWP	TPP
Typ siedliskowy	Bśw	Bśw
Skład gatunkowy	10 So	10 So
Wiek [lata]	30	75
Zadrzewienie	1,0	1,0
Zwarcie	pełne	umiarkowane
Pierśnica [cm]	9	23
Wysokość [m]	12	23
Grubizna [m ³ /ha]	165	253
Gleba	bielicowa właściwa, piasek luźny	bielicowa właściwa, piasek luźny

W wybranych drzewostanach wyznaczono po 5 oznaczonych literami A, B, C, D i E równoległych do siebie transektów o wymiarach 100×10 m, odległość pomiędzy nimi wynosiła 50 m. Dodatkowo transekty podzielone zostały na jednoarowe poletka badawcze o wymiarach 10×10 m. Narożniki poletek zostały oznaczone drewnianymi palikami. Łączna powierzchnia transektów w każdym z drzewostanów wynosiła 0,50 ha. Schemat rozmieszczenia transektów i poletek przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Rozmieszczenie transektów w drzewostanie

Fig. 1. Transect arrangement in a stand

W obu drzewostanach pilarz za pomocą pilarki spalinowej ścinał i okrzesał drzewa wyznaczone do usunięcia przez pracowników Nadleśnictwa. Następnie okrzesałe strzały zrywane były z użyciem koni w sposób wleczony do linii oddziałowej pełniącej funkcję składowej przejściowej. W trzebieży wczesnej jeden ładunek stanowiły 2–4 drzewa, a w trzebieży późnej pojedyncze drzewa. Zrywka wykonana została bez uprzedniego wyznaczenia szlaków wewnątrz drzewostanu. Całość prac pozyskaniowych wykonana została w czerwcu i lipcu.

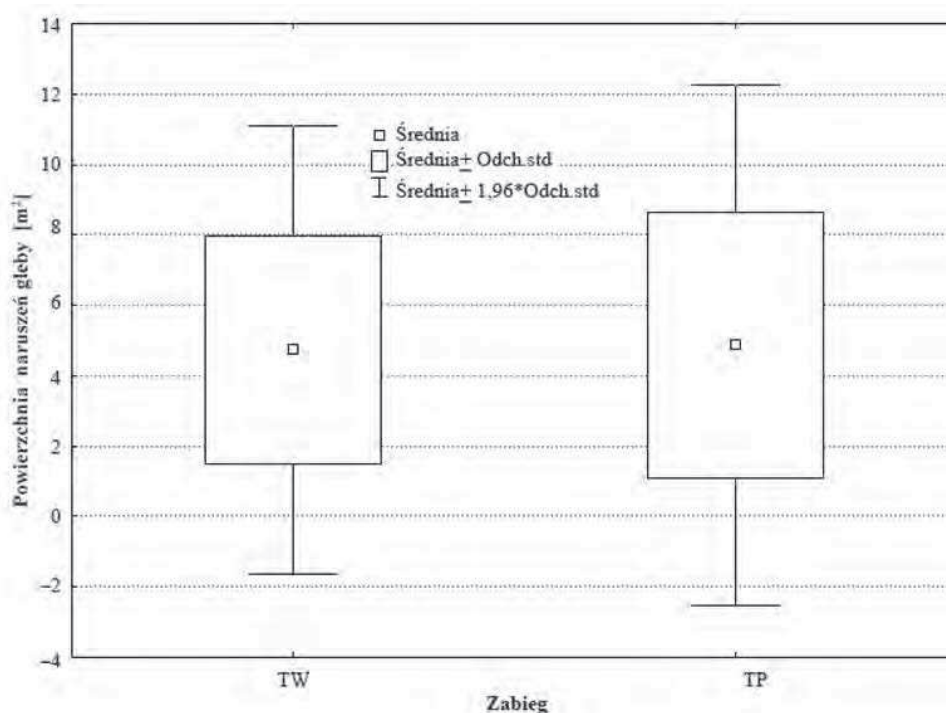
Po zakończeniu prac pozyskaniowych na poletkach badawczych wykonano inwentaryzację powstałych naruszeń wierzchniej warstwy gleby, mierząc za pomocą taśmy ich długość oraz szerokość i głębokość z dokładnością do 1 cm. Pierwotny poziom gruntu ustalano za pomocą drewnianej łaty.

Do analiz statystycznych wymiarów powstałych uszkodzeń wykorzystano test t-Studenta, analizę wariancji oraz test NIR.

Wyniki i ich analiza

Przeprowadzone zabiegi pielęgnacyjne cechowały się różną intensywnością cięć oraz średnią masą wycinanych drzew. W trakcie wykonywania trzebieży wczesnej usunięto z półhektarowej powierzchni badawczej 208 drzew o średniej miąższości 0,045 m³. Intensywność cięć wyniosła zatem 416 szt./ha, zaś w wymiarze miąższościowym 18,7 m³/ha. Podczas trzebieży późnej wycięto 54 drzewa o średniej miąższości 0,32 m³. Daje to intensywność cięć 108 szt./ha i 34,6 m³/ha.

Rozmiar naruszonej gleby w porównywanych zabiegach był zbliżony. W trzebieżach wczesnych uszkodzenia powstały na 4,35% powierzchni zrębowej, zaś w trzebieżach późnych na 4,65%. Analizie statystycznej poddano powierzchnię naruszonej gleby na poletkach badawczych – 46 reprezentujących zabieg trzebieży wczesnej i 48 z trzebieży późnej. Liczebności te wynikały z tego, że szkody wystąpiły nie na wszystkich poletkach. Ich podstawowe statystyki opisowe przedstawiono na ryc. 2.

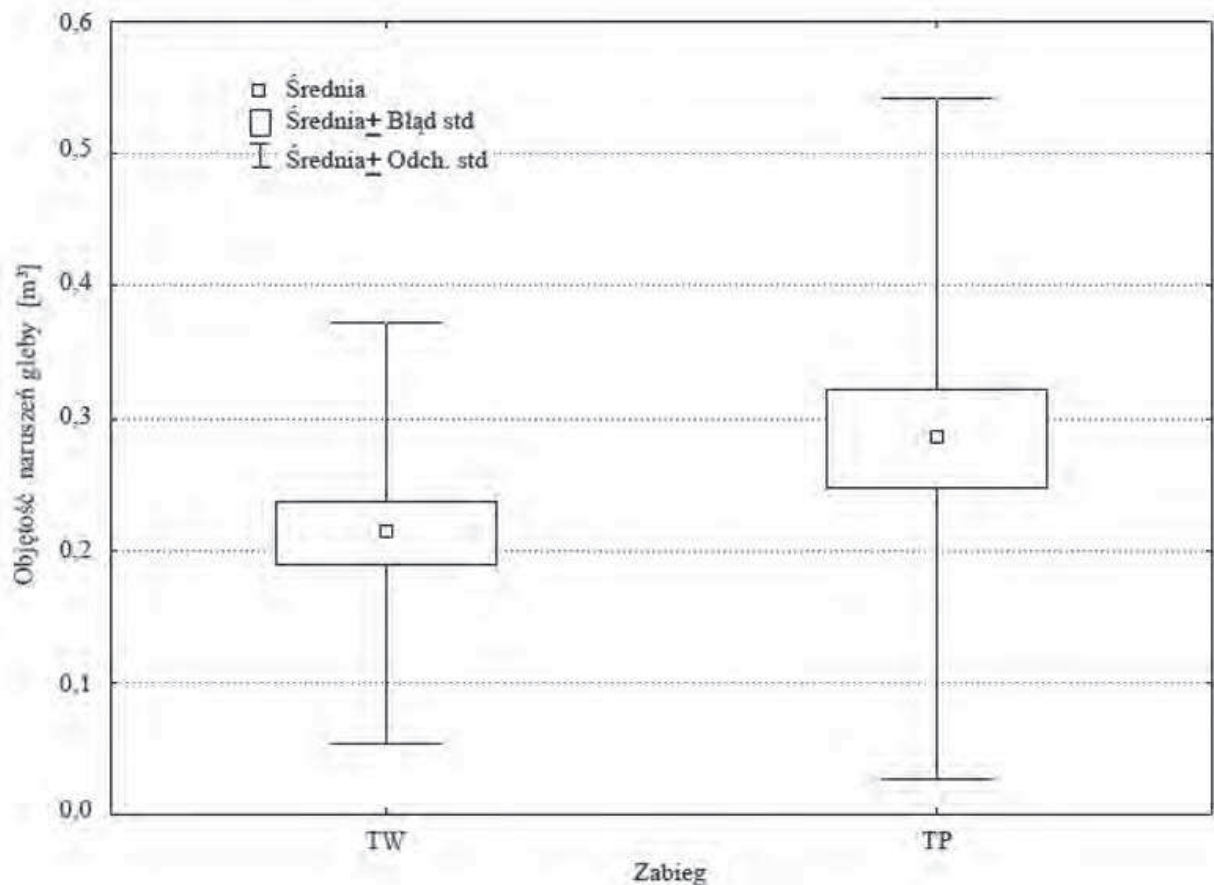


Ryc. 2. Statystyki pozycyjne powierzchni uszkodzeń gleby
Fig. 2. Order statistics of disturbed soil area

Test t-Studenta wykazał ($p = 0,862$), że średnia powierzchnia naruszonej gleby ($TW = 4,73 \text{ m}^2$, $TP = 4,85 \text{ m}^2$) nie różnicuje statystycznie istotnie porównywanych zabiegów. Potwierdzają to również obserwowane na ryc. 2 niewielkie zmienności powierzchni naruszonej gleby.

Uzyskane wyniki w zakresie udziału naruszonej gleby nie odbiegają zasadniczo od podawanych w literaturze. Przykładowo w sosnowych drzewostanach północnych Włoch przy wykonywaniu cięć sanitarnych – usuwaniu szkód od wiatru – zrywka konna powodowała uszkodzenia na najwyżej 3,5% terenu objętego cięciami (Spinelli i in. 2012). Podobne wyniki uzyskano dla 35–45-letnich drzewostanów trzebieżowych w Polsce, gdzie zrywka konna spowodowała naruszenia gleby na około 3% powierzchni zrębowej (Porter 1997). Suwała (1999) podaje, że w trzebieżach późnych uszkodzenia gleby mogą zajmować 4,5% powierzchni zrębowej. W górskich drzewostanach jodłowych szkody od zrywki konnej mogą być mniejsze i sięgać 1,2% w trzebieżach wczesnych i 3,1% w trzebieżach późnych (Sowa i Kulak 2008).

Objętość powstałych w trakcie prac pozyskaniowych uszkodzeń wyniosła, w przeliczeniu na 1 ha, $19,2 \text{ m}^3$ w trzebieży wczesnej i $27,4 \text{ m}^3$ w trzebieży późnej. Zmienność objętości naruszeń wierzchnich warstw gleby zmierzonych na poletkach pomiarowych przedstawiono na ryc. 3.

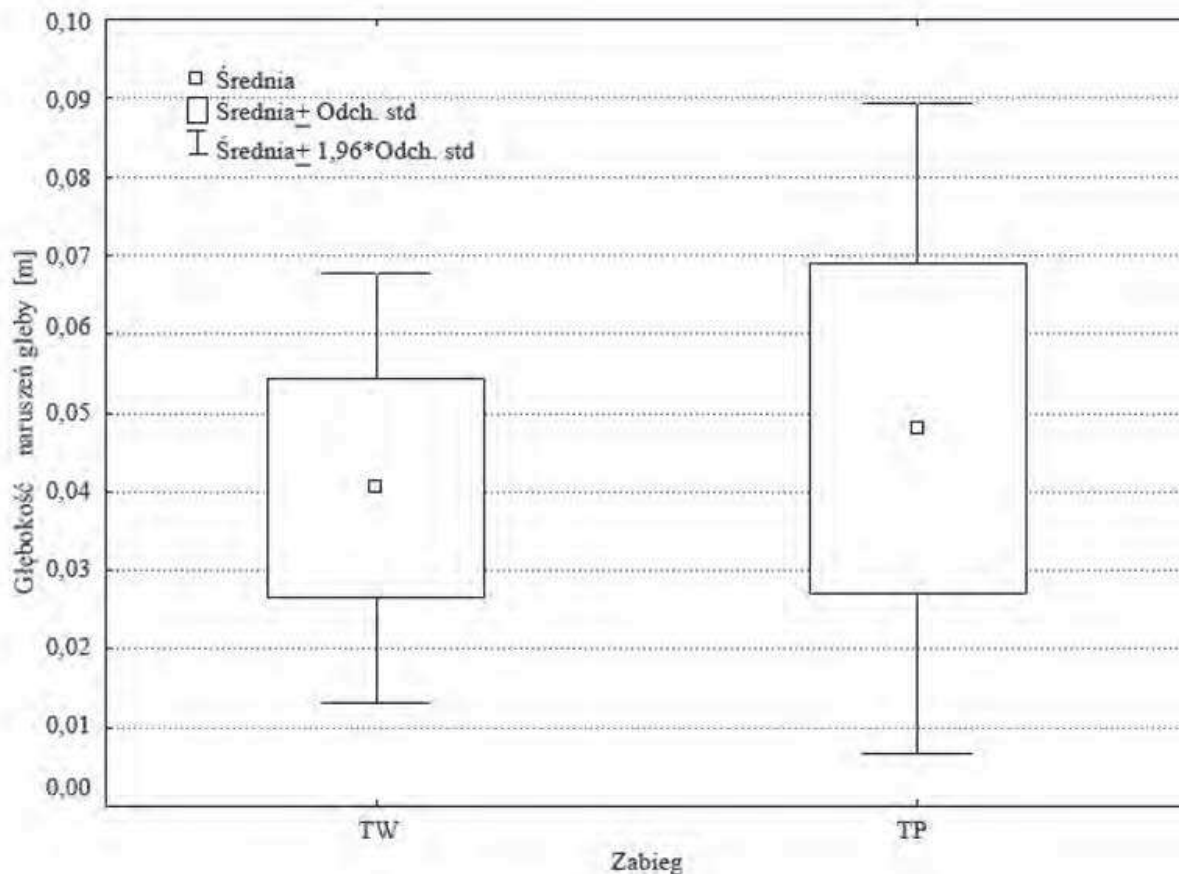


Ryc. 3. Statystyki pozycyjne objętości uszkodzeń gleby
Fig. 3. Order statistics of disturbed soil volume

W trzebieżach wczesnych średnia objętość naruszeń wyniosła 0,21 m³ na jednoarową powierzchnię próbną, przy wartości minimalnej 0,003 m³, maksymalnej 0,59 m³ i odchyleniu standardowym równym 0,16 m³. W trzebieżach późnych uzyskano odpowiednie następujące wyniki: średnia – 0,28 m³, zakres – 0,008–1,53 m³ oraz odchylenie standardowe – 0,26 m³. Test t-Studenta ($p = 0,038$) wykazał, że średnia objętość uszkodzeń powstałych w trzebieżach wczesnych jest statystycznie istotnie mniejsza niż w trzebieżach późnych. Wpływ wieku drzewostanu, a tym samym miąższości ścinanych i zrywanych drzew na szkody powstałe w środowisku leśnym, zauważony został przez wielu badaczy (Cline 1991, Johns i in. 1996, Vasiliaskas 2001, Stańczykiewicz 2010). W krajowych warunkach, w trzebieżach późnych drzewostanów sosnowych Suwała (1999) ustalił objętość bruzd i śladów kopyt po zrywce na około 20 m³/ha.

Obserwowane pomiędzy obydwoma zabiegami różnice w objętości uszkodzeń gleby przy jednocześnie zbliżonej ich powierzchni świadczą o tym, że musiały się one cechować różnymi głębokościami. Na ryc. 4 przedstawiono głębokości naruszeń gleby w obu kategoriach użytkowania.

W trzebieżach wczesnych średnia głębokość powstałych od zrywki wleczonej bruzd wyniosła 4,04 cm, a w trzebieżach późnych 4,81 cm. Przeprowadzony test t-Studenta wykazał ($p = 0,000$), że różnica ta jest istotna statystycznie. Maksymalne obserwowane głębokości uszkodzeń wyniosły 9 cm w trzebieżach wczesnych i 13 cm w późnych. Uzyskane wyniki są



Ryc. 4. Statystyki pozycyjne głębokości uszkodzeń gleby

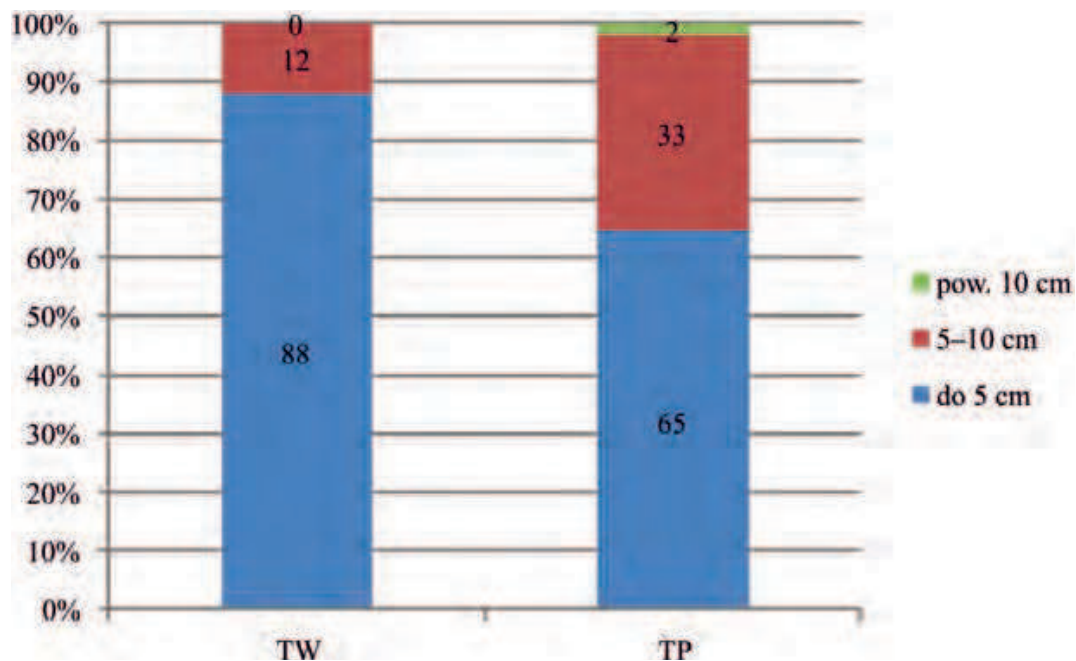
Fig. 4. Order statistics of disturbed soil depth

zbliżone do literaturowych – w trzebieżach późnych wykonywanych w sośninach, głębokości bruzd wyłobionych czołami dłuźyc wleczonych za pomocą koni wyniosły 4,9 cm (Suwała 1999). Głębokość uszkodzeń ma duże znaczenie w procesie niszczenia korzeni roślinności leśnej. Demko (1993) podaje, że w 30-centymetrowej wierzchniej warstwie gleby znajduje się do 90 procent korzeni gatunków iglastych, a w warstwie do 10 cm – 90% korzeni przewodzących. Kaźmierczakowa (1971) zaobserwowała, że zasadnicza, tj. 95%, masa korzeni runa skupia się w górnej, 5-centymetrowej warstwie gleby. Na rycinie 5 zestawiono udziały liczebności powstałych uszkodzeń w klasach ich głębokości.

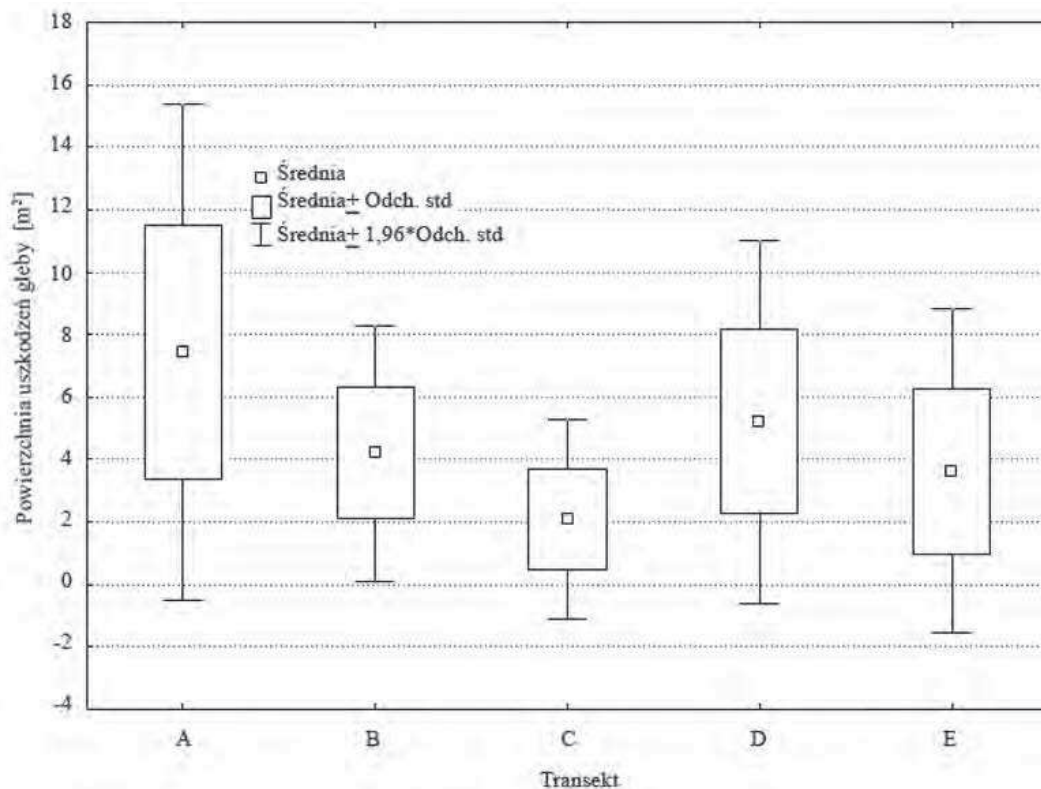
W obydwu kategoriach użytkowania dominowały bruzdy płytkie, do 5 cm, stanowiąc w TW blisko 90% wszystkich uszkodzeń, a w TP 65%. Naruszenia gleby głębsze niż 10 cm stwierdzono wyłącznie w drzewostanie z trzebieżą późną i to w znikomym, zaledwie 2% udziale.

Generalnie, biorąc pod uwagę głębokości uszkodzeń i ich udział powierzchniowy, zaobserwowane zmiany w pokrywie glebowej należy uznać za niewielkie.

W celu określenia przestrzennego rozmieszczenia szkód pozyskaniowych w badanym drzewostanie, określono ich powierzchnię i objętość na poszczególnych transektach, osobno dla porównywanych kategorii użytkowania. Statystyki opisowe naruszeń gleby powstałych na poszczególnych transektach podczas wykonywania zabiegu trzebieży wczesnej przedstawiono na ryc. 6.



Ryc. 5. Klasyfikacja uszkodzeń gleby według ich głębokości
 Fig. 5. Classification of soil disturbance according to disturbance depth



Ryc. 6. Statystyki pozycyjne powierzchni uszkodzeń gleby powstałych na transektach w trzebieżach wczesnych
 Fig. 6. Order statistics of disturbed soil areas on transects during early thinning

Zauważalny jest spadek średniej powierzchni naruszonej gleby na transektach A–C, a następnie (D i E) pewien jej wzrost. Dla określenia istotności obserwowanych różnic zastosowano analizę wariancji. Jej wyniki ($F = 3,976$, $p = 0,008$) wskazują, że różnice pomiędzy średnią powierzchnią uszkodzeń gleby powstałych na poszczególnych transektach są statystycznie istotne. Dla sprawdzenia, pomiędzy którymi transektami różnice były istotne, przeprowadzono test NIR (tabela 2).

Wykazał on, że średnia powierzchnia uszkodzeń gleby powstałych na pierwszym transekcie jest statystycznie istotnie większa od stwierdzonych na pozostałych transektach, z wyjątkiem D. Szkody obserwowane na tym transekcie są również istotnie różne od tych z powierzchni C, gdzie były one najmniejsze.

Tab. 2. Wyniki testu NIR dla powierzchni uszkodzeń na poszczególnych transektach w trzebieżach wczesnych

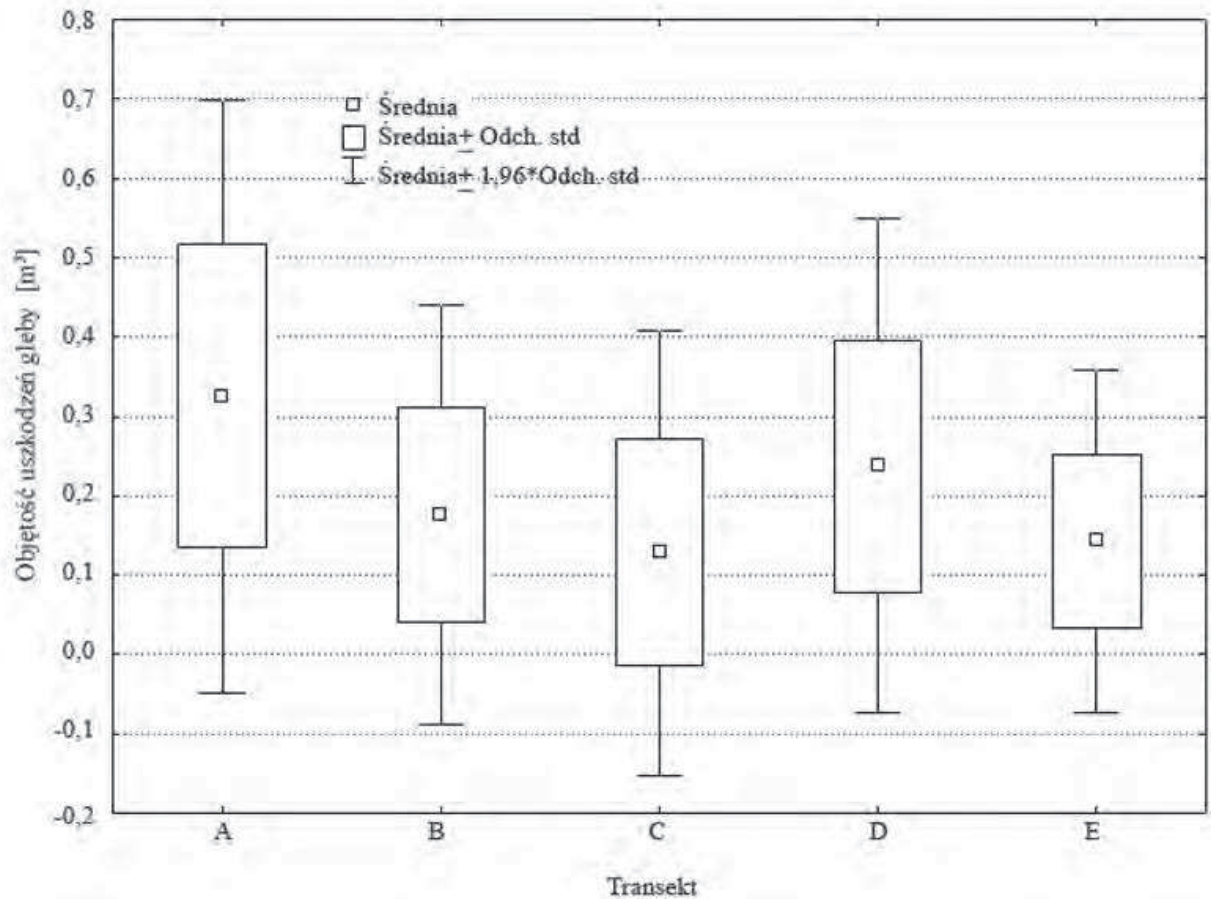
Table 2. Least Significant Difference (LSD) test results for disturbed soil areas on specific transects during early thinning

Transekt	A	B	C	D	E
A		0,016	0,001	0,092	0,005
B	+		0,163	0,436	0,658
C	+	–		0,042	0,308
D	–	–	+		0,224
E	+	–	–	–	

Różnice istotne statystycznie oznaczono plusem (+), a nieistotne minusem (–)

Zróznicowanie objętości naruszeń wierzchniej warstwy gleby na poszczególnych transektach w trzebieżach wczesnych przedstawiono na ryc. 7.

Trend zmian objętości uszkodzeń w drzewostanie jest taki sam, jak powierzchni. Największymi objętościami cechowały się naruszenia gleby z transektów A i D, najmniejszymi zaś – z C. Wykonana analiza wariancji ($F = 2,623$, $p = 0,048$) wykazała, że objętość uszkodzeń statystycznie istotnie różnicuje wyznaczone transekty. Zgodnie z wynikami testu NIR (tabela 3) różnice takie wystąpiły pomiędzy objętością uszkodzeń powstałych na transekcie A oraz transektami B, C i E. Podobną analizę jak dla trzebieży wczesnych wykonano również dla trzebieży późnych. Zmienność powierzchni powstałych tam uszkodzeń zestawiono na ryc. 8.

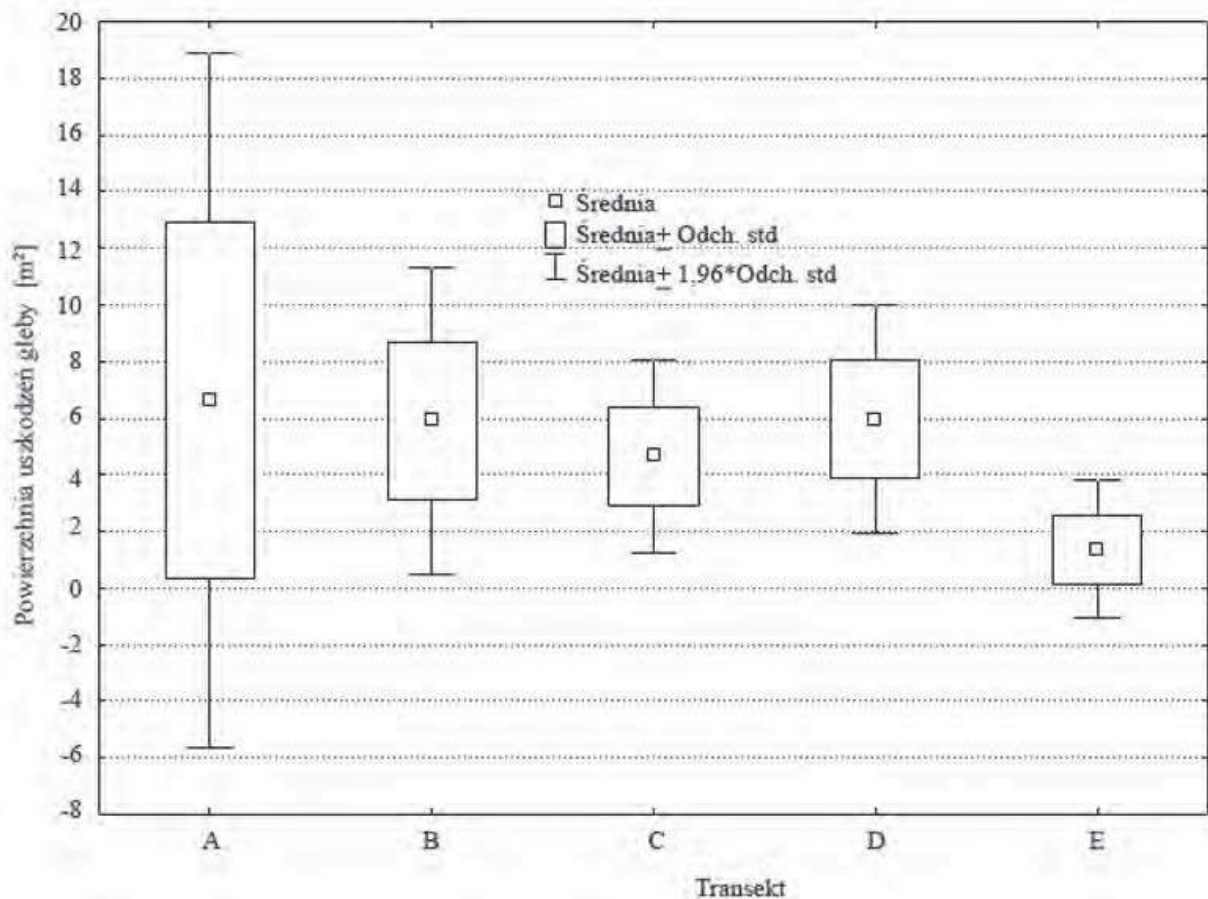


Ryc. 7. Statystyki pozycyjne objętości uszkodzeń gleby powstałych na transektach w trzebieżach wczesnych
 Fig. 7. Order statistics of soil disturbance volume on transects during early thinning

Tab. 3. Wyniki testu NIR dla objętości uszkodzeń na transektach w trzebieżach wczesnych
 Table 3. LSD test results for disturbed soil volume on transects during early thinning

Transekt	A	B	C	D	E
A		0,031	0,015	0,195	0,009
B	+		0,542	0,370	0,621
C	+	-		0,169	0,854
D	-	-	-		0,168
E	+	-	-	-	

Różnice istotne statystycznie oznaczono plusem (+), a nieistotne minusem (-)



Ryc. 8. Statystyki pozycyjne powierzchni uszkodzeń gleby powstałych na transektach w trzebieżach późnych

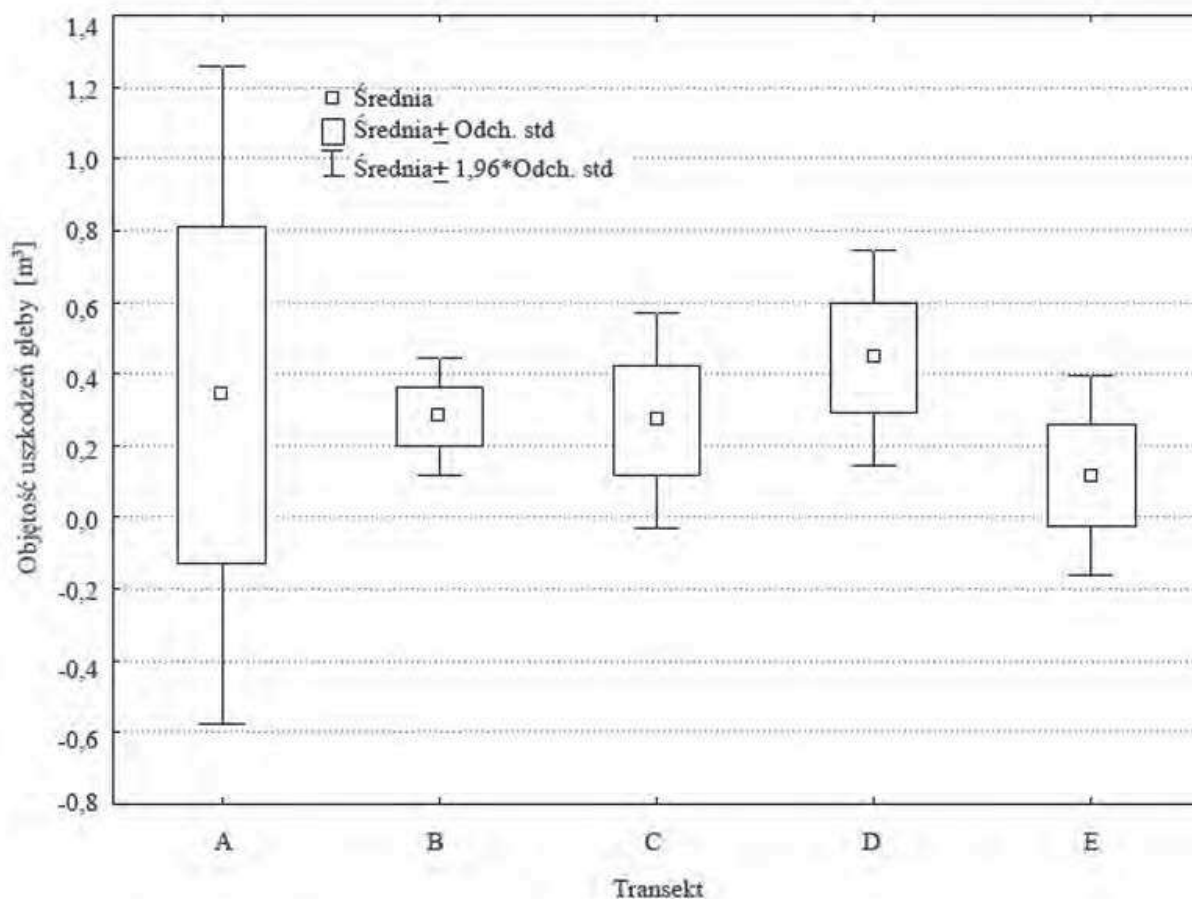
Fig. 8. Order statistics of soil disturbance areas on transects during late thinning

Analiza wariancji wykazała, że różnice powierzchni uszkodzeń obserwowane na ryc. 7 są istotne statystycznie ($F = 3,808$, $p = 0,010$). Średnia powierzchnia uszkodzeń na transektach A–D była zbliżona i zawierała się w przedziale $4,65$ – $6,62$ m². Wyraźnie mniejsza ($1,36$ m²) była zaś średnia powierzchnia gleby uszkodzonej na poletkach zlokalizowanych na transekcje E. Wykonany test NIR wykazał, że tylko ta różnica, tj. pomiędzy transektem E i wszystkimi pozostałymi, jest istotna statystycznie.

Objętości uszkodzeń powstałych na kolejnych transektach w trzebieżach późnych przedstawiono na ryc. 9.

Zauważyć można, że objętości uszkodzeń stwierdzonych na transekcje A (przyległym do linii oddziałowej) cechowały się największą zmiennością. Średnia objętość uszkodzeń była zróżnicowana i zawierała się w przedziale od $0,12$ do $0,45$ m³. Jednak analiza wariancji ($F = 2,171$, $p = 0,088$) wykazała, że cecha ta nie różnicuje szkód na poszczególnych transektach.

Zjawisko nasilonych szkód w pobliżu szlaków zrywkowych zostało już opisane dla technologii bazujących na zrywce za pomocą ciągników gąsienicowych, rolniczych czy też kolejek linowych (Spinelli i in. 2010), jak również niewielkich wciągarek napędzanych silnikiem pilarki (Sowa i Kulak 2007).



Ryc. 9. Statystyki pozycyjne objętości uszkodzeń gleby powstałych na poszczególnych transektach w trzebieżach późnych

Fig. 9. Order statistics of soil disturbance volume on transects during late thinning

Wnioski

1. W analizowanych zabiegach pielęgnacyjnych, naruszenia wierzchnich warstw gleby w wymiarze powierzchniowym były zbliżone i niewielkie – nie przekraczały 5% powierzchni.
2. Średnia powierzchnia naruszonej gleby nie różnicowała istotnie statystycznie obydwu zabiegów trzebieżowych.
3. W trzebieżach wczesnych średnia objętość naruszeń gleby wyniosła 0,21 m³/ar, zaś w późnych – 0,28 m³/ar. Objętość uszkodzonej gleby leśnej różnicowała porównywane zabiegi w sposób statystycznie istotny.
4. Bruzdy powstałe w trzebieżach późnych były głębsze (4,8 cm) niż obserwowane w trzebieżach wczesnych (4,0 cm). Różnice te są statystycznie istotne.
5. Uszkodzenia płytkie, o głębokości do 5 cm, były dominujące i stanowiły w trzebieżach wczesnych blisko 90%, a w późnych 65% wszystkich uszkodzeń. Bruzdy głębokie, tj. powyżej 10 cm, wystąpiły tylko w trzebieżach późnych – w niewielkim 2% udziale.
6. W obydwu kategoriach użytkowania największe szkody wystąpiły na transekcje przyległym do linii oddziałowej. Jednak tylko w trzebieżach wczesnych zostało to udowodnione statystycznie.

Literatura

- Cline M.L., Hoffman B.F., Cyr M., Bragg W. 1991. Stand Damage Following Whole-Tree Partial Cutting in Northern Forests. *Northern Journal of Applied Forestry*, 8 (2): 72–76.
- Demko J. 1993. Zhutnovanie lesnych pod pri sustredovani dreva. *Acta Fac. For. T.*, 35: 333–343.
- De Paul M., Lombaerde F., Jourez B. 2006. Approche économique du cheval en forêt. *Forêt Wallonne*, 81: 15–25.
- Gil W. 2003. Strategie redukcji szkód pozyskaniowo-zrywkowych – standaryzacja i klasyfikacja szkód glebowy. *Sylwan*, 147 (5):76–85.
- GUS 2012. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2012 r. Warszawa.
- Hedman L. 1986. The horse in forestry. *Small Scale Forestry*, 1: 13–17.
- Johns J.S., Barreto P., Uhl C. 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 89 (1–3): 59–77.
- Każmierczakowa R. 1971. Ekologia i produkcja runa świetlistej dąbrowy i grądu w rezerwach Kwiatówka i Lipny Dół na Wyżynie Małopolskiej. *Studia Naturae. Zakład Ochrony Przyrody PAN, PWN Kraków*.
- Porter B. 1997. Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych. *Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa*.
- Pynn L. 1991. Logging with horse power. *Canadian Geographic*, 3(4): 31–35.
- Rodriguez E., Fellow A. 1986. Wood extraction with oxen and agricultural tractors. *FAO Forestry Paper*, 49: 1–92.
- Shrestha S., Lanford B., Rummer R., Dubois M. 2006. Utilization and cost of log production from animal logging operations. *International Journal of Forest Engineering*, 16 (2): 167–180.
- Sowa J.M., Kulak D. 2007. Poziom uszkodzeń powierzchniowych warstw gleby powstałych podczas zrywki konnej i wykonanej wciągarką napędzaną silnikiem pilarki w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. W: Więsik J. (red.). *Technika i technologia w leśnictwie polskim. Monografia wydana z okazji 50-lecia ZML SGGW. Wyd. SGGW*. 80–88.
- Sowa J.M., Kulak D. 2008. Wpływ zrywki konnej na pokrywą glebową w trzebieżowych drzewostanach jodłowych. W: Messingerova V. (red.). *Integrované Ťažbovo-Dopravné Technologie, Integrated Logging Technology. Technická Univerzita vo Zvolene*. 185–194.
- Spinelli R., Magagnotti N., Nati C. 2010. Benchmarking the impact of traditional small-scale logging systems used in Mediterranean forestry. *Forest Ecology and Management*, 260 (11): 1997–2001.
- Spinelli R., Lombardini C., Magagnotti N. 2012. Salvaging windthrown trees with animal and machine systems in protected areas. *Ecological Engineering*, 53: 61–67.
- Stańczykiewicz A. 2006. Poziom uszkodzeń odnowienia w wyniku stosowania ręczno-maszynowych technologii pozyskiwania drewna. *Acta Agraria et Silvestria*, 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: Cavali R., Grigolato S. (red.). *Mat. Międzynar. Konfer. Nauk. FORMEC 2010, Padwa*. 1–9.
- Suwała M. 1999. Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. *Prace IBL*. 873.

- Szewczyk G. 2010. Czasochłonność zrywki konnej w drzewostanach trzebieżowych. *Sylvan*, 154 (1): 52–63.
- Vasiliauskas R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, 74 (4): 319–336.

Dariusz Kulak, Arkadiusz Stańczykiewicz, Grzegorz Szewczyk
Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
rkkulak@cyf-kr.edu.pl,
rlstancz@cyf-kr.edu.pl,
rlszewcz@cyf-kr.edu.pl