

CHARAKTERYSTYKA USZKODZEŃ POWIERZCHNIOWYCH WARSTW GLEBY PODCZAS ZRYWKI DREWNA CIĄGNIKAMI ROLNICZYMI W TRZEBIEŻOWYCH DRZEWOSTANACH SOSNOWYCH

Janusz M. Sowa, Dariusz Kulak

Katedra Użytkowania Lasu i DREWNA, Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Celem badań było określenie rozmiaru i poznanie cech charakterystycznych naruszeń pokrywy glebowej powstałych w trakcie wykonywania zrywki drewna za pomocą ciągników rolniczych. Zakres prac ograniczono do niżowych, trzebieżowych drzewostanów sosnowych. Zrywka drewna w trzebieżach wczesnych spowodowała zniszczenia pokrywy glebowej na 2,57% powierzchni zrębowej, a w późnych na 3,63% zrębu. Dominującą formą uszkodzeń były ubicia, których udział w trzebieżach wczesnych wyniósł 84%, zaś w późnych 67%. Z przeprowadzonych analiz wynika, że o zaobserwowanych w badaniach różnicach w poziomie szkód w wierzchniej warstwie gleby pomiędzy trzebieżami wczesnymi i późnymi zdecydowała liczba powstałych naruszeń gleby, a nie powierzchnia pojedynczych uszkodzeń.

Słowa kluczowe: trzebież, zrywka, ciągnik rolniczy, szkody, gleba

Wstęp

Proces pozyskiwania surowca drzewnego nierozzerwalnie związany jest z uszkodzeniami różnych składników ekosystemów leśnych. Szkody powstałe w drzewostanach przedrębnych należy uznać za szczególnie dotkliwe, gdyż będą one odczuwalne jeszcze przez wiele lat. W związku z tym jeden zabieg nadmiernie niszczący środowisko leśne może zniweczyć wieloletni trud hodowlany leśników prowadząc do uszkodzeń drzew, pogorszenia warunków ich wzrostu i stanu sanitarnego lasu. Dotychczasowe doświadczenia wskazują jednak, że odpowiednio dobrane środki techniczne, technologie oraz organizacja pracy mogą ograniczać niekorzystny wpływ prac zrębowych na środowisko leśne. Wynika z tego, że badania nad najmniej szkodliwymi sposobami pozyskiwania surowca drzewnego są nadal aktualne i ważne tak z praktycznego jak i naukowego punktu widzenia. W celu ograniczenia w przyszłości uszkodzeń ekosystemów leśnych podczas pozyskiwania drewna konieczne jest poznanie nie tylko ogólnego rozmiaru szkód w różnych drzewostanach, ale także cech charakterystycznych powstałych uszkodzeń, jak przykładowo prawdopodobieństwo ich wystąpienia, czy poszczególne wymiary. W chwili obecnej szczególnie interesujące wydają się badania zmierzające do określenia poziomu i charakteru szkód, jakie wywoływane są w polskich lasach przez jeden z najczęściej stosowanych środków zrywkowych, jakim jest ciągnik rolniczy.

Celem pracy było określenie rozmiaru i poznanie cech charakterystycznych naruszeń pokrywy glebowej powstałych w trakcie wykonywania zrywki drewna za pomocą ciągników rolniczych. Zakres prac ograniczono do niżowych, trzebieżowych drzewostanów sosnowych.

Metodyka

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Krzeszowice (RDLP Kraków) w dwóch oddziałach, w których sosna była gatunkiem dominującym. W jednym oddziale (A) wykonano zabieg trzebieży wczesnej, w drugim (B) trzebieży późnej. Podstawowe ich charakterystyki zestawiono w tabeli 1:

Tabela 1. Podstawowe cechy drzewostanów, w których wykonano badania
Table 1. Basic characteristics of investigated stands

Symbol drzewostanu	A	B
Wiek	30	50
Zabieg	TWP	TPP
Zadrzewienie	0,8	0,8
Zwarcie	um	um
Zasobność [$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$]	115	230
TSL	LMśw	BMw
Bonitacja	I	I,5
Średnia pierśnica [cm]	14	22

Źródło: Plan Urządzania lasu dla lasów Nadleśnictwa Krzeszowice na okres 2002 – 2011

Prace zrębowe wykonano w okresie letnim. Ścinka wykonana została przez pilarzy za pomocą pilarek spalinowych. Drewno wyrabiano w długości 1,25 m oraz w dłużycach. Zrywka wykonana została za pomocą ciągników rolniczych w sposób nasiębierny w koszach montowanych na podnośniku (surowiec stosowy) oraz wleczony (dłużyce). Sposób wykonania zrywki związany był z podejżdżaniem ciągników do zrywanego surowca w głębi drzewostanu.

W drzewostanach A i B założono po 16 jednoarowych kołowych powierzchni próbnych, opartych na siatce prostokątów o boku 25×50 m. Wykorzystując popularne [Dyrness 1965; Porter 1997; Wästerlund 1992] klasyfikacje szkód w glebie, wyróżniono dwie formy uszkodzeń:

a) ścięcie pokrywy glebowej – odsłonięcie głębszych warstw, z naruszeniem gleby mineralnej – najczęściej w formie wyżłobień utworzonych poprzez zerwanie gleby czołami wleczonego drewna.

b) ubicia gleby – wyraźne ślady ubicia dokonanego podczas zrywki przez pojazd lub ładunek drewna.

Na każdej kołowej powierzchni próbnej wykonano pomiary widocznych naruszeń gleby określając za pomocą taśmy z dokładnością do 0,01 m długość każdego z nich oraz szerokość mierzoną co 0,5 m.

W ramach prac kameralnych obliczono powierzchnię pomierzonych uszkodzeń oraz poddano obróbce statystycznej uzyskane dane z wykorzystaniem programu komputerowego STATISTICA 6.0 PL [StatSoft Inc. 2004].

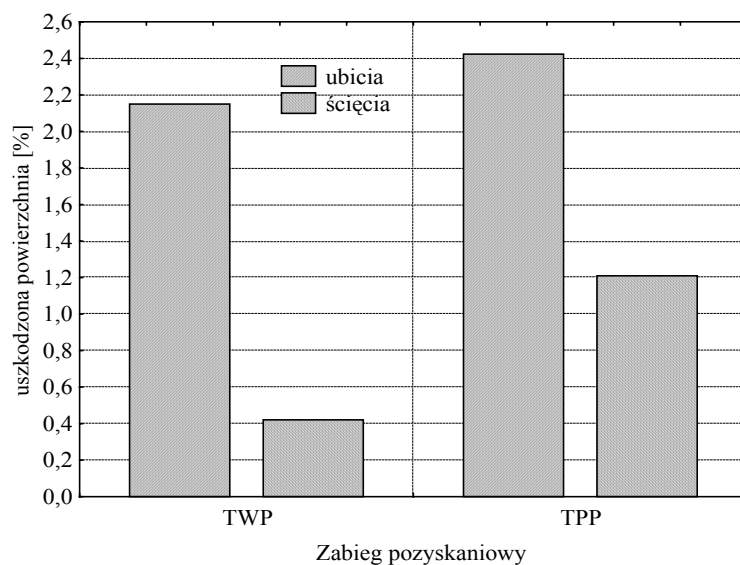
Wyniki

Po zestawieniu wyników obliczono udział naruszonej gleby w obydwu zabiegach. Zrywka drewna w trzebieżach wczesnych spowodowała zniszczenia pokrywy glebowej na 2,57% powierzchni zrębowej. W trakcie trzebieży późnych dewastacji uległa większa powierzchnia – 3,63% zrębu. Uzyskane wyniki są podobne do podawanych przez innych autorów dla zbliżonych warunków. Przykładowo według Portera [1997] zrywka drewna ciągnikami rolniczymi w sosnowych drzewostanach II i III klasy wieku skutkuje uszkodzeniami od 3,1 do 3,8% powierzchni manipulacyjnej, w zależności od technologii w jakiej używana była ta maszyna. Według Suwały [1995] w niżowych drzewostanach sosnowych, w których realizowane są trzebieże późne, odsetek naruszonej gleby wynosi w zależności od technologii od 4,45 do 11,4% powierzchni zrębu, przy czym autor ten nie uwzględniał zrywki ciągnikiem rolniczym.

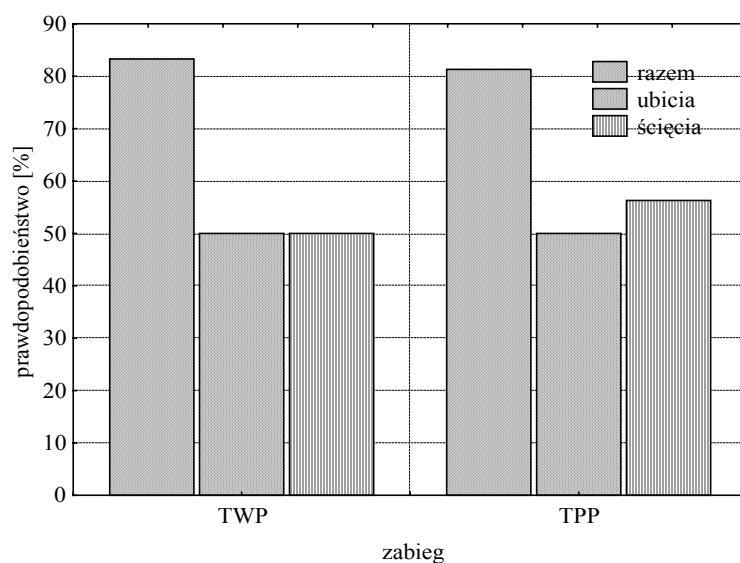
Na rys. 1 przedstawiono, jaki był udział wyróżnionych typów uszkodzeń gleby w badanych drzewostanach. Zauważyć można, że zarówno w trzebieżach wczesnych, jak i późnych dominującą formą uszkodzeń były ubicia. Stwierdzono niewielką różnicę pomiędzy wielkością ubić, jakie powstały w obu porównywanych zabiegach. Różny był w związku z tym udział analizowanych form uszkodzeń gleby w całkowitym ich poziomie. W trzebieżach wczesnych ubicia stanowiły blisko 84% stwierdzonych uszkodzeń, podczas gdy w trzebieżach późnych 67%. Wyniki te są wyższe od uzyskanych przez Grodeckiego i in. [2002], którzy stwierdzili, że zrywka za pomocą ciągników skutkuje ponad 50-procentowym udziałem ubić w całości uszkodzeń gleby. Duży udział ubić należy wiązać ze stosowanym środkiem zrywkowym i metodą jego użycia. Poruszający się po całej powierzchni manipulacyjnej ciągnik rolniczy głównie ubija glebę. W obydwu porównywanych zabiegach ciągnik podjeżdżał do sortymentów stosowych rozmieszczonych w przybliżeniu równomiernie w całym drzewostanie. Ściecia powiązane są raczej ze zrywką drewna długiego, które miało miejsce w zasadzie tylko w trzebieży późnej.

Wykonanie pomiarów uszkodzeń gleby na powierzchniach próbnych umożliwiło określenie prawdopodobieństwa, z jakim występowały analizowane formy szkód, poprzez obliczenie udziału kołowych powierzchni próbnych z uszkodzeniami w stosunku do wszystkich założonych powierzchni (rys. 2).

Prawdopodobieństwo wystąpienia którejkolwiek z analizowanych form uszkodzeń gleby w obydwu analizowanych zabiegach było podobne i wynosiło niewiele ponad 80%. Ubicia w porównywanych drzewostanach były równie prawdopodobne. Szansa na ich zaistnienie wynosiła 50%. Porównując uzyskane wyniki do prezentowanych przez innych autorów należy uznać, że obliczone wartości prawdopodobieństw są stosunkowo wysokie.



Rys. 1. Powierzchnia wyróżnionych form uszkodzeń gleby
Fig. 1. Primary properties of examined tree stands



Rys. 2. Prawdopodobieństwa wystąpienia analizowanych form uszkodzeń gleby
Fig. 2. Probabilities for occurrence of analysed soil damage forms

Przykładowo Gil i in. [1987] podają, że prawdopodobieństwo uszkodzeń gleby w górskich drzewostanach rębnych wynosi 60-69%, w tym ubić 19-44%. W zbliżonych warunkach Gordjenko [1992] szansę uszkodzenia gleby ocenił na 34-79%. Prawdopodobieństwo ścięć gleby w trzebieżach późnych było nieco większe (56,3%), niż we wczesnych (50,0%). Obserwowane niewielkie zróżnicowanie wartości prawdopodobieństw wystąpienia uszkodzeń gleby w analizowanych zabiegach (rys. 2) nie uzasadnia przedstawionych na rys. 1 różnic w udziale uszkodzeń w obu zabiegach. Przypuszczać więc należy, że tkwią one w wielkości pojedynczego naruszenia pokrywy glebowej, bądź też liczbie zaobserwowanych uszkodzeń gleby.

Rozkłady empiryczne powierzchni uszkodzeń poddano testowi Shapiro-Wilka. Umożliwiło to ocenę, czy zmienną tą opisywać za pomocą statystyk parametrycznych, czy też nieparametrycznych. Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 2.

Tabela 2. Wyniki testów Shapiro-Wilka (powierzchnia uszkodzeń)

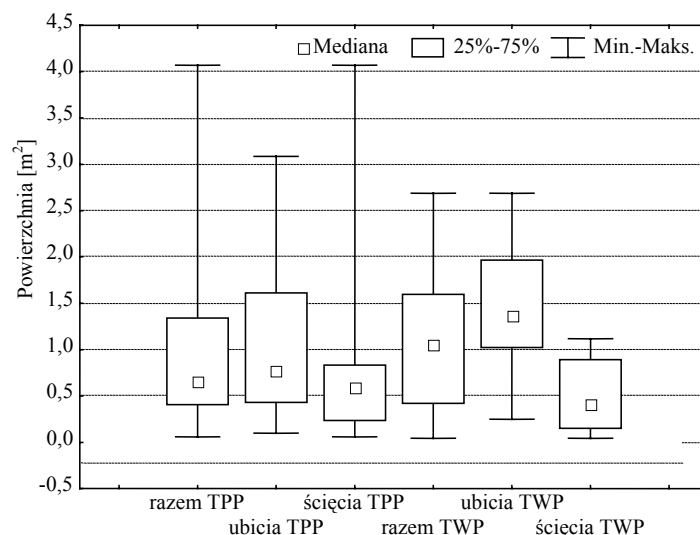
Table 2. Results of Shapiro-Wilk tests (area of defects)

Zabieg	Razem		Ubić		Ścięcia	
	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
TWP	0,958	0,313	0,981	0,964	0,898	0,206
TPP	0,848	0,000	0,903	0,003	0,741	0,000

Legenda: *W* – wartość statystyki *W*, *p* – obliczony poziom istotności

Analizując wyniki testów stwierdzić można, że rozkłady powierzchni uszkodzeń powstałych w trzebieżach wczesnych są zgodne z rozkładem normalnym, zaś rozkłady uszkodzeń powstałych w trzebieżach późnych nie są zgodne z rozkładem normalnym. Uznano zatem, że dla umożliwienia porównań wielkości uszkodzeń powstałych w dwóch analizowanych kategoriach użytkowania wykorzystane zostaną statystyki nieparametryczne.

Na rysunku 3 przedstawiono wielkość i zmienność pojedynczych uszkodzeń gleby. W trzebieżach późnych maksymalna powierzchnia uszkodzeń była większa, niż we wczesnych, ale jednocześnie mediana osiągnęła niższe wartości. Dla stwierdzenia, czy obserwowane różnice są istotne zastosowano test serii Walda – Wolfowitza. Wykonany test wykazał, że obserwowane różnice pomiędzy wielkością uszkodzeń powstałych w trzebieżach wczesnych i późnych (tak dla wszystkich uszkodzeń łącznie - $Z=-0,391$; $p=0,696$, ubić - $Z=-0,816$; $p=0,414$ i ścięć pokrywy glebowej $Z=-0,712$; $p=0,482$) nie są istotne statystycznie. Można zatem stwierdzić, że to nie rozmiar pojedynczych uszkodzeń gleby wpłynął na stwierdzone różnice w udziale uszkodzonej powierzchni w porównywanych zabiegach.



Rys. 3. Porównanie wielkości pojedynczych uszkodzeń gleby

Fig. 3. Comparisons of single soil damage sizes

Oprócz wielkości pojedynczego naruszenia gleby cechą charakteryzującą powstałe szkody jest średnia liczba uszkodzeń przypadająca na określoną powierzchnię (rys. 4). W trzebieżach późnych stwierdzono blisko 4 uszkodzenia przypadające na 1-arową powierzchnię próbną, we wczesnych nieco ponad 2. W obydwu kategoriach użytkowania liczbowo dominowały naruszenia wierzchniej warstwy gleby o charakterze ubić. Rozkłady empiryczne liczby uszkodzeń poddano ocenie ich zgodności z rozkładem normalnym. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki testów Shapiro-Wilka (liczba uszkodzeń)

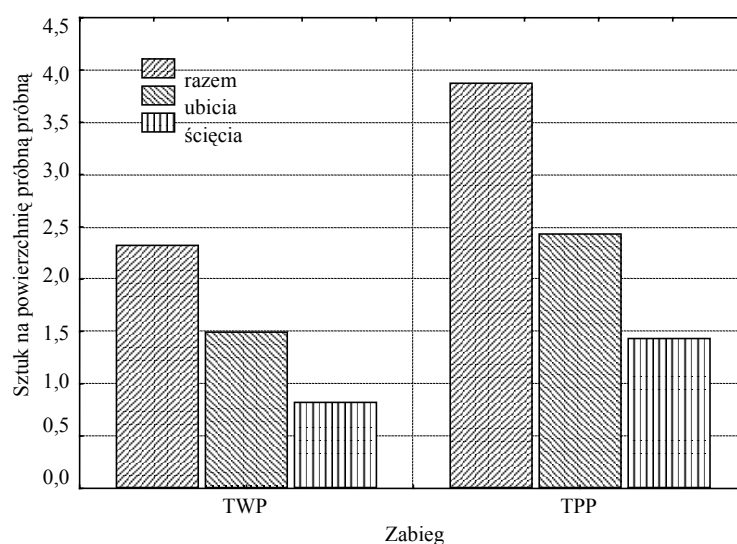
Table 3. Results of Shapiro-Wilk tests (number of defects)

Zabieg	Razem		Ubicia		Ścięcia	
	W	p	W	p	W	p
TWP	0,845	0,032	0,668	0,000	0,802	0,009
TPP	0,934	0,387	0,857	0,046	0,754	0,002

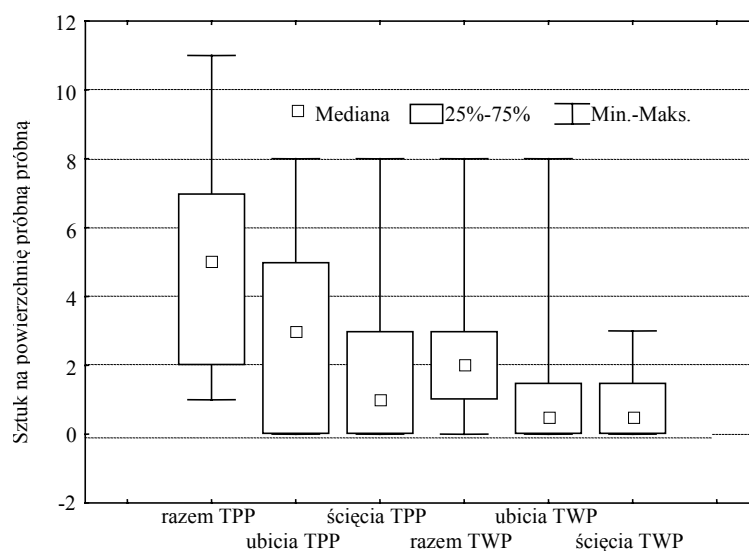
Z powyższego zestawienia wynika, że liczba uszkodzeń gleby / 1ar posiada rozkłady normalne jedynie w trzebieżach późnych i to w sytuacji, gdy rozpatrujemy wszystkie uszkodzenia łącznie. W tej sytuacji do oceny statystycznej istotności różnic obserwowanych na rys. 4 zastosowano nieparametryczny test serii Walda-Wolfowitza.

Statystycznie istotne różnice pomiędzy liczbą uszkodzeń przypadających na 1 powierzchnię próbną w trzebieżach późnych i wczesnych stwierdzono dla wszystkich uszkodzeń razem ($Z = -3,151$; $p = 0,000$) i dla ubić ($Z = -2,151$; $p = 0,031$). Liczba ścięć nie

różnicuje porównywanych zabiegów ($Z=0,213$; $p=0,831$). Mediany i zmienność liczby uszkodzeń, jakie stwierdzono na powierzchniach próbnych przedstawiono na rys. 5.



Rys. 4. Liczba uszkodzeń gleby przypadających na jedną powierzchnię próbną
Fig. 4. Number of soil damages per one test area



Rys. 5. Porównanie liczby uszkodzeń na 1 powierzchnię próbną
Fig. 5. Comparison of the number of soil damages per 1 test area

Największą zmiennością cechowała się liczba uszkodzeń na ar w trzebieżach późnych. Minimalnie stwierdzono 1, a maksymalnie 11 uszkodzeń. W trzebieżach wczesnych ich liczba zawierała się w przedziale 0-8. Porównując ubicia w obydwu zabiegach zauważyć można większą wartość mediany (3) i rozstępu kwartylnego (5) w trzebieżach późnych, niż we wczesnych (odpowiednio 0,5 i 1,5), pomimo identycznego rozstępu (8,0-8).

Podsumowując stwierdzić można, że o zaobserwowanych w badaniach różnicach w poziomie szkód w wierzchniej warstwie gleby pomiędzy trzebieżami wczesnymi i późnymi zdecydowała liczba powstałych uszkodzeń, a nie powierzchnia pojedynczych uszkodzeń.

Stwierdzenia i wnioski

1. Łączna powierzchnia uszkodzonej gleby była większa w trzebieżach późnych, niż we wczesnych.
2. Powierzchnia analizowanych form uszkodzeń gleby, tak ubić jak i ścięć również była większa w trzebieżach późnych, niż we wczesnych.
3. Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń gleby w porównywanych zabiegach było zbliżone i przekraczało 80%, przy czym ubić wynosiło 50%, zaś ścięć 50-56%.
4. Obserwowane wielkości pojedynczych uszkodzeń gleby nie różniły się statystycznie istotnie w porównywanych zabiegach.
5. Ilość uszkodzeń gleby przypadających na jednoarową powierzchnię próbną była istotnie większa w trzebieżach późnych. Taką samą tendencję zaobserwowano dla ubić. Liczba ścięć była większa w trzebieżach późnych niż we wczesnych, ale różnice były nieistotne.

Bibliografia

- Dyrness C. T.** 1965. Soil surface condition following tractor and high-lead logging in the Oregon Cascades. *Jour. of For.* 63. s. 272-275.
- Gil W., Sosnowski J., Stanibula S.** 1987. Szkody wyrządzane przy zrywce drewna przez ciągniki Tree Farmer C-5D oraz Ursus C-328. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*. 215. s. 107-119.
- Gordjenko V.** 1992. Naruszenia srjedy pri rubkach ljesa v gorach. *Ljesnoj Zurnal*. 1. s. 8-12.
- Grodecki J., Stempski W., Kusiak W.** Wpływ metod pozyskiwania i zrywki drewna w rębniach złożonych na poziom uszkodzeń środowiska leśnego. [w]: *Mat. V międzynarod. Konf. Nauk. - Problemy Techniki Rolniczej i Leśnej*. Warszawa. s. 207-208.
- Porter B.** 1997. Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych.. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa. ISBN 83-86980-52-4.
- Suwała M.** 1995. Wpływ wybranych metod i środków pozyskiwania drewna na uszkodzenia nadziemnych części drzew oraz powierzchniowych warstw gleby w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych.. *Prace IBL, seria A*. 786. s. 59-71.
- Wästerlund I.** 1992. Extent and causes of site damage due to forestry traffic. *Cand. Jour. For. Res.* 7. s. 135-142.
- Plan Urządzania Lasu dla lasów Nadleśnictwa Krzeszowice na okres 2002-2011.
- StatSoft Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), ver.6. www.statsoft.com.

CHARACTERISTICS OF TOPSOIL LAYERS DAMAGE DURING WOOD SKIDDING WITH FARM TRACTORS IN THINNING PINE-STANDS

Abstract. The purpose of the research was to determine size and to get to know characteristic features of soil cover damage occurring during wood skidding with farm tractors. The scope of works was limited to lowland, thinning pine-stands. Wood skidding in first thinnings resulted in soil cover destruction at 2.57% of total felling area, and in secondary thinnings at 3.63% of total felling area. Compressions were prevailing form of damage. Their share in first thinnings reached 84%, and in secondary thinnings - 67%. Completed analyses indicate that differences in topsoil damage level between first and secondary thinnings, observed during the experiment, are determined by total number of soil damages, and not individual damage area.

Key words: thinning, skidding, farm tractor, damages, soil

Adres do korespondencji:

Janusz M. Sowa; e-mail: rlsowa@cyf-kr.edu.pl
Dariusz Kulak; e-mail: rlkulak@cyf-kr.edu.pl
Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Akademia Rolnicza w Krakowie
al. 29-Listopada 46
31-425 Kraków