

DARIUSZ KULAK, ŁUKASZ SEŃCZYSZYN

Rozmiar i charakter naruszeń wierzchniej warstwy gleby powstałych podczas pozyskiwania drewna w trzebieżowym drzewostanie jodłowym

Size and character of the damage to the top soil layer caused during harvest in a thinned fir stand

ABSTRACT

Kulak D., Seńczyszyn Ł. 2011. Rozmiar i charakter naruszeń wierzchniej warstwy gleby powstałych podczas pozyskiwania drewna w trzebieżowym drzewostanie jodłowym. Sylwan 155 (8): 509-517.

The paper depicted size and character of the disturbances in top soil layer in a fir stand after early thinning. The treatment was performed in summer using engine-driven chain saws and a farm tractor with a skidding trailer. Size of topsoil damage was confirmed to be very low, with the value of U_g index below 1.5%. In the experiment, the probability analysis of topsoil disturbances showed their decline with the growing distance from the skid road.

KEY WORDS

damage from timber extraction, early thinning, fir stand, farm tractor

ADDRESSES

Dariusz Kulak – e-mail: rkulak@cyf-kr.edu.pl

Łukasz Seńczyszyn

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

Wstęp

Każda ingerencja człowieka w środowisko leśne, szczególnie tak radykalna jak usuwanie drzew związane procesem pozyskiwania surowca drzewnego, jest dla przyrody potencjalnie niebezpieczna. Pomijając sam ubytek biomasy z ekosystemu, uszkodzeniom ulegają nie tylko drzewa, ale i podrost, podszyt, nalot oraz gleba leśna [Suwała 2003]. Wiedza dotycząca rozmiaru uszkodzeń ekosystemów leśnych, gromadzona od lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia [Ilmurzyński, Mierzejewski 1956; Zaleski 1959] jest w chwili obecnej stosunkowo rozległa, lecz niekompletna. Związane jest to z mnogością warunków drzewostanowych i terenowych, jak również zmieniającymi się technologiami pozyskiwania drewna. Jak dowodzą wyniki dotychczas prowadzonych badań, czynników wpływających na charakter i wielkość uszkodzeń składników ekosystemów leśnych jest wiele. Najczęściej wymieniane to zastosowane środki techniczne i systemy technologiczne [Bolsakov 1998; Košir, Robek 2000], wiek drzewostanu, często łączony z kategorią użytkowania [Haberl 2003], elementy przestrzenne powierzchni zrębowej (głównie odstępy między szlakami) [Bort i in. 1993] oraz cechy pokrojowe ścinanych drzew [Sowa, Szewczyk 2000]. Zmiana chociaż jednego z wymienionych czynników wpłynie na rozmiar szkód w środowisku leśnym. Stąd konieczne wydaje się prowadzenie na szeroką skalę badań umożliwiających prognozowanie wpływu na środowisko leśne jak największej liczby środków technicznych i technologii w większości występujących na terenie Polski warunków terenowo-drzewostanowych.

Celem pracy było określenie rozmiaru naruszeń gleby w trzebieżowym drzewostanie jodłowym oraz próba oceny wpływu odległości zrywki na wielkość uszkodzeń. W pracy skoncentrowano się na ocenie naruszeń wierzchniej warstwy gleby, gdyż jak dowodzą badania Matthiesa [1997] mogą one skutkować nawet ograniczeniem przyrostu drzewostanu, szczególnie w przypadku, jeżeli ich powstaniu towarzyszył nacisk większy niż 100 kPa.

Materiał i metody

Prace badawcze przeprowadzono na terenie RDLP Krosno w drzewostanie, w którym wykonano zabieg o charakterze trzebieży wczesnej. Dokładną charakterystykę obiektu badań zestawiono w tabeli 1. Drzewa do usunięcia wyznaczone zostały przez pracowników służby leśnej. Prace pozyskaniowe (ścinkę, okrzesywanie i manipulację) łącznie z wyrobieniem na powierzchni zrębowej surowca średniowymiarowego o długości 1,25 m wykonane zostały przez pilarzy za pomocą pilarek spalinowych. Zrywka odbyła się w sposób nasiębierny, na jednoosiowej przyczepie typu „sam”, napędzanej z wału odbioru mocy ciągnika Ursus C360. Tego typu środki zrywkowe cechują się naciskiem jednostkowym rzędu 85 kPa [Kormanek 2003]. Załadunek wałków wykonany został ręcznie. Na powierzchni manipulacyjnej nie założono szlaków zrywkowych wyższego rzędu. Ciągnik poruszał się po całej powierzchni zrębowej, wykorzystując naturalne luki i przerzedzenia. Prace pozyskaniowe przeprowadzono w kwietniu i maju, w okresie kilkutygodniowego braku opadów atmosferycznych.

W badanym drzewostanie założono powierzchnię próbną 100×100 m opartą o linię oddziałową, pełniącą funkcję szlaku zrywkowego. Na obszar ten została naniesiona siatka kwadratów o boku 10 m, węzły której zastabilizowano palikami. Uzyskano w ten sposób 100 jednoarowych pól pomiarowych. Do celów obliczeniowych pola pomiarowe łączono po 10 w pasy równoległe do linii oddziałowej. Uzyskano w ten sposób 10 pasów, ponumerowanych cyframi arabskimi w kierunku od linii oddziałowej w głąb drzewostanu. Pasy te jednocześnie ściśle związane były z odległością zrywki. Bezpośrednio po jej zakończeniu, na poszczególnych polach pomiarowych zinwentaryzowano powstałe naruszenia pokrywy glebowej według metodyki zaproponowanej przez Suwałę [1995]. Obliczono również opracowany przez tego autora syntetyczny wskaźnik uszkodzeń wierzchniej warstwy gleby:

$$U_g = G_{ko} + G_{bp} + 2G_{bg} + G_{kp}$$

gdzie:

G_{ko} – udział objętości kolein w warstwie gleby o grubości 10 cm [%],

G_{bp} – udział objętości płytkich bruzd o średniej głębokości do 5 cm w warstwie gleby o grubości 10 cm [%],

Tabela 1.

Podstawowe cechy drzewostanu, w którym zlokalizowano badania
Main characteristics of the stand under survey

Opis siedliska	Opis drzewostanu	Skład gatunkowy	Wiek [lata]	Pierśnica [cm]
Lwyż;	37,8 ha;	4 Jd	37	14
teren pochylony;	zwarcie przerywane;	2 Jd	20	10
pokrywa – miejscowo malina;	zadrzewienie 0,7;	2 Bk	37	13
podszyt: grab, leszczyna	bonitacja I;	1 Gb	37	10
na 50%; Bk, Jd	grubizna 100 m ³ /ha	1 Jd	52	24

G_{bg} – udział objętości głębokich brzd o średniej głębokości powyżej 5 cm w warstwie gleby o grubości 10 cm [%],

G_{kp} – udział objętości odcisków (ślądów) kopyt w warstwie gleby o grubości 10 cm obliczony na podstawie empirycznego wzoru [%].

Wartości U_g na poszczególnych pasach poddano analizie pod kątem zgodności z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka. Uwzględniając jednak stosunkowo małą liczebność próby reprezentującej poszczególne pasy pomiarowe ($n=10$) do dalszych analiz połączono po 2 pasy (pierwszy z drugim, trzeci z czwartym itd.). Uzyskano w ten sposób 5 pasów o wymiarach 100×20 m, na których uszkodzenia gleby charakteryzowane były 20 wartościami wskaźnika U_g . Pasy te ponumerowano cyframi rzymskimi. Dla określenia istotności różnic wartości wskaźników U_g na kolejnych pasach zastosowano analizę wariancji. Celem spełnienia jej założeń dokonano transformacji logarytmicznej wskaźników U_g . Za pomocą testu Levene'a zbadano jednorodność wariancji U_g na porównywanych pasach. Testem NIR sprawdzono, które z pięciu średnich różnią się między sobą, a które są równe. Podobną procedurę zastosowano w przypadku analizy liczebności uszkodzeń gleby. Obróbkę statystyczną danych wykonano za pomocą pakietu STATISTICA 6.0 PL (StatSoft, Inc.).

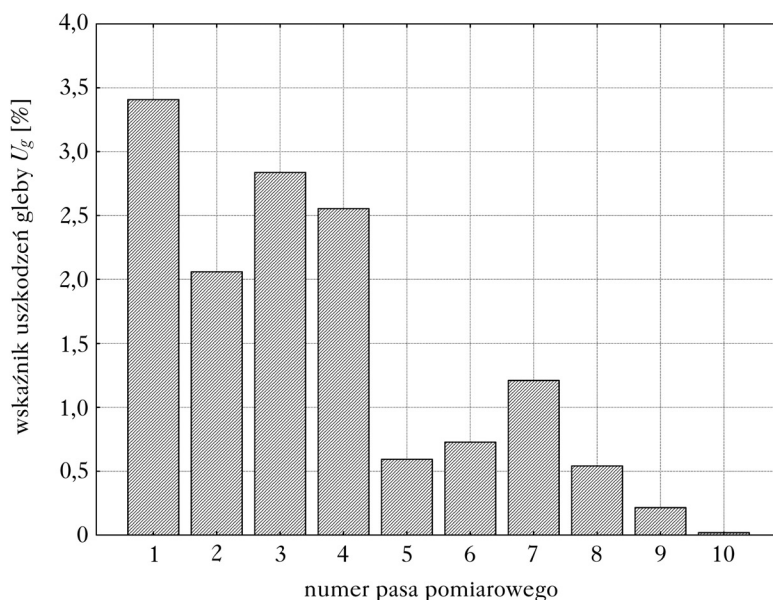
Wyniki i dyskusja

W ramach przeprowadzonego zabiegu pozyskaniowego usunięto łącznie 117 drzew, a intensywność cięć wynosiła $25,16 \text{ m}^3/\text{ha}$. Ogólny wskaźnik U_g charakteryzujący naruszenia wierzchniej warstwy gleby w całym doświadczeniu wyniósł 1,42%. Taką wartość należy uznać za bardzo niską. Jak podaje Suwała [2004], w trzebieżowych drzewostanach sosnowych przy ścinie drzew pilarką w zależności od stosowanego środka zrywkowego U_g wynosi 2,3% w procesie drewna krótkiego ze zrywką forwarderem, 3,3 % w procesie całej strzały i zrywce konnej oraz 6,1% przy technologii całej strzały i zrywce ciągnikiem z wciągarką. Autor ten jednak analizował zrywkę na znacznie krótszym dystansie, nieprzekraczającym 30 m, co niewątpliwie miało wpływ na rozmiar naruszeń wierzchniej warstwy gleby. Na niską wartość wskaźnika U_g uzyskaną w przeprowadzonym doświadczeniu wpłynęła także prawdopodobnie wspomniany już kilkutgodniowy brak opadów.

Zauważalny jest spadek wartości wskaźnika uszkodzeń na pasach wraz ze wzrostem odległości od linii oddziałowej (ryc. 1). Zjawisko to należy wiązać z tym, że przez początkowe pasy zrywano całość pozyskanego drewna na powierzchni roboczej, podczas gdy przez odleglejsze pasy zrywano znacznie mniej drewna, zaś z ostatniego pasa zerwano tylko drewno na nim pozyskane. Większa kumulacja szkód pozyskaniowych w pobliżu szlaków została już zaobserwowana w drzewostanach jodłowych, ale dla innych technologii [Sowa i in. 2008]. W analizowanym drzewostanie wskaźnik U_g obliczony tylko dla 3 pierwszych pasów, co odpowiada 30-metrowemu dystansowi zrywki, wyniósł 2,8%. Klasyfikuje to stosowaną tu technologię na poziomie szkodliwości zbliżonym do zrywki konnej [Suwała 2004].

Stwierdzono braku zgodności rozkładów wartości wskaźnika U_g z rozkładem normalnym. Przekształcenie logarytmiczne pozwoliło jednak na uzyskanie rozkładów normalnych, niezbędnych do dalszych analiz (tab. 2). Największymi wartościami zarówno mediany, rozstępu kwartylnego, jak i wartości maksymalnej cechował się wartości U_g z pierwszego pasa (ryc. 2). Kolejne pasy charakteryzowały się zbliżonymi wartościami mediany i rozstępu kwartylnego.

Uzyskane wyniki analizy wariancji ($F=2,863$, $p=0,029$) świadczą o występowaniu statystycznie istotnego zróżnicowania średniej wartości wskaźnika U_g na poszczególnych pasach. Statysty-



Ryc. 1.

Wartości wskaźnika U_g na kolejnych pasach pomiarowych
 Values of U_g index in successive measurement strips

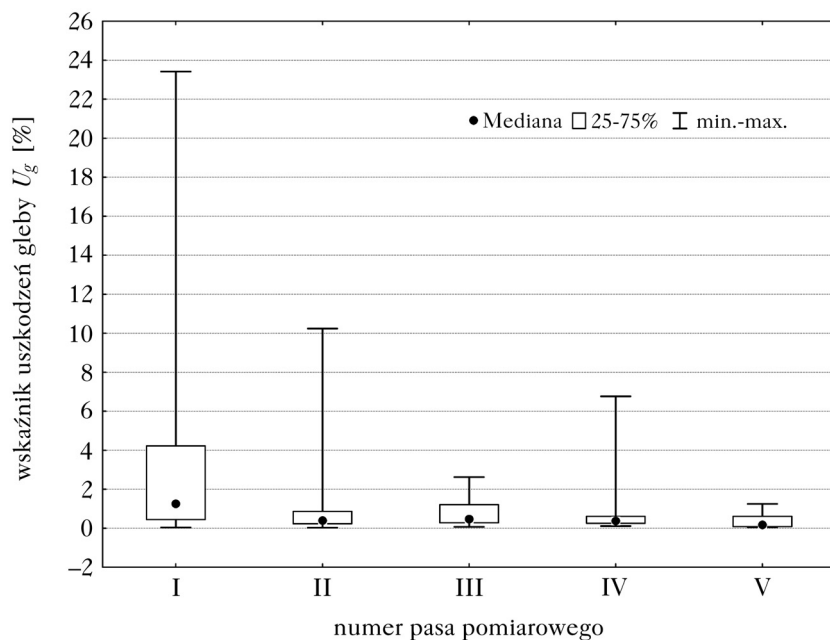
Tabela 2.

Zgodność rozkładów wskaźnika U_g z rozkładem normalnym
 Agreement of U_g index distributions with normal distribution

Numer pasa pomiarowego	Wartość statystyki W	Obliczony poziom istotności p
Dane pomiarowe		
I	0,649	0,000
II	0,457	0,000
III	0,827	0,004
IV	0,550	0,000
V	0,781	0,039
Dane transformowane		
I	0,973	0,827
II	0,976	0,908
III	0,972	0,865
IV	0,902	0,122
V	0,955	0,786

cznie istotne różnice występują pomiędzy uszkodzeniami na pierwszym pasie, które były największe, i wszystkimi pozostałymi pasami, pomiędzy którymi obserwowane różnice są nieistotne (tab. 3).

Wskaźnik U_g pośrednio uwzględnia wymiary liniowe stwierdzonych naruszeń gleby. Nie niesie natomiast informacji o liczbie uszkodzeń. Analiza tego parametru na kolejnych pasach wykazała zwiększanie się liczby uszkodzeń w kierunku szlaku zrywkowego (ryc. 3). Na pasach II-IV również widoczny jest wzrost liczby uszkodzeń w kierunku szlaku, lecz różnice nie są już tak duże. Liczebność uszkodzeń zawierała się w przedziale od 38 na czwartym pasie po 44 na drugim.



Ryc. 2.

Statystyki opisowe wskaźnika U_g na poszczególnych pasach
Descriptive statistics for U_g index in individual strips

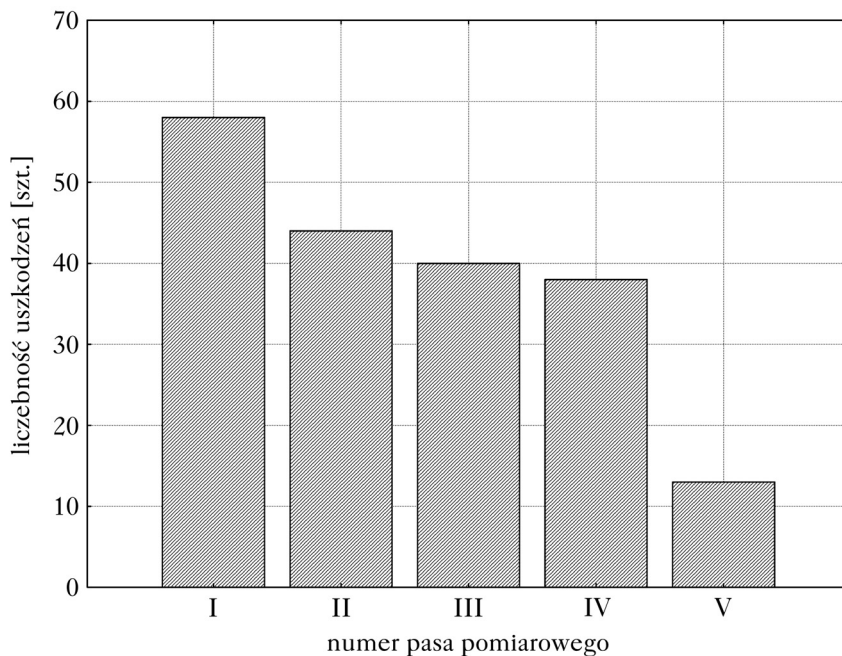
Tabela 3.

Istotność różnic wartości wskaźnika U_g na poszczególnych pasach
Significance of differences of U_g index in individual strips

Numer pasa pomiarowego	I	II	III	IV	V
I		0,013	0,043	0,045	0,005
II	+		0,674	0,683	0,284
III	+			0,992	0,174
IV	+				0,184
V	+				

+ różnice istotne statystycznie; significant difference

Liczebność uszkodzeń gleby na poszczególnych pasach badawczych ma rozkład zgodny z rozkładem normalnym (tab. 4). Test Levene'a wykazał jednorodność wariancji ($F=2,285$; $p=0,068$), zaś wyniki analizy wariancji ($F=6,232$; $p=0,000$) świadczą o istotnych różnicach między kolejnymi pasami. Analizowane pasy pomiarowe podzielić można na 3 grupy o statystycznie istotnych różnicach średnich wartości liczby uszkodzeń (tab. 5). Do pierwszej grupy należy tylko pierwszy pas, cechujący się największą liczbą uszkodzeń – średnio 3,42 szt./ar. Do drugiej – pasy II, II i IV, odpowiadające odległości od szlaku zrywkowego z przedziału 20-80 metrów. Liczba uszkodzeń, które na nich wystąpiły, jest statystycznie istotnie mniejsza od stwierdzonej na pasie pierwszym, ale też istotnie większa w stosunku do pasa piątego. Ostatnią grupę stanowi pas V, ze średnią liczebnością uszkodzeń 1,66 szt./ar, która jest istotnie mniejsza od stwierdzonej na pozostałych pasach.



Ryc. 3.

Liczebność uszkodzeń na kolejnych pasach
Number of soil disturbances in successive strips

Tabela 4.

Zgodność rozkładów liczebności naruszeń gleby z rozkładem normalnym
Agreement of soil disturbance abundance distribution with normal distribution

Numer pasa pomiarowego	Wartość statystyki W	Obliczony poziom istotności p
I	0,946	0,648
II	0,812	0,052
III	0,827	0,056
IV	0,975	0,918
V	0,945	0,605

Tabela 5.

Istotność różnic liczebności naruszeń gleby na poszczególnych pasach
Significance of soil disturbance abundance differences in individual strips

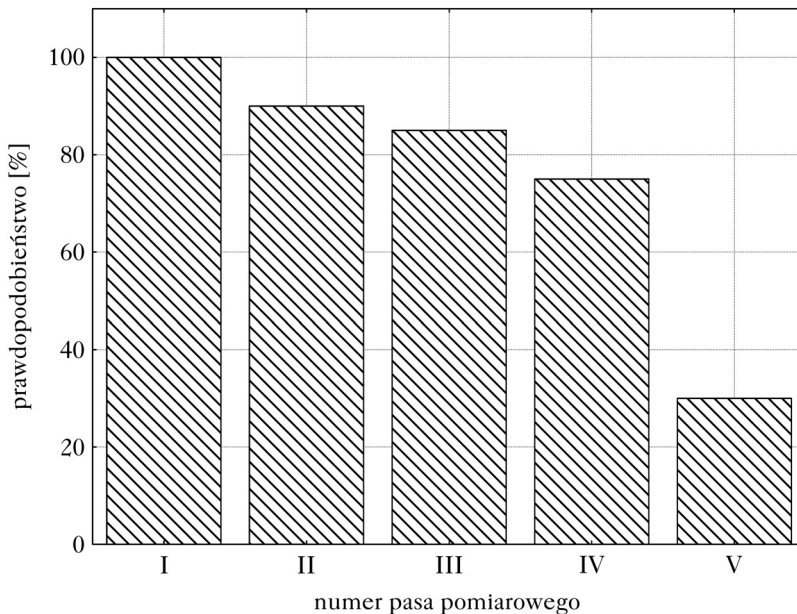
Numer pasa pomiarowego	I	II	III	IV	V
I		0,011	0,007	0,009	0,000
II	+		0,940	0,986	0,029
III	+			0,949	0,037
IV	+				0,036
V	+	+	+	+	

+ różnice istotne statystycznie; significant difference

Istotne różnice pomiędzy średnią liczbą uszkodzeń na kolejnych pasach pozwalają podejrzewać, że również inne będzie na poszczególnych pasach prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń wierzchniej warstwy gleby. Zostało ono obliczone jako stosunek liczby jednoarowych pól pomiarowych, na których wystąpiło uszkodzenie gleby, do wszystkich 20 pól tworzących pas pomiarowy (ryc. 4). Wraz ze wzrostem odległości od szlaku zrywkowego zauważyć można spadek prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń. Na pierwszym pasie uszkodzenia stwierdzono na wszystkich polach pomiarowych – prawdopodobieństwo uszkodzeń wyniosło więc 100%. Na pasach II do IV stwierdzono powolny spadek udziału pól z uszkodzeniami – prawdopodobieństwo uszkodzeń wynosiło od 75 do 90%. Najmniejszym udziałem pól z uszkodzeniami cechował się pas V z zaledwie 30% prawdopodobieństwem powstania uszkodzeń gleby.

Wnioski

- ✦ Naruszenia wierzchniej warstwy gleby były w badanym drzewostanie bardzo małe – wskaźnik U_g dla całej powierzchni próbnej wyniósł poniżej 1,5%.
- ✦ Naruszenia wierzchniej warstwy gleby kumulowały się przy linii oddziałowej. Największe były na pierwszym, 20-metrowym pasie przy linii. Na pozostałych pasach wartości wskaźnika U_g były niższe i nie wykazywały istotnego statystycznego zróżnicowania.
- ✦ Liczba naruszeń wierzchniej warstwy gleby spada wraz ze wzrostem odległości od linii oddziałowej. Na pasie przyległym do szlaku zrywkowego stwierdzono 58 uszkodzeń gleby, podczas gdy na najbardziej odległym – tylko 13.
- ✦ Wyróżniono trzy strefy o zmniejszającej się średniej liczebności uszkodzeń. Do pierwszej strefy należy 20-metrowej szerokości pas drzewostanu przyległy do linii oddziałowej, do drugiej



Ryc. 4.

Prawdopodobieństwo wystąpienia naruszeń gleby na kolejnych pasach
Likelihood of soil disturbances in successive strips

– fragment drzewostanu odległy od szlaku zrywkowego o 20-80 metrów, zaś do trzeciej – pas położony w odległości 80-100 metrów od linii oddziałowej.

- ✦ Stwierdzono spadek prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń gleby wraz ze wzrostem odległości od szlaku zrywkowego. Na pasie przyległym do linii oddziałowej prawdopodobieństwo uszkodzenia gleby wynosiło 100% i stopniowo malało do ostatniego, najbardziej oddalonego pasa, na którym wynosiło 30%.

Literatura

- Bolsakov B. M. 1998. Vybór modeli vozdejstvija trelevocnych sistem na lesnuju povcu. Les. Z. 4: 71-75.
- Bort U., Mahler G., Pfeil C. 1993. Mechanisierte Holzernte. Wechselwirkungen von Erschließungsdichte, Pflieglichkeit und Betriebserfolg. Forsttechn. Inf. 11: 121-124.
- Haberl A. 2003. Aufarbeitungskonzepte für Steillagen. AFZ Wald. 4: 164-166.
- Ilmurzyński E., Mierzejewski W. 1956. Badanie możliwości wykorzystania starszych odnowień podkopowych sosny. Biuletyn IBL 3: 72-84.
- Kormanek M. 2003. Techniczne i przyrodnicze aspekty oddziaływania kół pojazdów na wybrane gleby leśne. Rozprawa doktorska. KMPL. Kraków.
- Košir B., Robek R. 2000. Znžilnosti poškodb dreva in tal pri redženju sestojev s tehnologijo strojene sežnje na primeru delovicia. Zb. Gozd. Les. 62: 87-115.
- Matthies D. 1997. Maschinelle Holzernte und ihre Auswirkungen auf unsere Bestände. AZF Wald. 9: 471-473.
- Sowa J. M., Kulak D., Szewczyk G. 2008. The influence of the skidding distance on the value of damage done to the surface soil layer in the course of timber harvesting in pine thinnings. Formec 08, 41 International Symposium in Schmallenberg/Germany. 81-86.
- Sowa J. M., Szewczyk G. 2000. Wpływ pokroju ścinanych drzew w drzewostanie sosnowym na szkody w podroście bukowym na przykładzie wybranych powierzchni w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie 376: 45-55.
- Suwała M. 1995. Wpływ wybranych metod i środków pozyskiwania drewna na uszkodzenia nadziemnych części drzew oraz powierzchniowych warstw gleby w późnych trzebieżach drzewostanów sosnowych. Praca habilitacyjna. Prace IBL, ser. A 786.
- Suwała M. 2003. Uszkodzenia drzew i gleby przy pozyskiwaniu drewna w wybranych rębniach złożonych na terenach nizinnych. Prace IBL, ser. A 949: 23-38.
- Suwała M. 2004. Uszkodzenia gleby w drzewostanach sosnowych przy pozyskiwaniu drewna w praktyce leśnej. Leśne Prace Badawcze 1: 87-101.
- Zaleski K. 1959. Szkody wyrządzane w podrostach i nalotach przez niektóre środki pociągowe i dłużyce wleczone w czasie zrywki. Sylwan 103 (8): 53-57.

SUMMARY

Size and character of the damage to the top soil layer caused during harvest in a thinned fir stand

The aim of the presented study was to determine size of the damage to topsoil from timber harvesting in a thinned fir stand and to assess the impact of a skidding distance on the extent of damage.

Early thinning including cutting, delimiting and bucking was performed using engine-driven chain saws. The forwarding was done on a single-axle trailer driven by the power take-off shaft of an Ursus C360 tractor. The loading of logs was manual. No solid skid roads were prepared in the manoeuvring area, the tractor moved around the entire cutting area taking advantage of the natural gaps and openings. The harvesting operations took place in summer. The experiment was made using Suwała's method [1995] on a 100×100 m sample plot divided into 100 one-are measurement fields. For statistical data processing, measurement fields were combined into strips parallel to a skid road, 10-20 fields in each strip.

Performed harvest resulted in the removal of a total of 117 with cutting intensity amounting to 25.16 m³/ha. The total U_g index characterising topsoil damage in the entire experiment was 1.42%. This indicator value is to be regarded as very low. Figure 1 shows U_g indicator values calculated for successive strips. They significantly decline with the increase of a distance from the division line. The performed statistical analyses showed significant differences between damage in the first strip located by the skid road, which were greatest, and in the other strips, where the observed differences were insignificant. The number of soil disturbances in successive strips (fig. 3) increased towards the skidding road, from 13 in the last strip to 58 in the first strip adjoining the division line. The probability analysis of topsoil disturbances showed their decline with the growing distance from the skid road. In the first strip, damage was confirmed in all measurement fields – against a 100% probability of damage, in strips II to IV a slow decline in the share of fields with topsoil disturbances was confirmed – against a 75-90% probability of disturbance. The lowest share of fields with soil disturbances was in field V – against only a 30% probability of disturbance.