

WPŁYW ZRYWKI DREWNA SKIDEREM LINOWYM NA WIERZCHNIĄ WARSTWĘ GLEBY W DRZEWOSTANIE SOSNOWYM

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zrywki drewna, wykonywanej za pomocą ciągnika LKT 81 Turbo, na wierzchnią warstwę gleby w wybranych drzewostanach sosnowych. Właściwości gleby badano w warstwie leżącej na głębokości 10–15 cm, mierząc opór ścinania oraz oznaczając jej gęstość objętościową szkieletu i wilgotność aktualną wagową. Stwierdzono, że zniszczenie runa podczas zrywki, polegające na odsłonięciu wierzchniej warstwy gleby na szlaku zrywkowym, następuje po wykonaniu czterech przejazdów ciągnika z ładunkiem dłużyc o miąższości 3,48 lub 4,16 m³. Uzyskano również, że jednorazowy przejazd skidera z ładunkiem o miąższości 6,64 m³ powoduje istotny wzrost badanych wielkości, który jest porównywalny ze skutkami czterokrotnego przejazdu z ładunkiem o miąższości 3,48 lub 4,16 m³.

Słowa kluczowe: drzewostan sosnowy, zrywka drewna, skider LKT 81 turbo, uszkodzenia gleby

Wprowadzenie

Jednym z problemów współczesnego leśnictwa jest negatywne oddziaływanie maszyn na środowisko leśne [1]. Badania wpływu maszyn na środowisko leśne prowadzone są od stosunkowo krótkiego czasu i najczęściej dotyczyły oddziaływania maszyn na drzewa pozostające [2]. Jednak wraz ze wzrostem liczby i mas maszyn wykorzystywanych do zagospodarowania lasu, a przede wszystkim pozyskiwania drewna, coraz większego znaczenia nabierają badania uszkodzeń podłoża leśnego [3-5]. Nadmierne ugniatanie gleb leśnych powoduje m.in.: pogorszenie wymiany gazowej, zmniejszenie retencji wodnej, płytkie korzenienie roślin, uszkodzenie mechaniczne korzeni, zachwianie żywotności mikroorganizmów glebowych itp. [6-8]. Następstwem niekorzystnych zmian w środowisku glebowym może być m.in. obniżenie jakości drewna oraz pogorszenie stanu sanitarnego lasu [9, 10].

Przeciwdziałanie niekorzystnemu oddziaływaniu maszyn na środowisko leśne podczas pozyskiwania drewna polega na poszukiwaniu rozwiązań sprzyjających unikaniu lub minimalizacji jego uszkodzeń, w tym podłoża leśnego [11, 12]. Spełnienie postulatu minimalizacji uszkodzeń gleb leśnych realizowane jest np. poprzez stosowanie zrywki nasiębniernej, której wykorzystanie do zrywki sortymentów dłużych jest ograniczone. Dlatego do zrywki dłużycy powszechnie stosowanym sposobem jest zrywka półpodwieszona za pomocą ciągników typu skider. Wykonywanie zrywki skiderami prowadzi jednak do powstawania znacznych uszkodzeń podłoża leśnego. Ważne jest zatem poznanie mechanizmu oddziaływania zrywki półpodwieszanej na glebę, co umożliwiłoby wypracowanie zaleceń ukierunkowanych na minimalizację powstających uszkodzeń.

Celem pracy było określenie wpływu zrywki dłużycy drewna, wykonywanej za pomocą ciągnika typu skider LKT 81 Turbo, na wierzchnią warstwę gleby na wybranych, zadarnionych powierzchniach (szlakach zrywkowych). Badania odnosiły się do sytuacji, gdy zrywka prowadzona jest po tzw. „szlaku widmo” z wykorzystaniem istniejących luk w drzewostanie sąsiadującym z powierzchnią zrębową.

Materiali metody

Pomiary wykonano wiosną (maj) w wybranych, sąsiadujących z powierzchnią zrębową, dwóch drzewostanach sosnowych (objekty: So1 i So2) Nadleśnictwa Kłodawa (RDLP w Szczecinie), na wybranych powierzchniach (szlakach zrywkowych), na których prowadzono zrywkę drewna dłużycy za pomocą skidera LKT 81 Turbo z oponami Barum 16,9 R30 12PR. Dłużycy drewna, wykorzystane w badaniach, scharakteryzowano mierząc ich długość i średnicę środkową, a następnie wyznaczając ich miąższość za pomocą wzoru Hubera [13].

Z analizy dokumentacji dostępnej w Nadleśnictwie [14] wynika, że badano glebę o składzie granulometrycznym od piasku luźnego (So1) do piasku słabogliniastego (So2). Skład runa obu powierzchni pomiarowych był zbliżony, tj. przede wszystkim: trawa śmiełek pogięty (*Deschampsia flexuosa* L.) - ok. 50%, borówka czarna (*Vaccinium myrtillus* L.) - ok. 10%, mchy rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi* Mitt.) i brodawkowiec czysty (*Pseudoscleropodium puru*) - ok. 40%. Ponadto charakterystyka wybranych obiektów przedstawiała się następująco:

- So1: siedliskowy typ lasu BMśw, rzeźba terenu nizinny równy, drzewostan So 72 lata, średnia pierśnica 24 cm, średnia wysokość 20 m, zwarcie drzewostanu umiarkowane.
- So2: siedliskowy typ lasu BMśw, rzeźba terenu nizinny równy, drzewostan So 86 lat, średnia pierśnica 24 cm, średnia wysokość 21 m, zwarcie drzewostanu przerywane.

Właściwości gleby badano przed wykonaniem zrywki (pomiary kontrolne K/So1 i K/So2) oraz po wykonaniu przejazdów w koleinach i pomiędzy koleinami. W warstwie o miąższości 5 cm, leżącej na głębokości 10-15 cm (po usunięciu darni) określono opór ścinania (po 16 powtórzeń) ścinarką krzyżakową (VANE TESTER H-60, firmy Geonor), wyposażoną w końcówkę o wymiarach 20 x 40 mm, o zakresie pomiarowym od 0 do 260 kPa. Z tej samej warstwy pobrano próbki (po 8 powtórzeń), w których oznaczono gęstość objętościową szkieletu i wilgotność aktualną wagową, metodą suszarkowo-wagową w cylinderkach o pojemności 100 cm³, zgodnie z normą PN-88/B-04481. Pomiary prowadzono po wykonaniu pierwszego i n-tego przejazdu, po wykonaniu

którego stwierdzano zniszczenie runa na tyle duże, że w następnym przejeździe ładunek mógłby bezpośrednio oddziaływać na glebę na co najmniej połowie szerokości (1,2 m) i całej długości (20 m) danej powierzchni badawczej. Oddziaływanie zrywki drewna na glebę badano zatem w następujących wariantach:

W-1.1. Jednorazowy przejazd skidera z ładunkiem $7L_{max}$, w skład którego wchodziło 7 najdłuższych dłuźyc,

W-1.4. Cztery przejazdy z ładunkiem jak w wariantcie W1.1.

W-2.1. Jednorazowy przejazd skidera z ładunkiem $7L_{min}$, w skład którego wchodziło 7 najkrótszych dłuźyc.

W-2.4. Cztery przejazdy z ładunkiem jak w wariantcie W2.1.

W-3.1. Jednorazowy przejazd z możliwie największą liczbą dłuźyc N_{max} na granicy możliwości generowania siły uciągu ciągnika w zastanych warunkach. W przypadku tego wariantu nie wykonano większej liczby przejazdów z powodu awarii sprzętu.

Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica. Do oceny istotności różnic pomiędzy badanymi właściwościami gleb zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji. Ocena pomiędzy grupami przeprowadzono z wykorzystaniem testu post-hoc Tukeya. Stosowano poziom istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Charakterystykę dłuźyc drewna oraz wielkości ładunków zastosowanych podczas badań zamieszczono w tab. 1. Z anali-

Tab. 1. Charakterystyka dłuźyc i zrywanych ładunków
Table 1. Characteristics of the logs and the skidded loads

Nr sztuki	Długość [m]	Średnica środkowa [m]	Miąższość [m ³]	Ładunek		
				$7L_{max}$	$7L_{min}$	N_{max}
1.	15,3	0,21	0,53	+		+
2.	11,1	0,22	0,42	+	+	+
3.	12,4	0,27	0,71	+		+
4.	11,0	0,26	0,58	+	+	+
5.	9,0	0,32	0,72		+	+
6.	15,0	0,26	0,80	+		+
7.	8,0	0,24	0,36		+	+
8.	8,5	0,21	0,29		+	+
9.	8,3	0,29	0,55		+	+
10.	12,7	0,23	0,53	+		+
11.	8,5	0,29	0,56		+	+
12.	12,0	0,25	0,59	+		+

Źródło: Obliczenia własne / Source: own work

Tab. 2. Właściwości gleby dla poszczególnych wariantów pomiarów i miejsc poboru próbek
Table 2. Soil properties for different variants of measurements and sampling plots

Obiekt (drzewostan)	Symbol wariantu	Miejsce pomiaru	Opór ścinania [kPa]		Wilgotność aktualna [% wag.]		Gęstość objętościowa szkieletu [g·cm ⁻³]	
So1	K1	kontrola	60	(15)a	5,1	(1,3)a	1,28	(0,08)a
	W-1.1	koleina	35	(9)b	5,8	(1,5)a	1,31	(0,07)ab
		między koleinami	59	(11)a	5,5	(1,7)a	1,33	(0,11)ab
	W-1.4	koleina	39	(12)b	5,4	(1,0)a	1,38	(0,06)b
między koleinami		53	(15)a	5,1	(0,3)a	1,27	(0,05)a	
So2	K2	kontrola	31	(11)ab	4,0	(0,5)a	1,40	(0,04)ab
	W-2.1	koleina	28	(5)a	4,6	(0,5)a	1,34	(0,04)a
		między koleinami	38	(11)bc	4,4	(0,7)a	1,38	(0,08)ab
	W-2.2	koleina	37	(8)bc	4,4	(0,9)a	1,45	(0,02)cd
		między koleinami	52	(9)d	4,5	(0,8)a	1,37	(0,04)ab
	W-3.1	koleina	43	(9)c	4,7	(1,8)a	1,49	(0,06)d
W-3.1	między koleinami	57	(9)d	4,3	(0,5)a	1,42	(0,05)bc	

Źródło: Obliczenia własne / Source: own work

Uwaga: w nawiasach podano wartość odchylenia standardowego; litery oznaczają grupy jednorodne (poziom istotności $\alpha = 0,05$)

zy danych wynika, że długości, średnice i miąższości dłuźyc były bardzo zróżnicowane i zawierały się odpowiednio w granicach: 8,0-15,3 m, 0,21-0,29 m oraz 0,29-0,80 m³. Miało to wpływ na miąższość ładunków $7L_{max}$ (4,16 m³) i $7L_{min}$ (3,48 m³). Ładunek N_{max} miał natomiast miąższość 6,64 m³.

Wyniki pomiarów właściwości gleby w jej wierzchniej warstwie dla poszczególnych wariantów i miejsc poboru próbek zamieszczono w tab. 2. Analizując dane zamieszczone w tab. 2 można zauważyć, że w obrębie obu obiektów (So1 i So2) warunki wilgotnościowe gleby dla poszczególnych miejsc poboru prób były zbliżone. Opór ścinania i gęstość gleby przyjmowały natomiast wartości bardziej zróżnicowane i zależały od liczby przejazdów i miejsca poboru próbek.

W przypadku wariantów W-1.1 i W-1.4 opór ścinania gleby mierzony w koleinie, po pierwszym i czwartym przejeździe z ładunkiem najdłuższych sztuk dłuźyc ($7L_{max}$) o łącznej miąższości równej 4,16 m³, przyjmował mniejsze wartości od wyników pomiarów kontrolnych. Można to tłumaczyć oddziaływaniem sił stycznych, będących wynikiem oddziaływania kół oraz sił tarcia dłuźyc o podłoże, co powodowało uszkodzenie (często wrywanie) systemów korzeniowych, które skutkowało zmniejszeniem wytrzymałości gleby. Zmniejszenie wytrzymałości gleby na ścinanie nie znalazło odzwierciedlenia w kształtowaniu się wyników pomiarów gęstości objętościowej szkieletu gleby, która za wyjątkiem wartości uzyskanych w koleinie po czwartym przejeździe przyjmowała wartości zbliżone do kontroli.

Przeciętnie niższe wartości oporu ścinania gleby zanotowano dla powierzchni So2 w porównaniu do So1. W przypadku pomiarów kontrolnych (K1 i K2) średnie wyniki dla So2 (31 kPa) były prawie dwukrotnie mniejsze od tych zanotowanych na powierzchni So1 (60 kPa), pomimo tego, że wartości gęstości gleby były wyższe (dla So2 1,40 cm⁻³), a wilgotności były zbliżone (dla So1 5,1% wag. i dla So2 4,0% wag.). Być może przyczyną był inny rozkład masy korzeniowej runa w wierzchniej warstwie gleby. Biorąc jednak pod uwagę wyniki analizy statystycznej, w tym wartości odchylenia standardowego (± 11 kPa), można stwierdzić, że pierwszy przejazd z ładunkiem $7L_{min}$ nie spowodował zmiany oporu ścinania gleby mierzonego między koleinami. Ogólnie można przyjąć, że wyniki oporu ścinania, uzyskane dla wariantów W-2.1 i W-2.2 w drzewostanie So2, przyjmowały wartości, które pod względem kierunku ich zmian, były podobne do tych uzyskanych dla obiektu So1. Mniejsze opory ścinania obserwowano po pierwszym, a większe po czwartym przeje-

ździe, co notowano przede wszystkim w odniesieniu do pomiarów wykonywanych w koleinach. Tendencje kształtowania się oporów ścinania gleby, uzyskane dla wariantów $W-2.1$ i $W-2.2$ w drzewostanie So_2 , zostały potwierdzone w pomiarach gęstości objętościowej szkieletu gleby. Pierwszy przejazd powodował zmniejszenie wartości gęstości, a po czwartym obserwowano ich zwiększenie. Przy czym różnice istotnie statystycznie, w porównaniu do kontroli, obserwowano w odniesieniu do pomiarów wykonywanych w koleinach po czwartym przejeździe.

W drzewostanie So_2 wyraźnie większe wartości, w porównaniu do wariantu $W-2.1$, oporów ścinania i gęstości objętościowej szkieletu gleby zaobserwowano w wariantach $W-3.1$ (tab. 2) już po wykonaniu pierwszego przejazdu z ładunkiem N_{max} ($6,64 m^3$). Wartości tych właściwości gleby były zbliżone do uzyskanych po czterech przejazdach z ładunkiem $7L_{min}$ ($3,48 m^3$), pomimo tego, że jednorazowy przejazd skidera LKT 81 turbo z ładunkiem N_{max} nie powodował zrywania darni i odsłaniania wierzchniej warstwy gleby.

Wnioski

Wykonane badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. W warunkach siedliskowego typu lasu bór mieszany świeży, w drzewostanie sosnowym 4 i 5 klasy wieku, zniszczenie runa podczas zrywki dłużycy za pomocą skidera LKT 81 turbo, polegające na odsłonięciu wierzchniej warstwy gleby na szlaku zrywkowym, następuje po wykonaniu czterech przejazdów ciągnika z ładunkiem dłużycy sosnowej o miąższości $3,48$ lub $4,16 m^3$.
2. Jednorazowy przejazd skidera LKT 81 turbo z ładunkiem dłużycy sosnowej o miąższości $3,48$ lub $4,16 m^3$ może powodować istotne zmniejszenie wytrzymałości na ścinanie i gęstości objętościowej gleby w jej wierzchniej warstwie, co szczególnie zauważalne jest w koleinach.
3. Jednorazowy przejazd skidera LKT 81 turbo z ładunkiem dłużycy sosnowej o miąższości $6,64 m^3$ powoduje istotny wzrost wytrzymałości na ścinanie i gęstości objętościowej gleby w jej wierzchniej warstwie, który jest porównywalny ze skutkami czterokrotnego przejazdu z ładunkiem o miąższości $3,48$ lub $4,16 m^3$.

Bibliografia

- [1] Glazar K., Maciejewska M.: Ecological aspects of wood harvesting and skidding in pine stands with use different technologies. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 2009, 8(3), 5-14.
- [2] Moskalik T.: Model maszynowego pozyskiwania drewna w zrównoważonym leśnictwie polskim. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2004. ISBN 83-7244-491-9.
- [3] Porter B., Porter K.: Wpływ sposobu pozyskania i zrywki na środowisko leśne. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1998, 6, 20-22.
- [4] Sowa J.M., Kulak D.: Charakterystyka uszkodzeń powierzchniowych warstw gleby podczas zrywki drewna ciągnikami rolniczymi w trzebieżowych drzewostanach sosnowych. Inżynieria Rolnicza, 2008, 1(99), 353-360.
- [5] Więsik J.: Możliwości doboru maszyn przyjaznych dla środowiska leśnego. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1996, 1, 13-15.
- [6] Porter B.: Wpływ wybranych sposobów zrywki na zmiany niektórych właściwości gleb na zrębach zupełnych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1993, 8, 20-21.
- [7] Lauron Z.: Szlaki technologiczne w procesie pozyskiwania drewna. Część II. Szlak a środowisko. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1996, 6, 23-25.
- [8] Kormanek M., Banach J.: Wpływ nacisku jednostkowego wywieranego na glebę na jakość odnowienia wybranych gatunków drzew leśnych. Acta Agrophysica, 2012, 19(1), 51-63.
- [9] Porter B.: Wpływ sposobów zrywki na uszkodzenia gleb i drzew pozostających. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1994, 11, 20-22.
- [10] Porter B.: Ekologiczne aspekty prac zrywkowych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1998, 7, 17-19.
- [11] Gieffing D.F., Bembenek M., Gackowski M., Grzywiński W., Karaszewski Z., Klentak I., Kosak J., Mederski P.S., Siewert S.: Ocena procesów technologicznych pozyskiwania drewna w trzebieżach późnych drzewostanów sosnowych. Metodologia badań. Nauka Przyroda Technologie, 2012, 6, z.3, 1-23.
- [12] Kulak D., Stankiewicz A., Szewczyk G., Kobiółka P.: Wpływ zrywki drewna z użyciem ciągników typu skider na uszkodzenia gleby w górskich drzewostanach jodłowo-bukowych. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Forestry Letters, 2013, Tom 105, 35-46.
- [13] Bruchwald A.: Dendrometria. Wydawnictwo SGGW, 1999.
- [14] Nadleśnictwo Kłodawa. Elabarat: opis powierzchni typologicznej - podstawowej, 2000.

THE INFLUENCE OF SKIDDING WITH A CABLE SKIDDER ON THE TOP LAYER OF SOIL IN PINE STANDS

Summary

The aim of the study was to determine the effect of skidding, performed by tractor LKT 81 Turbo, on the top layer of soil, in selected pine stands. Soil properties were tested at a depth of 10 - 15 cm. The following soil properties were determined: vane shear strength, current moisture content and dry density of solid particles. It was found that the destruction of undergrowth by skidding, causing the uncovering of mineral soil on the skid trail, occurred after four passages of a skidder type tractor with logs volume of 3.48 or $4.16 m^3$. Statistical analysis showed that a single ride of a skidder tractor with logs volume of $6.64 m^3$ caused a significant increase in the tested properties values, which are comparable with the effect of four tractor drives with logs volume of 3.48 or $4.16 m^3$.

Key words: pine stand, skidding, LKT 81 turbo tractor, soil damage



A DICTIONARY OF AGRICULTURAL ENGINEERING IN SIX LANGUAGES

Jest pierwszym tego typu słownikiem wydanym w Polsce.

Zawiera on ponad 13.350 wiodących angielskich terminów podanych w układzie alfabetycznym z odpowiednikami w języku polskim, niemieckim, francuskim, włoskim i rosyjskim.

Wydawca: PIMR Poznań.