

WPLYW ZRYWKI DŁUŻYC DREWNA SKIDEREM LINOWYM NA ZWIĘZŁOŚĆ GLEBY W DRZEWOSTANIE SOSNOWYM

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zrywki drewna, wykonywanej za pomocą ciągnika LKT 81 Turbo na zwięzłość gleby w wybranych drzewostanach sosnowych. Gęstość objętościową szkieletu i wilgotność aktualną wagową oznaczono w warstwie leżącej na głębokości 10-15 cm. Zwięzłość gleby badano do głębokości 60 cm, mierząc opór penetrometryczny w koleinach i między koleinami, przed oraz po zrywce dłuźcy. Stwierdzono, że jednorazowa zrywka dłuźcy o miąższości 3,48 lub 4,16 m³ nie powoduje istotnych zmian zwięzłości gleby. Jednorazowa zrywka dłuźcy o miąższości 6,64 m³ powoduje natomiast istotny wzrost zwięzłości gleby w strefie oddziaływania kół.

Słowa kluczowe: drzewostan sosnowy, zrywka drewna, skider LKT 81 turbo, gleba, zwięzłość

Wprowadzenie

Obserwowany w ostatnich latach wzrost liczby i mas pojazdów wykorzystywanych do prac leśnych, zwłaszcza przy pozyskiwaniu drewna, spowodował, że coraz większego znaczenia nabierają badania uszkodzeń podłoża leśnego [2, 10, 14, 15]. Szczególnie ważne, ze względu na długotrwałość utrzymywania się negatywnych zmian, jest prowadzenie badań ukierunkowanych na przeciwdziałanie nadmiernemu ugniataniu gleb. Nadmierne ugniatanie gleb leśnych powoduje m.in.: pogorszenie wymiany gazowej, zmniejszenie retencji wodnej, płytkie korzenie roślin, uszkodzenie mechaniczne korzeni, zachwianie żywotności mikroorganizmów glebowych itp. [5, 7, 13]. Następstwem niekorzystnych zmian w środowisku glebowym może być m.in. obniżenie jakości drewna oraz pogorszenie stanu sanitarnego lasu [11, 12].

W badaniach ukierunkowanych na przeciwdziałanie nadmiernemu ugniataniu gleb podstawowym zagadnieniem jest wyznaczenie dopuszczalnego nacisku jednostkowego wywieranego przez układ jezdny na podłoże [5]. Jest to trudne, ponieważ nośność gleb leśnych, rozumiana jako maksymalna dopuszczalna wartość nacisku jednostkowego maszyny na podłoże, po przekroczeniu której następuje uszkodzenie gleby, jest bardzo zróżnicowana i zależy od wielu czynników [8, 15]. Często zmieniają się zarówno właściwości podłoża (gleby), jak i rozkład sił w pojeździe. W przypadku zrywki drewna na rozkład sił w pojeździe mają wpływ nie tylko cechy konstrukcyjne samego pojazdu, lecz także ukształtowanie terenu, gabaryty ładunku i jego właściwości, które nie są stałe. Na przykład wilgotność aktualna pozyskiwanego drewna zależy od pory roku [6].

Trudności z wyznaczaniem dopuszczalnych nacisków jednostkowych mechanizmów jezdnych na podłoże powodują, że zasadne jest prowadzenie badań, których efektem byłoby wypracowanie zaleceń dla praktyki na podstawie badań reakcji gleby na obciążenia, dla konkretnych warunków. Wypracowanie takich zaleceń wymaga prowadzenia obserwacji zmian zagęszczenia gleby w jej profilu, co jest pracochłonne. Dlatego do obserwacji zmian zagęszczenia gleby wykorzystuje się metody pośrednie, do których należy pomiar zwięzłości gleby. Przy tym należy dodać, że zmiany zwięzłości gleb spowodowane poruszaniem się pojazdów leśnych obserwuje się głównie w górnej strefie profilu, tj. do głębokości kilkudziesięciu centymetrów [4].

Celem pracy było określenie wpływu zrywki drewna, wykonywanej za pomocą ciągnika typu skider LKT 81 Turbo, na zwięzłość gleby. Badania przeprowadzono w wybranych warunkach przyrodniczych.

Materiał i metody

Pomiary wykonano wiosną (maj) na wybranych powierzchniach (szlakach zrywkowych) dwóch drzewostanów sosnowych (obiekty: S₀₁ - 72 lata i S₀₂ - 86 lat) Nadleśnictwa Kłodawa (RDLP w Szczecinie) o podobnej charakterystyce. Z analizy dostępnej dokumentacji [9] wynika, że badano glebę o składzie granulometrycznym od piasku luźnego (S₀₁) do piasku słabogliniastego (S₀₂). Skład runa obu powierzchni pomiarowych był zbliżony i zawierał przede wszystkim ok. 50% trawy (śmiałek pogięty) oraz ok. 40% mchów (rokietnik pospolity i brodawkowiec czysty). Ponadto charakterystyka wybranych obiektów przedstawiała się następująco: siedliskowy typ lasu - bór mieszany świeży (BMśw); rzeźba terenu - nizinny równy, średnia pierśnica 24 cm; zwarcie drzewostanu - umiarkowane (S₀₁) lub przerywane (S₀₂).

W wybranych drzewostanach prowadzono zrywkę drewna długiego za pomocą skidera LKT 81 turbo, wyposażonym w opony Barum 16,9 R30 12PR. Wybrane parametry zastosowanego ciągnika zamieszczono w tab. 1.

Tab. 1. Wybrane parametry ciągnika LKT 81 turbo [3]

Table 1. Selected parameters of the tractor LKT 81 Turbo [3]

Objaśnienia	Wartość [kN]
Ciężar całkowity ciągnika	70,1
Ciężar przypadający na koła przednie	43,1
Ciężar przypadający na koła tylne	27,0

Wykorzystane w badaniach dłuźce drewna (12 szt.) scharakteryzowano mierząc ich długość i średnicę środkową a następnie wyznaczając ich miąższość wzorem Hubera [1].

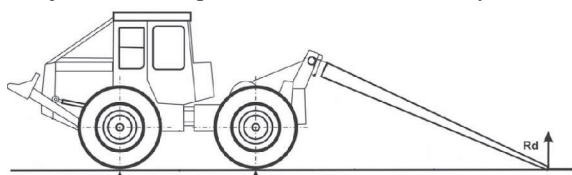
Właściwości aktualne gleby, przed wykonaniem pomiarów zwięzłości, scharakteryzowano za pomocą gęstości objętościowej szkieletu i wilgotności wagowej, stosując metodę suszarkowo-wagową, pobierając próbki w cylinderki Kopecky'ego o pojemności 100 cm³ z głębokości 10-15 cm.

Badania zwięzłości gleby prowadzono zwięzłościomierzem firmy Eijkelkamp (penetrologer) na wybranych 20 m odcinkach szlaków w warstwie 0-60 cm przed wykonaniem

zrywki oraz po jednokrotnym przejeździe skidera z ładunkami 7 najdłuższych ($7L_{max}$) lub 7 najkrótszych ($7L_{min}$) lub wszystkich 12 dłużyć (N_{max}), wykonując pomiary w osi kolein oraz między koleinami. Wariant $7L_{max}$ zastosowano na obiekcie S_{01} a $7L_{min}$ i N_{max} na S_{02} . Zwięźłość mierzono w 10 powtórzeniach dla każdego wariantu. Odczyt zwięźłości w profilu gleby wykonywano co 1 cm przy prędkości posuwu $2 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, stosując stożek o kącie wierzchołkowym równym 30° i powierzchni jego podstawy wynoszącym 1 cm^2 .

Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica. Do oceny istotności różnic pomiędzy wariantami badanych właściwościami zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji. Ocena pomiędzy grupami przeprowadzono z wykorzystaniem testu post-hoc Tukeya.

W celu dokładnego określenia sił działających na podłoże leśne wartości reakcji pionowych podłoża R_p , R_t i R_d wyznaczono statycznie za pomocą wagi najazdowej (rys. 1), która znajdowała się w pobliżu obiektów badawczych.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Schemat rozkładu mierzonych sił dla ciągnika LKT 81 turbo obciążonego dłużycą

Fig. 1. Schematic distribution of the measured forces for the tractor LKT 81 turbo loaded with logs

Wyniki

Charakterystykę dłużyć drewna oraz wielkości ładunków zastosowanych podczas badań zamieszczono w tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka dłużyć i zrywanych ładunków
Table 2. Characteristics of the logs and the skidded loads

Ładunek	Liczba dłużyć	Długość dłużyć [m]	Średnica środkowa dłużyć [m]	Miaższość ładunku [m^3]
$7L_{max}$	7	11,1-15,3	0,21-0,27	4,16
$7L_{min}$	7	8,0-11,1	0,21-0,32	3,48
N_{max}	12	8,0-15,3	0,21-0,32	6,64

Źródło: obliczenia własne / Source: own work

Wyniki pomiarów aktualnych wartości wilgotności i gęstości objętościowej szkieletu gleby dla obiektów S_{01} i S_{02} zamieszczono w tab. 3. Ponieważ wartości tych właściwości nie różniły się istotnie pomiędzy obiektami, można uznać, że na obu obiektach panowały podobne warunki podczas badań.

Tab. 3. Właściwości gleby dla obiektów S_{01} , S_{02}
Table 3. Soil properties for objects S_{01} , S_{02}

Obiekt (drzewostan)	Wilgotność aktualna [% wag.]	Gęstość objętościowa szkieletu [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]
S_{01}	5,0 (1,0)a	1,31 (0,07)a
S_{02}	4,6 (0,6)a	1,36 (0,05)a

Uwaga: małymi cyframi podano wartość odchylenia standardowego; litery oznaczają grupy jednorodne

Źródło: obliczenia własne / Source: own work

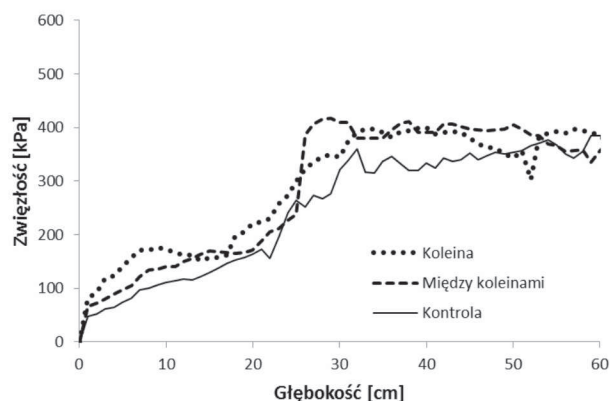
Wartości zmierzonych sił reakcji podłoża z wykorzystaniem wagi najazdowej dla poszczególnych ładunków dłużyć zamieszczono w tab. 4.

Tab. 4. Wartości zmierzonych sił reakcji podłoża dla zastosowanych ładunków

Table 4. The measured values of the ground reaction forces for the applied loads

Ładunek dłużyć	R_p - reakcja kół osi przedniej [kN]	R_t - reakcja kół osi tylnej [kN]	R_d - reakcja końca ładunku (sumaryczna dla wszystkich dłużyć) [kN]
$7L_{max}$	27,6	65,7	18,7
$7L_{min}$	30,8	61,6	15,4
N_{max}	17,5	80,6	30,7

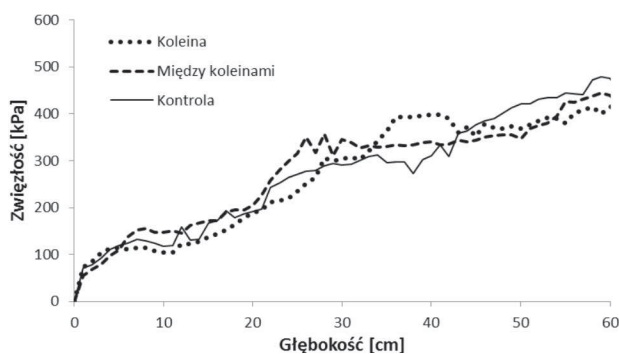
Źródło: obliczenia własne / Source: own work



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 2. Zwięźłość gleby przed zrywką (kontrola) oraz po wykonaniu przejazdu z ładunkiem 7 najdłuższych dłużyć - $7L_{max}$ (koleina, między koleinami)

Fig. 2. Penetration resistance of soil before skidding (control) and after the passage of load of 7 longest logs - $7L_{max}$ (rut, between ruts)

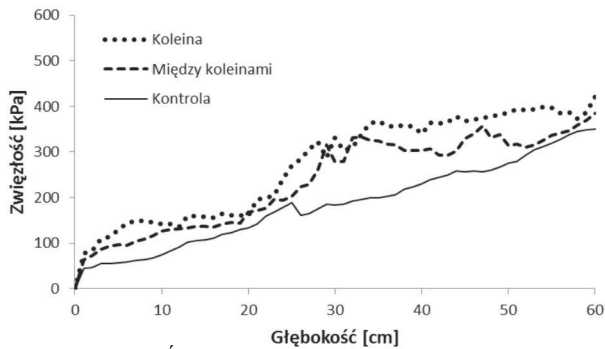


Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 3. Zwięźłość gleby przed zrywką (kontrola) oraz po wykonaniu przejazdu z ładunkiem 7 najkrótszych dłużyć - $7L_{min}$ (koleina, między koleinami)

Fig. 3. Penetration resistance of soil before skidding (control) and after the passage of load of 7 shortest logs - $7L_{min}$ (rut, between ruts)

Wyniki pomiarów zwięźłości dla poszczególnych wariantów przedstawiono natomiast na rys. 2-4. Stwierdzono, że w przypadku zastosowania ładunku składającego się z 7 najdłuższych (rys. 2) zwięźłość gleby nie zależała od miejsca wykonania pomiaru. Przeprowadzona analiza statystyczna dla głębokości: 20, 30, 40, 50 i 60 cm wykazała, że wyniki uzyskane w koleinie nie różniły się istotnie od tych obserwowanych w koleinach lub pomiędzy koleinami. Podobne rezultaty zanotowano po przejeździe z zastosowaniem 7 najkrótszych kłód (rys. 3). Można także zauważyć, że przebiegi zwięźłości gleby wraz ze wzrostem głębokości, zmierzone dla



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 4. Zwięzłość gleby przed zrywką (kontrola) oraz po wykonaniu przejazdu z ładunkiem 12 dłużyc - N_{max} (koleina, między koleinami)

Fig. 4. Penetration resistance of soil before skidding (control) and after the passage of load of 12 logs - N_{max} (rut, between ruts)

ładunku $7L_{max}$, są podobne do zaobserwowanych dla $7L_{min}$, co było w tych przypadkach prawdopodobnie wynikiem zbliżonego rozkładu sił ciężkości w agregacie zrywkowym (tab. 4).

Analiza rezultatów pomiarów zwięzłości gleby po wykonaniu zrywki 12 dłużyc (N_{max}) wykazała, że transport ładunku o miąższości $6,64 \text{ m}^3$ może powodować istotne zmiany tego parametru do głębokości 50 cm, już po jednym przejeździe (rys. 4). W porównaniu do poprzednio rozpatrywanych przypadków (rys. 3 i 4) można zauważyć, że zwięzłość mierzona przed zrywką (kontrola) przyjmuje wyraźnie mniejsze wartości od wyników uzyskanych w koleinie czy między koleinami. Jest to szczególnie widoczne na głębokości od około 25 do 50 cm. Najwyższe wartości zwięzłości obserwowano, czego można było oczekiwać, w koleinie. Nie różniły się one jednak istotnie od tych, jakie zmierzono między koleinami. Z kolei, przeciętnie większe wartości zwięzłości zaobserwowane między koleinami nie różniły się istotnie od tych obserwowanych przed wykonaniem zrywki (kontrola).

Wnioski

Wykonane badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. W warunkach siedliskowego typu lasu bór mieszany świeży jednorazowy przejazd skidera LKT 81 turbo z dłużycą sosnową, o długości od 8,0 do 15,3 m i sumarycznej miąższości $3,48$ lub $4,16 \text{ m}^3$, nie powoduje istotnych zmian zwięzłości gleby w drzewostanie 4 lub 5 klasy wieku.
2. Jednorazowy przejazd skidera LKT 81 turbo z ładunkiem dłużycy sosnowej, o sumarycznej miąższości $6,64 \text{ m}^3$, może powodować istotne zwiększenie zwięzłości gleby w strefie oddziaływania kół na podłoże.

3. Jednorazowa zrywka dłużycy sosnowej, o sumarycznej miąższości $6,64 \text{ m}^3$, powoduje zauważalne, lecz statystycznie nieistotne zwiększenie zwięzłości gleby między śladami kół skidera LKT 81 turbo.

Bibliografia

- [1] Bruchwald A.: Dendrometria. Wydawnictwo SGGW, 1999.
- [2] 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.
- [3] Instrukcja obsługi ciągnika zrywkowego LKT 81 Turbo. Warszawa, 1985.
- [4] Kamiński E.: Użytkowanie lasu a ochrona środowiska leśnego. Sylwan, 1988, 10: 1-8.
- [5] Kormanek M., Banach J.: Wpływ nacisku jednostkowego wywieranego na glebę na jakość odnowienia wybranych gatunków drzew leśnych. Acta Agrophysica, 2012, 19(1), 51-63.
- [6] Kraszkiewicz A., Szpryngiel M.: Wilgotność drewna robinii akacjowej w aspekcie wykorzystania na cele energetyczne. Inżynieria Rolnicza, 2008, 9(107), 159-163.
- [7] Laurów Z.: Szlaki technologiczne w procesie pozyskiwania drewna. Część II. Szlak a środowisko. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1996, 6, 23-25.
- [8] Moskalik T.: Model maszynowego pozyskiwania drewna w zrównoważonym leśnictwie polskim. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2004. ISBN 83-7244-491-9.
- [9] Nadleśnictwo Kłodawa. Elaborat: opis powierzchni typologicznej - podstawowej, 2000.
- [10] Porter B., Porter K.: Wpływ sposobu pozyskania i zrywki na środowisko leśne. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1998, 6, 20-22.
- [11] Porter B.: Ekologiczne aspekty prac zrywkowych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1998, 7, 17-19.
- [12] Porter B.: Wpływ sposobów zrywki na uszkodzenia gleb i drzew pozostających. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1994, 11, 20-22.
- [13] Porter B.: Wpływ wybranych sposobów zrywki na zmiany niektórych właściwości gleb na zrębach zupełnych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1993, 8, 20-21.
- [14] 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.
- [15] Więsik J.: Możliwości doboru maszyn przyjaznych dla środowiska leśnego. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1996, 1, 13-15.

THE INFLUENCE OF SKIDDING LOGS WITH A CABLE SKIDDER ON THE PENETRATION RESISTANCE 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 soil, in selected pine stands. Current moisture content and dry density of solid particles were tested at a depth of 10-15 cm. Penetration resistance was examined to a depth of 60 cm, before and after skidding, in ruts and between the ruts. It was found that a single ride of a skidder tractor with logs volume of 3.48 or 4.16 m^3 does not cause significant changes in soil penetration resistance. Statistical analysis showed that a single ride of a skidder tractor with logs volume of 6.64 m^3 caused a significant increase in soil penetration resistance in ruts.

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