

DARIUSZ KULAK, ANNA BARSZCZ

## Wpływ wybranych środków zrywkowych na uszkodzenia gleby w rębnych drzewostanach bukowo-jodłowych

The impact of selected skidding techniques on soil damage in beech-fir timber stands

### ABSTRACT

Kulak D., Barszcz A. 2008. Wpływ wybranych środków zrywkowych na uszkodzenia gleby w rębnych drzewostanach bukowo-jodłowych. Sylwan 12: 20-28.

The extent and structure of topsoil damage caused by different skidding techniques, like horse, skidder and farm tractor operating together, were determined. The research was carried out during the final cuts in the beech-fir stands situated in the foothill zone. The smallest extent of damage was caused by horse skidding (15% of stand area), while the largest – by skidder (18%). At the same time, the highest volume of disturbed soil (40 m<sup>3</sup>/ha) characterised horse skidding while the lowest (30 m<sup>3</sup>/ha) was observed when all the three skidding techniques were used. Analysis of the dimensions (area and volume) of single soil disturbances showed the smallest damage caused by skidder. The larger area and volume of disturbed soil was characteristic for the joint use of the three different skidding techniques. The research showed that soil damage caused by horse skidding was twice less likely than if skidder was used and over 2.5 times more probable if skidding was performed by several techniques.

### KEY WORDS

skidding, soil damage, horse, skidder, farm tractor

### ADDRESSES

Dariusz Kulak – Katedra Użytkowania Lasu i Drewna; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rlikulak@cyf-kr.edu.pl

Anna Barszcz – Katedra Użytkowania Lasu i Drewna; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rlbarszc@cyf-kr.edu.pl

### Wstęp i cel badań

Problem szkód wywoływanych w ekosystemach leśnych podczas pozyskiwania i zrywki surowca drzewnego dostrzegany był w Polsce już od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku [Ilmurzyński, Mierzejewski 1956; Zaleski 1959]. Do chwili obecnej udało się poznać wiele czynników wpływających na charakter i wielkość wyrządzanych szkód oraz opracować metody badawcze umożliwiające ich ocenę. Przykładem mogą być uszkodzenia powierzchniowych warstw gleby leśnej, spowodowane głównie zrywką drewna. Są one najczęściej grupowane w trzech lub czterech klasach – od gleby niezakłóconej do silnie zniszczonej, co związane jest z ubiciami lub odsłonięciem głębszych profili glebowych [Dyrness 1965; Giefing 1988; Messingerova 1994; Porter 1997; Gil 2003]. Jednym z częściej stosowanych wskaźników uciążliwości środowiskowej analizowanych technologii prac pozyskaniowych jest podanie procentowego udziału gleby uszkodzonej przez środki zrywkowy lub ładunek drewna. Wskaźnik ten jednak wymaga dokładnego określenia wszystkich parametrów technologicznych prowadzonych prac, jak również warunków drzewostanowych, gdyż cechuje się niezwykłą zmiennością. W literaturze

podaje się, że powierzchniowe uszkodzenia gleby mogą sięgać od 2,8% dla zrywki konnej w polskich trzebieżowych drzewostanach sosnowych po blisko 50% dla zrywki skiderami na wielkoobszarowych zrębach Ameryki Północnej [Krag i in. 1986; Giefing 1990; Porter 1994; Robek 1994].

Przytoczone badania wskazują na dużą zmienność uzyskiwanych wyników, zależną od wieku drzewostanów, ich składu gatunkowego, stosowanej technologii, ukształtowania terenu i wielu innych czynników. Stąd też posiadaną wiedzę dotyczącą rozmiaru szkód należałoby systematycznie uzupełniać. W literaturze polskiej brak jest np. informacji dotyczących uszkodzeń gleby powstałych w podgórskich mieszanych drzewostanach bukowo-jodłowych. Niniejsza praca stanowi próbę uzupełnienia wiedzy o rozmiarze szkód, jakie są wyrządzane w środowisku leśnym w trakcie realizacji procesu pozyskiwania drewna w wymienionych warunkach.

Celem badań było określenie rozmiaru i struktury uszkodzeń wierzchniej warstwy gleby powstałych podczas zrywki drewna w podgórskich drzewostanach bukowo-jodłowych za pomocą różnych środków.

## Materiał i metody

Powierzchnie badawcze zlokalizowano na terenie RDLP w Krakowie. Do badań wytypowano trzy drzewostany, oznaczone dalej jako A, B i C, w których planowane było wykonanie cięć rębnych w ramach rębni IIIId. Wszystkie drzewostany reprezentowały ten sam siedliskowy – Lwyż św. Pozostałe ich charakterystyki zestawiono w tabeli 1.

Prace pozyskaniowe we wszystkich drzewostanach wykonane zostały metodą ścinki indywidualnej. Zrywkę w drzewostanie A wykonano za pomocą koni, w B za pomocą ciągnika typu skider (LKT 80), zaś w drzewostanie C zastosowano trzy różne środki zrywkowe – surowiec o najmniejszych wymiarach zerwano końmi, o większych – ciągnikiem rolniczym, zaś największe kłody – skiderem. Zrywka za pomocą koni i ciągnika rolniczego odbywała się w sposób wleczony, a wykonywana skiderem w sposób półpodwieszony. Cięcia i zrywka wykonane zostały w miesiącach letnich (czerwiec-sierpień). W badanych drzewostanach w węzłach siatki kwadratów o boku 25 m założono jednoorowe kołowe powierzchnie próbne. Na każdej powierzchni pomierzono z dokładnością do jednego cm długość stwierdzonych uszkodzeń gleby. Szerokość uszkodzeń mierzono co 0,5 mb długości. Głębokość określano w tych samych miejscach co szerokość, w odniesieniu do pierwotnego poziomu gruntu, po przyłożeniu łaty prostopadle do kierunku pomiaru długości.

W ramach prac kameralnych zestawiono sumaryczną powierzchnię i objętość naruszonej gleby na hektar oraz obliczono średnią powierzchnię i objętość każdego pojedynczego

**Tabela 1.**

Podstawowe charakterystyki drzewostanów, w których zlokalizowano badania  
Main characteristics of stands where research was carried out

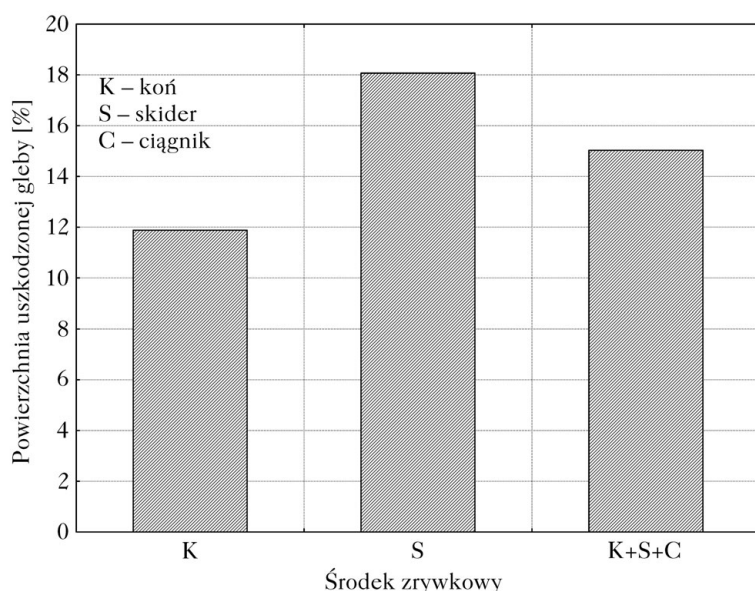
Drzewostan	A	B	C
powierzchnia [ha]	9,16	13,64	7,44
zadrzewienie	0,5	0,7	0,6
zwarcie	przerywane	umiarkowane	przerywane
zasobność [m <sup>3</sup> /ha]	287	300	262
bonitacja	I,5	I	I,5
średnia pierśnica[cm]	45	43	46
średnia wysokość[m]	32	27	29
pozyskanie [m <sup>3</sup> /ha]	124	132	117

uszkodzenia. Uzyskane dane poddano obróbce statystycznej z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica 6.0 PL [2004].

## Wyniki i dyskusja

Procentowy udział powierzchni uszkodzonej w stosunku do całkowitej powierzchni drzewostanów przy zastosowaniu różnych środków transportowych przedstawiono na rycinie 1. Stwierdzono, że najbardziej uciążliwa dla środowiska była zrywka wykonywana za pomocą specjalistycznych ciągników typu skider. Jej zastosowanie spowodowało uszkodzenie 18,08% powierzchni drzewostanu. Niewiele mniej szkodliwe okazało się zastosowanie na jednym zrębie trzech środków zrywkowych (konia, ciągnika typu skider i ciągnika rolniczego). Przy tym sposobie zrywki uszkodzeniu uległo 15,03% powierzchni drzewostanu. Zrywka wykonana końmi była najmniej szkodliwa, gdyż spowodowała uszkodzenia gleby na 11,88% powierzchni zrębu.

Zaobserwowane zniszczenia gleby były większe w porównaniu z wynikami otrzymanymi przez innych autorów. Według Suwały [1995] zrywka konna w trzebieżach późnych powoduje zakłócenia gleby na ok. 4,5%, zaś wykonywana skiderami na 5,5% powierzchni zrębu. Według Portera [1997] odsetek uszkodzonej gleby rośnie w następującej kolejności: zrywka konna (3,1%), ciągnikami rolniczymi (3,1-3,8%) i skiderami (4,2%). W przytoczonych wynikach badań obserwowano jednak szkody ok. 3-4 razy mniejsze niż stwierdzone w przeprowadzonym doświadczeniu. Najprawdopodobniej wynika to z faktu, że cytowani autorzy nie analizowali drzewostanów rębnych, w których, jak dowodzą badania Haberla [2003], szkody są większe. Kolejnym czynnikiem, który mógł wpłynąć na uzyskane w niniejszej pracy wyniki, jest fakt, że badania zlokalizowano w drzewostanach podgórskich. Według Laskowskiego [1996] w trudnym terenie górskim i podgórskim uszkodzenia środowiska leśnego w trakcie pozyskiwania drewna są większe.



Ryc. 1.

Łączna powierzchnia uszkodzonej gleby w zależności od zastosowanego sposobu zrywki  
Total area of damaged soil by skidding technique

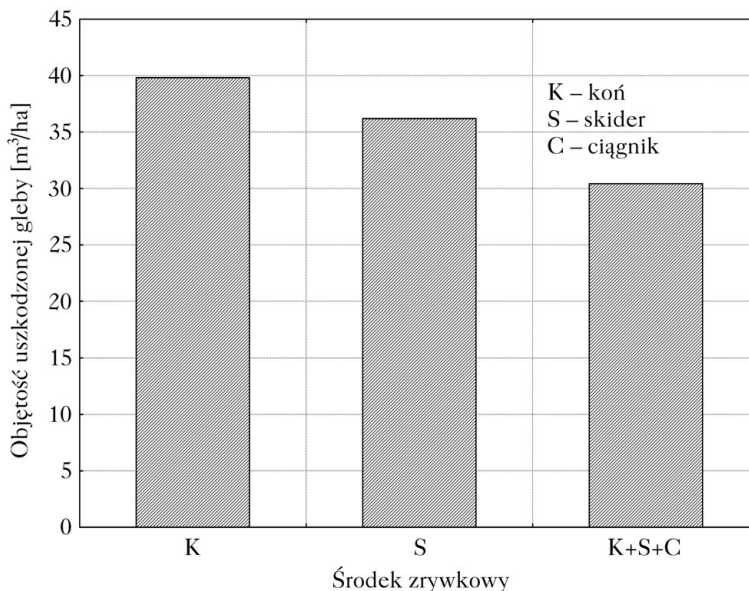
Również badania Suwały i Rzadkowskiego [2001] wykazały, że w górach podczas prac zrębowych uszkodzane jest 2 do 3 razy więcej drzew niż na niżu.

Największą (blisko 40 m<sup>3</sup>/ha) łączną objętość uszkodzeń gleby (bruzd i kolein) stwierdzono przy zastosowaniu zrywki konnej, mniejszy ich zakres (36,2 m<sup>3</sup>/ha) przy zastosowaniu ciągnika typu skider, a najmniejszy (30,4 m<sup>3</sup>/ha) – podczas zrywki z łącznym wykorzystaniem trzech środków zrywkowych (ryc. 2). Objętość bruzd i kolein była najmniejsza przy zrywce mieszanej, ponieważ jak można sądzić umożliwiała ona dobór środka zrywkowego o odpowiedniej sile uciągu do wielkości kłód.

Rozkłady empiryczne powierzchni i objętości pojedynczych naruszeń gleby w kolejnych drzewostanach poddano analizie pod kątem zgodności z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka. Uzyskane wyniki testów zestawiono w tabeli 2. Przeprowadzone testy wykazały, iż na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ , wszystkie rozkłady empiryczne nie są zgodne z rozkładem normalnym. Histogramy powierzchni i objętości uszkodzeń charakteryzują się silnie skośnymi rozkładami. Przykładowy histogram przedstawiono na rycinie 3.

Stwierdzenie braku zgodności rozkładów uszkodzeń różnych składników środowiska leśnego z rozkładem normalnym można spotkać w badaniach wielu autorów [Suwała 1995; Sowa i in. 2000; Kulak 2005]. Podstawową charakterystykę uszkodzeń gleby powstałych w badanych drzewostanach oparto zatem o statystyki nieparametryczne. Rozmiar i zmienność powierzchni pojedynczych uszkodzeń gleby przedstawiono na rycinie 4.

Jak wynika z przedstawionego wykresu, powierzchnia pojedynczego uszkodzenia gleby była najmniejsza przy zrywce wykonanej skiderem ( $Me=2,06$  m<sup>2</sup>), niewiele większa przy zrywce konnej ( $Me=2,21$  m<sup>2</sup>), a największa przy zrywce zrealizowanej trzema środkami zrywkowymi na jednej powierzchni zrębowej ( $Me=5,27$  m<sup>2</sup>). Uszkodzenia wywołane przez zrywkę konną cechowały się najmniejszą zmiennością – rozstęp kwartylny wyniósł 2,12 m<sup>2</sup>, podczas gdy przy



Ryc. 2.

Łączna objętość uszkodzonej gleby w zależności od zastosowanego sposobu zrywki  
Total volume of damaged soil by skidding technique

Tabela 2.

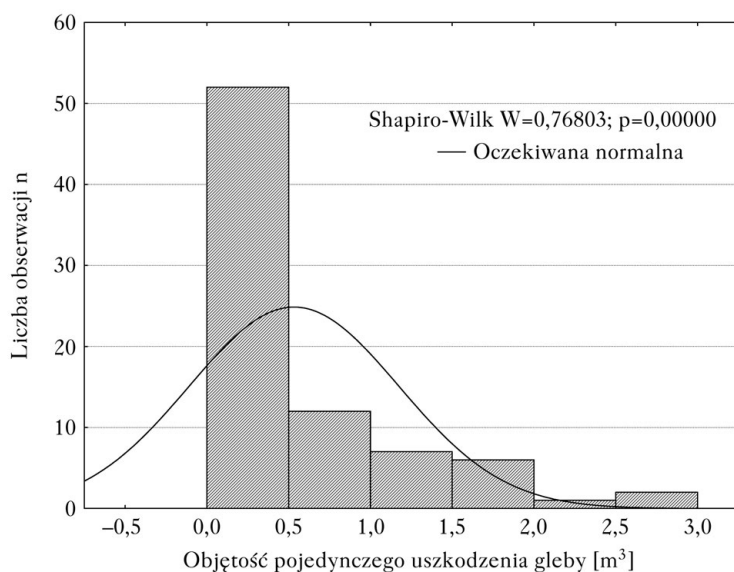
Zgodność rozkładów empirycznych objętości i powierzchni pojedynczych uszkodzeń gleby z rozkładem normalnym

Correspondence of the empirical distributions of single soil damage volumes and areas with the normal distribution

Analizowana zmienna	Środek zrywkowy	Wartość statystyki W	Obliczony poziom istotności p
Objętość uszkodzeń	K	0,679	0,000
	S	0,548	0,000
	K+S+C	0,768	0,000
Powierzchnia uszkodzeń	K	0,727	0,001
	S	0,716	0,000
	K+S+C	0,875	0,001

Oznaczenia: K – koń; S – skider; C – ciągnik rolniczy

Description: K – horse; S – skidder; C – tractor



Ryc. 3.

Objętość uszkodzonej gleby w drzewostanie ze zrywką konną

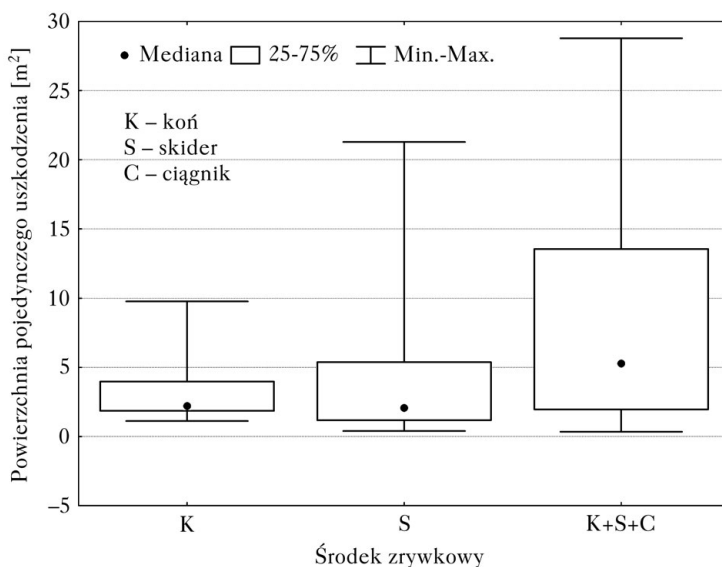
Volume of damaged soil in the stand with horse skidding

zrywce wykonanej skiderem był blisko dwukrotnie większy (4,20 m<sup>2</sup>), a mieszanej 5,5 raza większy (11,58 m<sup>2</sup>).

W celu określenia istotności obserwowanych różnic zastosowano test Kruskala–Wallisa, testując hipotezę zerową mówiącą, że wszystkie próby uszkodzeń powierzchniowych pochodzą z populacji o tej samej medianie. Uzyskane wyniki ( $H=7,015$ ;  $p=0,030$ ) pozwalają na odrzucenie testowanej hipotezy. Należy więc stwierdzić, że zastosowana metoda zrywki w istotny statystycznie sposób wpływała na powierzchnię pojedynczych uszkodzeń. Łączny udział uszkodzonej gleby był największy w drzewostanie ze zrywką wykonaną za pomocą skidera (ryc. 1). Zrywka za pomocą skidera charakteryzowała się dużą liczbą stosunkowo niewielkich powierzchniowo naruszeń pokrywy glebowej. Inaczej było przy zrywce konnej, gdzie równie

małe uszkodzenia gleby zdarzały się rzadziej, co skutkowało mniejszym ogólnie poziomem szkód (ryc. 1). Wystąpienie uszkodzenia gleby podczas zrywki konnej było dwa razy mniej prawdopodobne niż podczas zrywki za pomocą skidera i ponad 2,5 razy mniej prawdopodobne niż przy zrywce realizowanej kilkoma środkami zrywkowymi (tab. 3). Statystyki opisowe objętości pojedynczych uszkodzeń gleby przedstawiono na rycinie 5.

Szeregując zastosowane środki zrywkowe według rosnącej objętości pojedynczego uszkodzenia gleby, uzyskano identyczną kolejność jak przy analizie przeciętnej powierzchni uszkodzeń (ryc. 4). Można sądzić, że wynika to z liniowej zależności pomiędzy tymi charakterystykami uszkodzeń. Miąższości uszkodzonej gleby wynosiły przeciętnie (Me): skider – 0,07 m<sup>3</sup>, koń – 0,22 m<sup>3</sup>, koń razem ze skiderem i ciągnikiem 0,24 m<sup>3</sup>. W tej samej kolejności jak objętość uszkodzeń, rosła także ich zmienność – rozstęp kwartylny wynosił odpowiednio: 0,12 m<sup>3</sup>, 0,25 m<sup>3</sup> oraz 0,60 m<sup>3</sup>. Obserwowane różnice pomiędzy objętościami gleby uszkodzonej przez analizowane środki zrywkowe okazały się istotne statystycznie (H=9,982; p=0,007).



Ryc. 4.

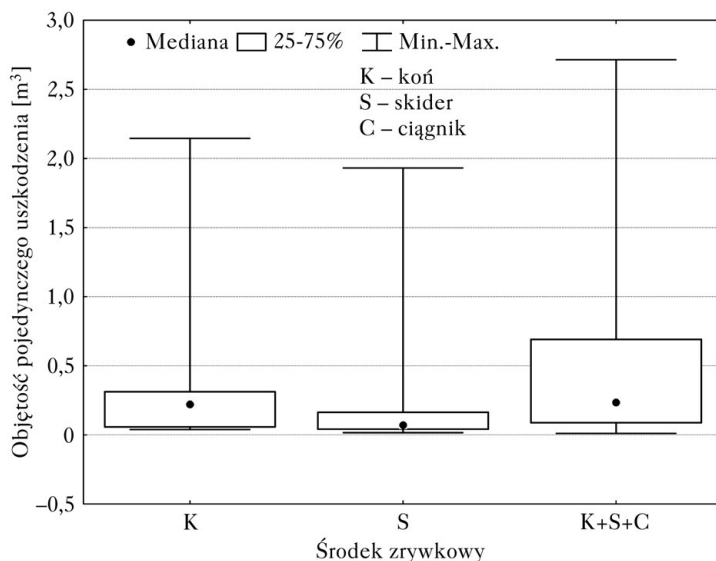
Statystyki opisowe powierzchni pojedynczych uszkodzeń gleby  
Descriptive metrics of single soil damage areas

Tabela 3.

Średnia liczba uszkodzeń gleby w poszczególnych drzewostanach  
Average number of damage cases in individual stands

Środek zrywkowy	Średnia liczba uszkodzeń gleby [szt./ha]
K	76
S	152
K+S+C	195

Symbole jak w tabeli 2  
For description see table 2



Ryc. 5.

Statystyki opisowe objętości pojedynczych uszkodzeń gleby  
Descriptive metrics of single soil damage volumes

## Wnioski

- ✦ W badanych drzewostanach najmniejszą szkodliwością w stosunku do gleby cechowała się w ujęciu powierzchniowym zrywka konna, największą zaś wykonana skiderem. Pośredni rozmiar uszkodzeń cechował zrywkę wykonaną za pomocą koni w połączeniu z ciągnikiem rolniczym i skiderem.
- ✦ Biorąc pod uwagę objętość uszkodzonej gleby stwierdzono, że najmniej szkodliwa okazała się zrywka mieszana, a najbardziej konna.
- ✦ Pojedyncze uszkodzenie gleby leśnej miało największą powierzchnię przy zrywce mieszanej, najmniejszą zaś przy wykonywanej skiderem.
- ✦ Objętości pojedynczych uszkodzeń wywołanych zrywką konną i mieszaną były podobne i znacznie większe niż powstałych podczas zrywki wykonywanej skiderem.
- ✦ Zrywka konna spowodowała najmniejszą liczbę uszkodzeń na jednostce powierzchni, największą zaś mieszana.

## Literatura

- Dyrness C. T. 1965. Soil surface condition following tractor and high-lead logging in the Oregon Cascades. *Jour. of For.* 63: 272-275.
- Giefing D. F. 1988. Einfluss des Holveinschlages auf die Umwelt. *Der Boden. Forstliche Forschungsberichte. Universität München.* 174: 8-14
- Giefing D. F. 1990. Wpływ pozyskania i transportu drewna w cięciach przedrębnych na szkody i jakość techniczną pozostających drzewostanów sosnowych. (W:) *Mat. Konf. Nauk. Reakcja ekosystemów leśnych i ich elementów składowych na antropopresję.* Wyd. SGGW – AR, Warszawa: 77-85.
- Gil W. 2003. Strategie redukcji szkód pozyskaniowo-zrywkowych – standaryzacja i klasyfikacja szkód glebowych. *Sylvan* 5: 76-85.
- Haberl A. 2003. Aufarbeitungskonzepte für Steillagen. *AFZ Wald.* 4: 164-166.
- Ilmurzyński E., Mierzejewski W. 1956. Badanie możliwości wykorzystania starszych odnowień podokapowych sosny. *Biuletyn IBL* 3: 72-84.

- Krag R., Higginbotham K., Rothwell R. 1986. Logging and soil disturbance in southeast British Columbia. *Can. Jour. For. Res.* 16: 1345–1354.
- Kulak D.: 2005. Wpływ technologii pozyskiwania drewna na rozmiar uszkodzeń roślinności dolnych warstw lasu i górnych poziomów gleby. Praca doktorska. KULiD. Kraków.
- Laskowski L. 1996. Prace zrywkowe a erozja w lasach Gór Sowich. *Las Pol.* 17: 8–9.
- Messingerova V. 1994. Analýza a overenie metod zistovania vplyvu tazbovo-dopravných technologii na lesnu podu. *Acta Fac. For.* 36: 297-307.
- Porter B. 1994. Wpływ sposobów zrywki na uszkodzenia gleby i drzew pozostających. *Prz. Tech. Rol. Les.* 11: 20-21.
- Porter B. 1997. Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
- Robek R. 1994. Vplivi transporta lesa na tla gozdnega predela Planina Vertrh. *Zbor. Gozd. Les.* 45: 55-114.
- Sowa J. M., Stańczykiewicz A., Szewczyk G. 2000. Badania nad rozmiarem szkód pozyskaniowych w odnowieniach jodłowo-bukowych w drzewostanach podgórskich. W: *Mat. Konfer. Nauk. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu.* Warszawa: 140-150.
- StatSoft Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system) version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- 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: 59- 71.
- Suwała M., Rządowski S. 2001. Wydajność pracy, koszty i uszkodzenia drzew przy pozyskiwaniu drewna w trzebieżach drzewostanów górskich. *Prace IBL, seria A.* 911:85-111.
- Zaleski K. 1959. Szkody wyrządane w podrostach i nalotach przez niektóre środki pociągowe i dłużyce wleczone w czasie zrywki. *Sylwan* 8: 53-57.

## SUMMARY

### The impact of selected skidding techniques on soil damage in beech-fir timber stands

The aim of the research was to determine the extent and structure of top-soil damage caused by different skidding techniques. The extent of work was limited to beech-fir timber stands located in the foothill zone (table 1). Horse skidding was applied in stand A and LKT 80 skidder was used in stand B. Three different skidding techniques (horse, farm tractor and skidder) were applied in stand C. After the final cuts in all the researched stands, area of soil damage was measured on 1-are circular sample plots established on 25×25 square grid intersections.

The skidding performed using specialist skidder-type tractors (fig. 1) proved to be most noxious to the environment. Its application caused damage to 18.08% of stand area. The application of three skidding techniques (horse, skidder and farm tractor) for one cutting area was not much less harmful. In that case, 15.03% of stand area was damaged. Horse skidding turned to be the least harmful as it caused damage only on 11.88% of the cutting area. Examination of the furrows and conduits showed the largest extent of damage caused by horse skidding – nearly 40 m<sup>3</sup>/ha (fig. 2). The skidder-type tractor caused a smaller extent of damage (36.2 m<sup>3</sup>/ha). The damage was even more smaller (30.4 m<sup>3</sup>/ha) when above-mentioned three skidding techniques were used.

The research proved statistically significant differences in the area and volume of single damage to soil between all these skidding techniques. The area of average soil damage was the smallest when skidding was performed by a skidder (Me=2.06 m<sup>2</sup>). It was a little larger when horse skidding was applied (Me=2.21 m<sup>2</sup>) and the largest when all the three skidding techniques were used in the cutting area (Me=5.27 m<sup>2</sup>) (fig. 4). The main descriptive metrics of single damage volumes is presented in fig. 5. After arranging the applied skidding techniques in the order from the lowest to the highest volume of single soil damage, it is identical to that



obtained during the analysis of average damage size. It can be presumed that this is the result of a linear correlation between those two damage characteristics. Analysis of the data contained in table 2 and in figures 4 and 5 shows that skidding with a skidder featured a large number of relatively small disturbances of the top soil layer. A different situation was with horse skidding, where soil damage with an equally small area occurred less often resulting in a generally lower level of damage (fig. 1). The occurrence of damage during horse skidding was twice less probable than when a skidder was used and over 2.5 times less likely than when several skidding techniques were applied.