

WPŁYW RODZAJU AGREGATU CIĄGNIKOWEGO NA ZAGĘSZCZENIE GLEBY W WARSTWIE ORNEJ

Jerzy Buliński

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Tomasz Marczuk

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Streszczenie. Artykuł przedstawia wyniki badań zwięzłości gleby w warstwie do głębokości 200 mm, w kolejinie oraz w strefie sąsiadującej, po przejazdach agregatów z maszynami zawieszanymi (ciągnik z kultywátorem, z siewnikiem) i przyczepianymi (ciągnik z rozsiewaczem, z opryskiwaczem). Przejazdy agregatów z maszynami przyczepianymi prowadziły do większego wzrostu zwięzłości gleby w kolejinie (od ponad 43% do ponad 59%) niż przejazdy z agregatów z maszynami zawieszanymi. W stosunku do pola nieugniecionego, największy wzrost średniej zwięzłości gleby do głębokości 100 mm powodował przejazd rozsiewacza (ponad 4-krotny) i opryskiwacza (prawie 3,2-krotny). Odpowiednie wartości tego wskaźnika dla agregatu z siewnikiem wynosiły 2,5, a dla kultywátora 1,6. W warstwach sąsiadujących z kolejiną największe (ponad 34%) i istotne zmiany zagęszczenia gleby powodował przejazd agregatu z rozsiewaczem. Nieco mniejsze i statystycznie nieistotne były zmiany zagęszczenia spowodowane przejazdem opryskiwacza. Przejazdy obydwu agregatów z maszynami zawieszanymi (siewnik, kultywátor) powodowały wzrost średniej zwięzłości gleby w zakresie od kilkunastu do kilkudziesięciu kilopaskali w stosunku do wartości pola kontrolnego i był on statystycznie nieistotny.

Słowa kluczowe: agregat rolniczy, zwięzłość gleby

Wprowadzenie

Przejazdy po polu ciągników i maszyn rolniczych prowadzą do pogorszenia wielu właściwości gleby takich jak: zwięzłość, gęstość, stosunki wodno-powietrzne, przewodność hydrauliczna, porowatość itp. W wyniku nacisków kół wywieranych na spulchnione podłoże ugniecenie warstw profilu glebowego może znacznie przekraczać głębokość 50 cm, a przy większych obciążeniach nawet 1 m [Etana i Håkansson 1994, Arvidsson 1998, Ehlers i inni 2000, Arvidsson 2001]. Według Håkansson i Reedera [1994], przejazdy agregatów z naciskiem na oś 4 Mg w warunkach wilgotnych, uprawnych gleb rolniczych mogą prowadzić do wzrostu ugniecenia w warstwie, co najmniej 30 cm i odpowiednio: przy nacisku 6 Mg – 40 cm, 10 Mg – 60 cm i wraz z dalszym wzrostem nacisku zasięg ten będzie się zwiększał. Badania dowodzą, że niewłaściwie dobrane wartości parametrów układów jezdnych w agregatach ciągnikowych [Powalka 2005], niewłaściwy dobór parametrów techniczno-eksploatacyjnych agregatów w technologii [Buliński 1998], właściwości podło-

za w momencie wykonania przejazdu [Forssblad 1981] oraz szereg innych czynników, w określonych okolicznościach również mogą mieć znaczący wpływ na zmiany zachodzące pod kołami przejeżdżających pojazdów rolniczych. Według Gajnulina [2001], ugniatanie gleby przez pojazdy rolnicze zależy również od konstrukcji układu jezdnego i od naprężeń powstających na powierzchni styku z glebą, a maksymalne wartości powstających nacisków mogą być ponad dwukrotnie większe od wartości średnich. Podejmowane starania w kierunku ograniczenia skutków ugniatania gleby kołami obejmują szeroki zakres działań w tym m.in. dobór agregatu pod kątem sposobu połączenia maszyny z ciągnikiem i związanego z tym rozkładem masy i obciążeniem osi.

Celem podjętych badań było ukazanie wpływu rodzaju agregatu ciągnikowego na zwięzłość gleby w śladzie przejazdu i w strefie sąsiadującej.

Materiał i metody

Badaniami objęto cztery agregaty: dwa zawieszane (z kultywátorem, z siewnikiem) i dwa przyczepiane (z rozsiewaczem, z opryskiwaczem). Wybrane dane techniczno-eksploatacyjne przedstawia tabela 1.

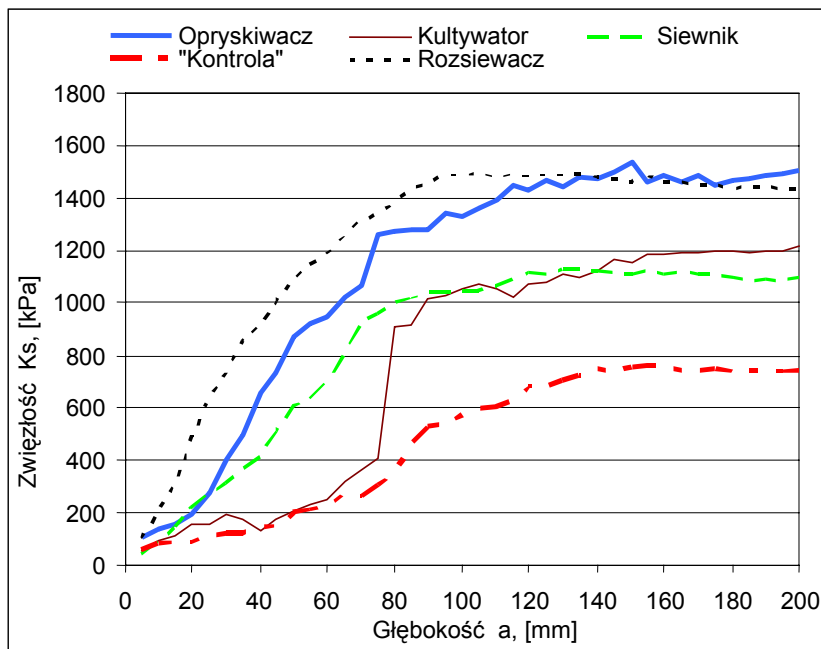
Tabela 1. Wybrane dane techniczno-eksploatacyjne agregatów
Table 1. Selected technical and exploitation data for tractor units

Agregat	Szerokość robocza [m]	Masa [kg]	Oznaczenie opon ciągnik/maszyna
Ursus C330 + kultywator U418/1	2,8	2638	6.00-16, 14.9-28
Ursus C330+ rozsiewacz N011	10,0	4528	6.00-16, 12.4-24/10.0-15
Ursus 360 + siewnik S043/3B	2,7	2911	6.00-16, 14.9-28/5.60x15
Ursus C360 + opryskiwacz Pilmex 2-1012	12,0	3459	6.00-16, 14.9-28/7.50x20

Badania prowadzono na polu z glebą określoną na podstawie składu granulometrycznego jako piasek gliniasty. Pole przed pomiarami pole zaorano na głębokość 0,25 m, z równoczesnym wyrównaniem powierzchni doczepioną do pługa broną. Po wyznaczonych odcinkach pomiarowych o długości 25 m przejeżdżały agregaty z prędkością ok. 1,39 m·s⁻¹. Po przejeździe agregatu w środku koleiny śladu kół oraz obok koleiny w odległości 150 mm, w losowo wybranych miejscach, mierzono zwięzłość gleby za pomocą sondy stożkowej z równoczesną rejestracją głębokości pomiaru.

Zwięzłość gleby obliczano odnosząc zmierzoną na poszczególnych głębokościach wartość oporu sondy do powierzchni podstawy końcówki stożkowej.

Wyniki pomiarów zwięzłości gleby w koleinie przejazdu poszczególnych agregatów oraz zwięzłości gleby na odcinku nieugniatanym („Kontrola”) przedstawia rysunek 1.

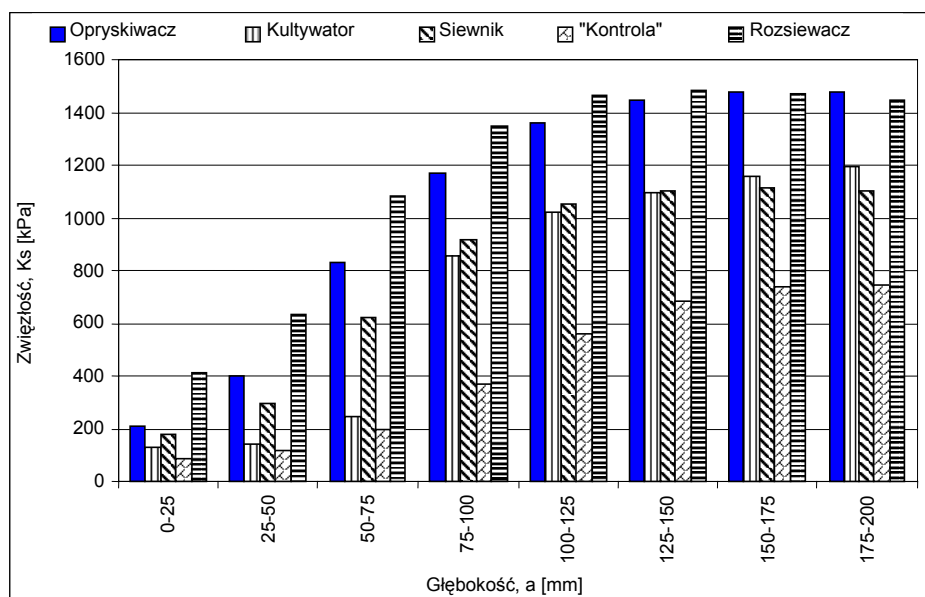


Rys. 1. Zmiany zwięzłości gleby w koleinie po przejeździe badanych agregatów
 Fig. 1. Changes of soil compactness in a rut left after running of examined tractor units

Rozpatrując zmiany zwięzłości gleby po przejeździe można zauważyć, że przejazdy agregatów prowadziły do wzrostu zwięzłości gleby, której wartość stabilizowała się na głębokości ok. 100 mm. Największą zwięzłość gleby powodowały przejazdy agregatów przyczepianych tj. z rozsiewaczem i opryskiwaczem. Dla tych agregatów uzyskano największy przyrost zwięzłości w płytszych warstwach profilu (< 80 mm) i równocześnie największe wartości zwięzłości gleby w warstwach położonych głębiej niż 100 mm. Szybki przyrost zagęszczenia gleby w warstwie podpowierzchniowej można tłumaczyć przeniesieniem przez koła prawie całej masy jednoosiowej maszyny przyczepianej wraz z ładunkiem (rozsiewacz, opryskiwacz). Większe tempo wzrostu zagęszczenia w przypadku rozsiewacza może wynikać z większej masy całkowitej agregatu (o prawie 41%) i większych (ponad 22%) wartości sumarycznych nacisków kół. Z kolei porównując wartości średnich zwięzłości gleby uzyskanych dla siewnika i kultywatora można zauważyć, że w wyniku powierzchniowego spulchniania gleby przez kultywator, do głębokości 80 mm zwięzłość gleby nie różniła się znacząco od obiektu kontrolnego i w miejscach przejazdu kół ugniecenie gleby w zakresie głębokości pracy zębów zostało zlikwidowane. Przy pominięciu spulchnionej warstwy powierzchniowej można zauważyć zbliżony przebieg zmian zagęszczenia gleby dla kultywatora i siewnika przy wzroście głębokości ponad 80 mm. Średnia zwięzłość gleby pod koleiną przejazdu w całym zakresie badanego profilu wynosiła dla kultywatora 770,7 kPa, siewnika 854,9 kPa, opryskiwacza 1225,5 kPa, rozsiewacza 1228,7 kPa.

W zbliżonych (w obrębie jednego pola) warunkach glebowych przejazdu maszyn przyczepianych prowadziły do większego wzrostu zwięzłości gleby od ponad 43% do ponad 59% w porównaniu z agregatami zawieszanymi. Obok mniejszych mas agregatów zawieszanych, powodem mniejszego ugniecenia gleby przez nie może być również przeniesienie obciążeń z trzypunktowego układu zawieszenia na oś tylną ciągnika, wyposażoną w szerokie, niskociśnieniowe ogumienie, przy jednoczesnym odciążeniu kół przednich, wyposażonych w wąskie opony prowadzące.

W celu lepszego scharakteryzowania zmian zwięzłości gleby i możliwości porównań uzyskiwanych wartości dla poszczególnych agregatów na różnych głębokościach pod koleiną, przyjęto wartości średnie tego parametru obliczone dla warstw profilu, co 25 mm (rys. 2).



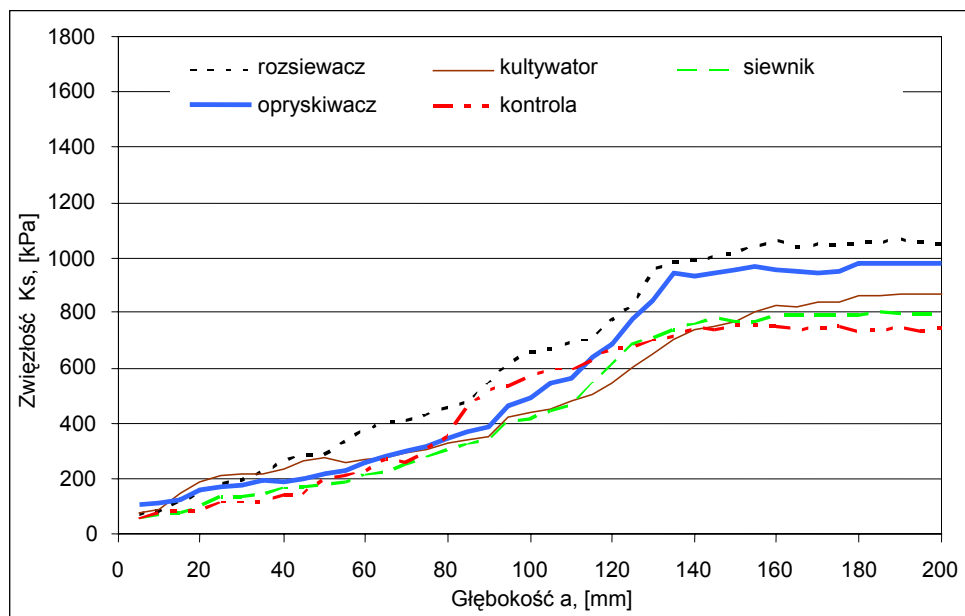
Rys. 2. Wartości średnie zwięzłości gleby w śladzie przejazdów agregatów w poszczególnych warstwach profilu pod koleiną

Fig. 2. Average values of soil compactness in a track after tractor unit run, in individual layers of profile under the rut

Rozpatrując poszczególne poziomy profilu glebowego można zauważyć, że w warstwie powierzchniowej (0–25 mm) zwięzłość gleby po przejeździe rozsiewacza była większa prawie 2-krotnie w stosunku do wartości uzyskanej dla opryskiwacza i 2,3-krotnie większa niż dla siewnika. Różnice zwięzłości w tej warstwie mogą wynikać również z bezpośredniego oddziaływania występów (żeber) bieżnika na powierzchnię podparcia kół, co może odnosić się zwłaszcza do agregatów przyczepianych znacznie cięższych od zawieszanych. Największe przyrosty zwięzłości wykazywały warstwy podpowierzchniowe 25–50 i 50–75 mm po przejeździe rozsiewacza i opryskiwacza (230 kPa i 245 kPa), przy czym ze wzrostem

głębokości zmiany te zmniejszały się, aż do wartości nieistotnych dla głębokości ponad 100 mm. Największy wzrost średniej zwięzłości gleby do głębokości 100 mm powodował przejazd rozsiewacza (ponad 4-krotny) i opryskiwacza (prawie 3,2-krotny). Odpowiednie wartości tego wskaźnika dla agregatu z siewnikiem wyniosły 2,5-krotny, a dla kultywatora 1,6-krotny. Zwięzłość gleby w warstwach ponad 100 mm była ustabilizowana i po przejeździe rozsiewacza mieściła się w zakresie 1468–1450 kPa, odpowiednie zakresy wartości dla opryskiwacza wynoszą 1360–1475 kPa, kultywatora 1022–119 kPa, siewnika 1057–1103 kPa.

Rozpatrując zmiany zwięzłości gleby zmierzone obok koleiny przejazdu agregatów można zauważyć (rys. 3), że naciski od kół prowadziły również do zmian zagęszczenia gleby w warstwie sąsiadującej z koleiną.



Rys. 3. Zmiany wartości średnich zwięzłości gleby obok koleiny przejazdu agregatów
 Fig. 3. Changes in average values of soil compaction next to a rut left after tractor unit run

Zmiany te są szczególnie widoczne na głębokości ponad 120 mm i zwłaszcza w odniesieniu do opryskiwacza i rozsiewacza. W odniesieniu do odcinka kontrolnego wzrost zagęszczenia gleby ponad 125 mm po przejeździe opryskiwacza mieścił się w zakresie od 21% do 34%, natomiast po przejeździe rozsiewacza od 21% do 41%. Przejazdy agregatów zawieszanych nie prowadziły do znaczącego wzrostu zwięzłości gleby na tej głębokości obok koleiny.

Z porównania wartości średnich zwięzłości gleby wynika, że największe (ponad 34%) i istotne zmiany zagęszczenia gleby w warstwach sąsiadujących z koleiną powodował przejazd agregatu z rozsiewaczem. Nieco mniejsze i statystycznie nieistotne były zmiany

zagęszczenia spowodowane przejazdem opryskiwacza. Przejazdy obydwu agregatów z maszynami zawieszanymi (siewnik, kultywator) w niewielkim stopniu zwiększały zagęszczenie gleby w warstwie najgłębszej. W odniesieniu do całego profilu nie stwierdzono statystycznie istotnego wzrostu zagęszczenia gleby przez te agregaty i wynosił on w zakresie od kilkunastu do kilkudziesięciu kilopaskali w stosunku do wartości pola kontrolnego.

Podsumowanie

Na podstawie otrzymanych wartości można stwierdzić, że przejazdy agregatów z maszynami przyczepianymi prowadziły do większego wzrostu zwięzłości gleby (od ponad 43% do ponad 59%) w stosunku do przejazdów z agregatów z maszynami zawieszanymi. Największy wzrost średniej zwięzłości gleby w śladzie przejazdu kół do głębokości 100 mm powodował przejazd rozsiewacza przyczepianego (ponad 4-krotny) i opryskiwacza przyczepianego (prawie 3,2-krotny). Natomiast przejazd agregatu z siewnikiem zawieszonym powodował wzrost średniej zwięzłości gleby 2,5-krotny, a z kultywátorem zawieszonym 1,6-krotny. W warstwach sąsiadujących z kolejną tendencje zmian zwięzłości były podobne, chociaż znacznie mniejsze pod względem wartości.

Bibliografia

- Arvidsson J.** 1998. Soil compaction caused by heavy sugar beet harvesters measurements with traditional and new techniques. Soil Compaction and Compression in Relation to Sugar Beet Production. Advances in Sugar Beet Research, vol. 1, International Institute for Beet Research, Brussels. Belgium. s. 35-42.
- Arvidsson J.** 2001. Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden. I. Soil physical properties and crop field in six field experiments. Soil & Tillage Research. Vol. 60. s. 67-78.
- Buliński J.** 1998. Zagęszczenie gleby w różnych technologiach i związane z tym opory orki. Rozprawy naukowe i monografie. Wyd. SGGW Warszawa. s. 140.
- Ehlers W, Werner D, Mähner T.** 2000. Wirkung mechanischer Belastung auf Geflüge und Ertragsleistung einer Löss-Parabraunerde mit zwei Bearbeitungssystemen. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163. s. 321-333.
- Etana A., Håkansson I.** 1994. Swedish experiments on the persistence of subsoil compaction caused by vehicles with high axle load. Soil & Tillage Research. Vol. 29, nr 2-3. s. 167-172.
- Forssblad L.** 1981. Vibratory soil and rock fill compaction. Dynapac Maskin AB, Solna, Sweden. s. 175.
- Gajnullin I.A.** 2001. Snížnie uplotnjajuscego vozdejstva gusenicznego traktora na pocvu. Traktory i Sel'chozmasziny. Nr 9. s. 19-22.
- Håkansson I.** 1994. Subsoil compaction caused by heavy vehicles – a long term threat to soil productivity. Soil & Tillage Research, Vol. 29. s. 105-110.
- Powalka M.** 2005. Wpływ nacisków kół ciągników rolniczych na zagęszczenie gleby. Rozprawa doktorska. Wydział Inżynierii Produkcji SGGW. Warszawa. s. 84.

AFFECT OF TYPE OF AGRICULTURAL TRACTOR- MACHINE OUTFIT ON SOIL COMPACTION IN THE ARABLE LAYER

Summary. Compaction of soil is inseparably linked with the running of tractor outfits on the field surface. Actions to reduce the effect of soil compaction by wheels include the wide range of problems like: choice of tractor outfit, paying special attention to mass distribution and axle load, type of tractor- machine connection, type of tire. Paper presents results of investigations on effect of tractor outfit type on soil compaction under wheel track. Investigations were carried out with four aggregates: two mounted (cultivator, seeder) and two trailed (fertilizer spreader, sprayer). Investigations were carried out on light soil. Each of outfits passed one time on the ploughed field surface. Passes of trailed outfits caused higher compaction (from 43% to 59%) when compared with mounted outfits. The trailed fertilizer spreader caused the highest soil compaction in the layer of 0-100 mm (exceed 4-times) and trailed sprayer (about 3,2-times). Passes of tractor outfits caused an increase in soil compaction: mounted seeder 2,5-times, mounted cultivator 1,6-times.

Key words: tractor- machine outfit, soil compaction

Adres do korespondencji:

Jerzy Buliński; e-mail: jbulinski@wp.pl
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa