

## PHYSICAL PROPERTIES OF LOAMY SAND IN FIELD ZONES OF VARIOUS INTENSITY OF IMPACT OF VEHICLES' DRIVING SYSTEMS

### Summary

There were presented the results of investigations of chosen physical proprieties of loamy sand on which winter barley was cultivated in technology of transit paths. Measurements were made separately for both topsoil and subsoil layers within the zones of various intensity of affecting soil by driving road systems of combined machines i.e. at headlands, technological paths, as well as between adjacent technological paths. On the ground of conducted investigations it was stated that the soil being in zone of the transit paths as well as of the headland underwent the large degradation appearing with unfavourable changes of volumetric density, total porosity, moisture, compactness and shearing resistance.

## WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE PIASKU GLINIASTEGO W STREFACH POŁA O ZRÓŻNICOWANEJ INTENSYWNOŚCI ODDZIAŁYWANIA UKŁADÓW JEZDNYCH AGREGATÓW POŁOWYCH

### Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości fizycznych piasku gliniastego mocnego, na którym uprawiano jęczmień ozimy w technologii ścieżek przejazdowych. Oznaczenia wykonywano oddzielnie dla warstwy ornej i podornej, w strefach pola o różnej intensywności oddziaływania układów jezdnych agregatów maszynowych na glebę, tj. na uwrociach, ścieżkach technologicznych oraz pomiędzy sąsiednimi ścieżkami technologicznymi. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że gleba znajdująca się w strefie ścieżek przejazdowych oraz uwroci uległa dużej degradacji, przejawiającej się niekorzystnymi zmianami gęstości objętościowej, porowatości całkowitej, wilgotności, zwięzłości i wytrzymałości na ścinanie.

### Wstęp

Przejazdy agregatów maszynowych, choć są niezbędne do realizacji prac polowych, to jednak mogą wywoływać niekorzystne zmiany właściwości fizycznych gleby [Dexter 1986, Walczykowa, Frankowicz 1996, Buliński 1998, Powierża i in. 2001]. Obciążenie gleby kołami agregatów maszynowych nie jest na całej powierzchni pola jednakowe. Do stref o dużych ilościach przejazdów należy zaliczyć położone na krawędziach pola uwrocia, na których odbywają się jałowe przejazdy maszyn a także realizowane są różnorodne operacje przeładunkowe. Inną strefę o dużym obciążeniu stanowią często stosowane ścieżki technologiczne, po których odbywają się robocze przejazdy maszyn, realizowane podczas wegetacji uprawianej rośliny. Technologia ścieżek przejazdowych pozwala do minimum ograniczyć oddziaływanie układów jezdnych maszyn na glebę położoną w strefie pomiędzy sąsiednimi ścieżkami.

Przeprowadzono eksperymentalne badania polowe, których celem było porównanie wybranych właściwości fizycznych piasku gliniastego mocnego w strefach o zróżnicowanej intensywności oddziaływania układów jezdnych agregatów polowych na glebę, tj. na ścieżkach technologicznych, uwrociach oraz w strefie znajdującej się pomiędzy sąsiednimi ścieżkami technologicznymi.

### Materiały i metody

Badania wykonano na glebie, którą na podstawie zawartości frakcji granulometrycznych sklasyfikowano jako piasek gliniasty mocny (tab. 1). Uprawa gleby obejmowała orkę na głębokości 22 cm i doprawianie przy użyciu agregatu wieloczynnościowego. Wszystkie kolejne przejazdy ma-

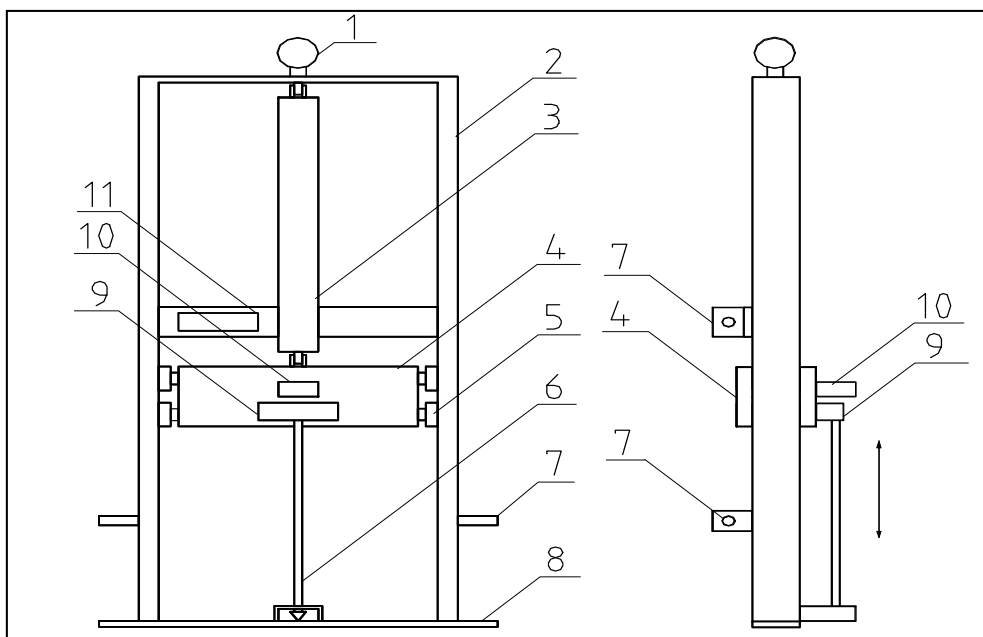
szyn, do ochrony chemicznej i nawożenia, odbywały się po ścieżkach technologicznych utworzonych podczas siewu nasion. Proces zbioru jęczmienia ozimego wykonano kombajnem. Odbiór i transport ziarna odbywał się w strefie uwroci. Bezpośrednio po zakończeniu zbioru przeprowadzono badania gęstości objętościowej, porowatości całkowitej, wilgotności całkowitej, oporu ścinania (współczynnika tarcia wewnętrznego i kohezji) oraz zwięzłości gleby. Wymienione właściwości badano na uwrociach, na ścieżkach technologicznych oraz w strefie pomiędzy ścieżkami. Oznaczenia wykonano oddzielnie dla dwóch zakresów głębokości, tj. w warstwie ornej 0-22cm oraz w warstwie podornej 22-60 cm. Gęstość objętościową, porowatość całkowitą oraz wilgotność całkowitą oznaczano według typowej metodyki, wykorzystując próbki gleby o nienaruszonej strukturze, pobierane do cylindereków o objętości 100 cm<sup>3</sup>.

Tabela 1. Wybrane właściwości gleby  
Table 1. Chosen soil properties

Gęstość fazy stałej Density of solid phase	2,60 g·cm <sup>-3</sup>
pH w KCl pH in KCl	7,7
Zawartość próchnicy Content of humus	1,17 %
Zawartość frakcji granulometrycznych: Content of granulometric fractions:	
> 1mm	2,55 %
1,0-0,1 mm	65,0 %
0,1-0,02 mm	18,0 %
<0,02 mm	17,0 %

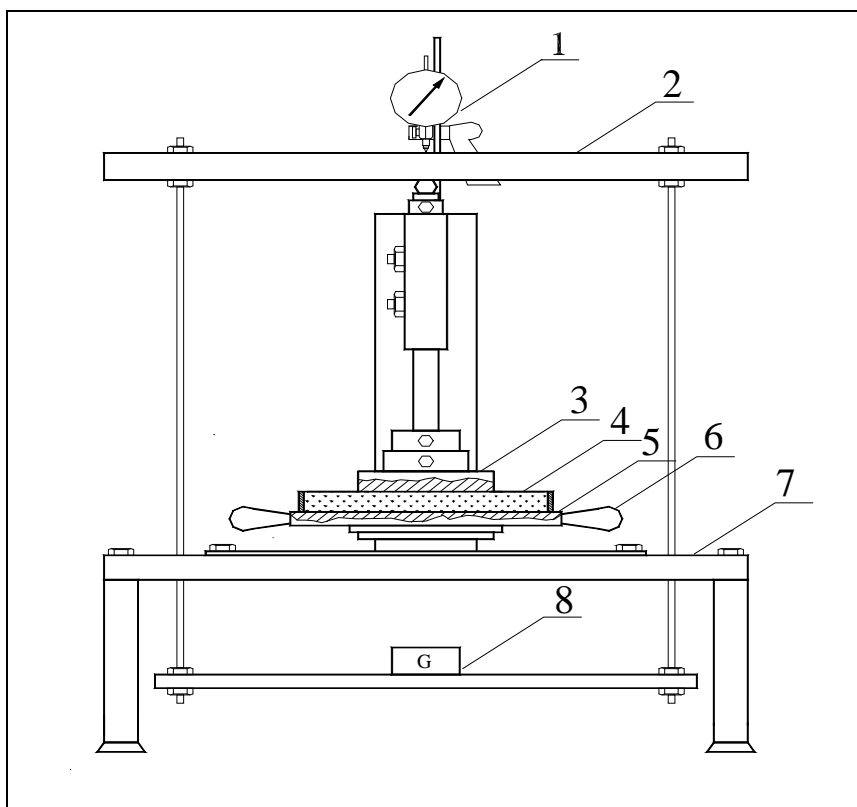
Do pomiaru zwięzłości i oporu ścinania gleby zastosowano przyrządy skonstruowane w Instytucie Inżynierii Rolniczej Akademii Rolniczej w Szczecinie. Zwięzłość gleby mierzono w sposób ciągły do głębokości 60 cm (rys. 1). Opór ścinania

gleby oznaczano w warunkach laboratoryjnych przy naciskach jednostkowych wynoszących 36,9; 110,6; 221,2 oraz 331,7 kPa (rys. 2).



Rys. 1. Schemat zwięzłościomierza: 1 – odbiornik DGPS, 2 – rama, 3 – siłownik hydrauliczny, 4 – wózek roboczy, 5 – rolki prowadzące, 6 – sonda pomiarowa, 7 – elementy do agregatowania z ciągnikiem, 8 – podstawa (stopa) ramy, 9 – czujnik siły, 10 – czujnik zagłębienia sondy w glebie, 11 – mikrokomputer i wyposażenie elektroniczne

Fig. 1. The scheme of the measuring device: 1 – DGPS receiver, 2 – Frame, 3 – Hydraulic servo-motor, 4 – Working trolley, 5 – Guide rollers, 6 – Measuring probe, 7 – Elements to aggregating with tractor, 8 – Frame basis (foot), 9 – Sensor of forces, 10 – Sensor of depth, 11 – Microcomputer and electronic equipment



Rys. 2. Schemat przyrządu do pomiaru wytrzymałości gleby na ścinanie: 1 – czujnik zegarowy, 2 – zespół obciążenia pionowego, 3 – stempel, 4 – cylinder z glebą, 5 – podstawa, 6 – uchwyt, 7 – rama, 8 – obciążenie

Fig. 2. The scheme of an instrument to measurement of resistance of soil to shearing: 1 – dial gauge, 2 – set of vertical load, 3 – stamp, 4 – the cylinder with soil, 5 – basis, 6 – handle, 7 – frame, 8 – load

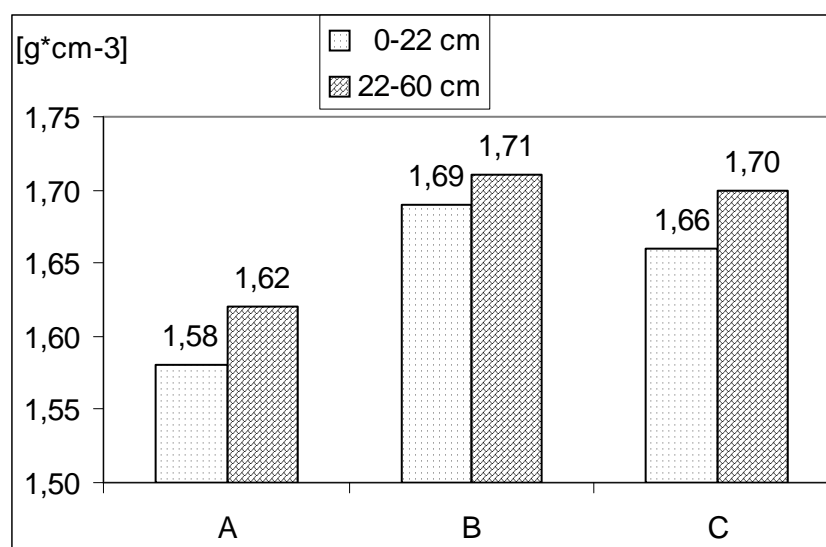
## Wyniki i dyskusja

Intensywne przejazdy agregatów maszynowych i środków transportowych spowodowały znaczne zwiększenie gęstości objętościowej gleby (rys. 3). W warstwie ornej ścieżek technologicznych stwierdzono średnią wartość gęstości objętościowej wynoszącą  $1,69 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , zaś na uwrociach – wartość nieco mniejszą, tj.  $1,66 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . W strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi gęstość objętościowa gleby była znacznie mniejsza i wynosiła  $1,58 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Gleba położona poniżej warstwy ornej, w strefie ścieżek technologicznych i uwroci, miała gęstość  $1,70\text{-}1,71 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . W strefie pomiędzy ścieżkami gleba na analogicznej głębokości wykazywała gęstość wynoszącą  $1,62 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

Oznaczenia porowatości całkowitej wykazały, że w porównaniu ze strefą położoną pomiędzy ścieżkami technolo-

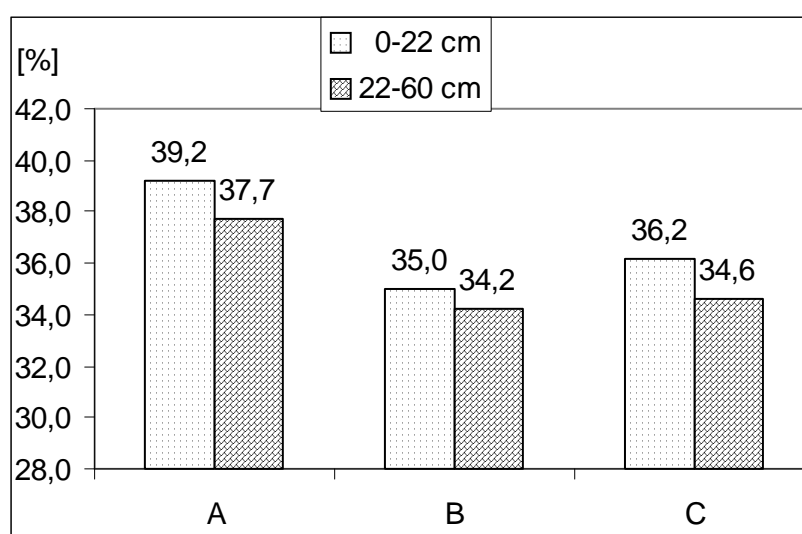
gicznymi, w strefie ścieżek technologicznych i uwroci wystąpiło znaczne zmniejszenie objętości porów gleby (rys. 4). Ponadto stwierdzono, że porowatość całkowita gleby w warstwie ornej ścieżek technologicznych była o ponad 1 % mniejsza niż w obrębie uwroci. Poniżej warstwy ornej, zarówno na ścieżkach technologicznych, jak i uwrociach, wartości porowatości ogólnej gleby były podobne i o ponad 3% mniejsze od zarejestrowanych w strefie pomiędzy ścieżkami.

Pomiary wilgotności całkowitej gleby wykazały, że w warstwie ornej strefy położonej pomiędzy ścieżkami technologicznymi wilgotność była o około 1% większa, aniżeli w częściach pola bardziej obciążonych przejazdami maszyn (rys. 5). Wilgotność warstwy podornej we wszystkich badanych strefach była zbliżona.



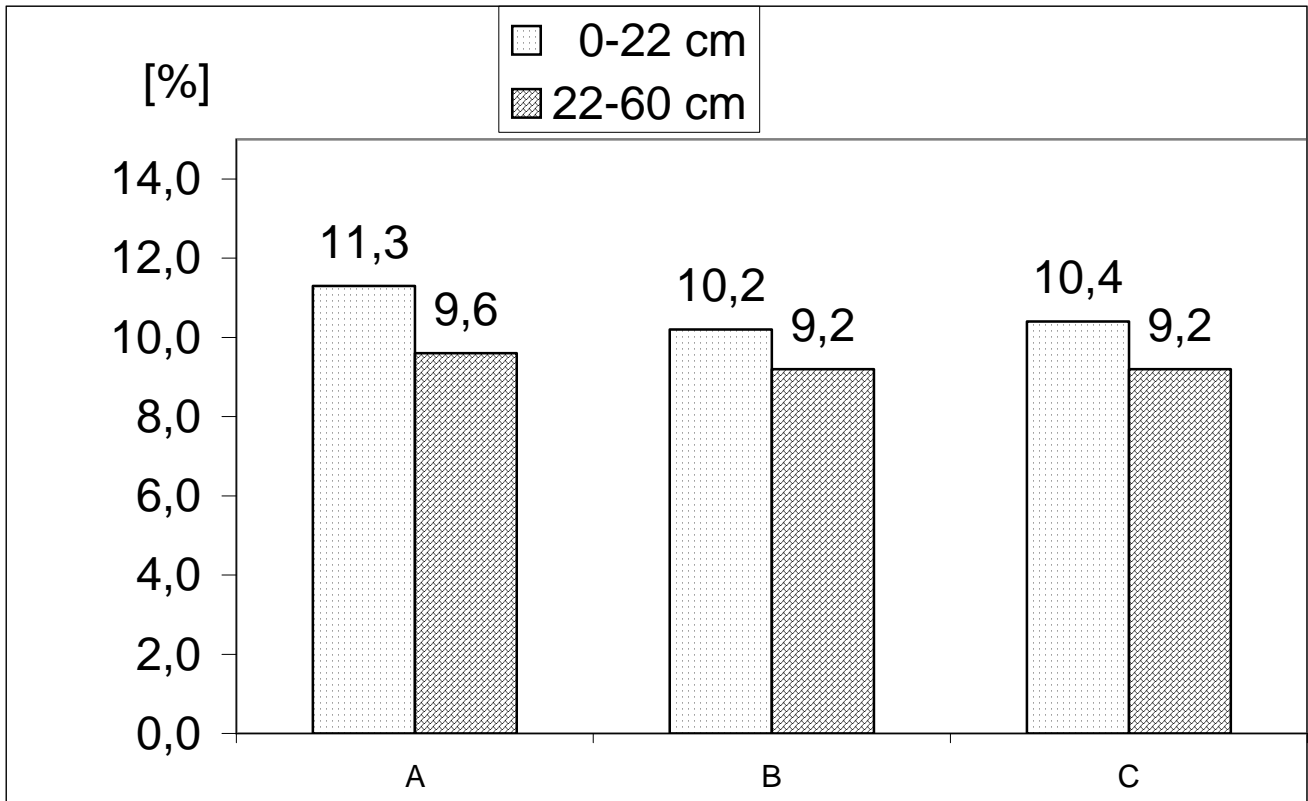
Rys. 3. Wyniki badań gęstości objętościowej gleby [ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ]: A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie

Fig. 3. Results of investigations of volumetric density of soil [ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ]: A – between technological paths, B – technological path, C – headland



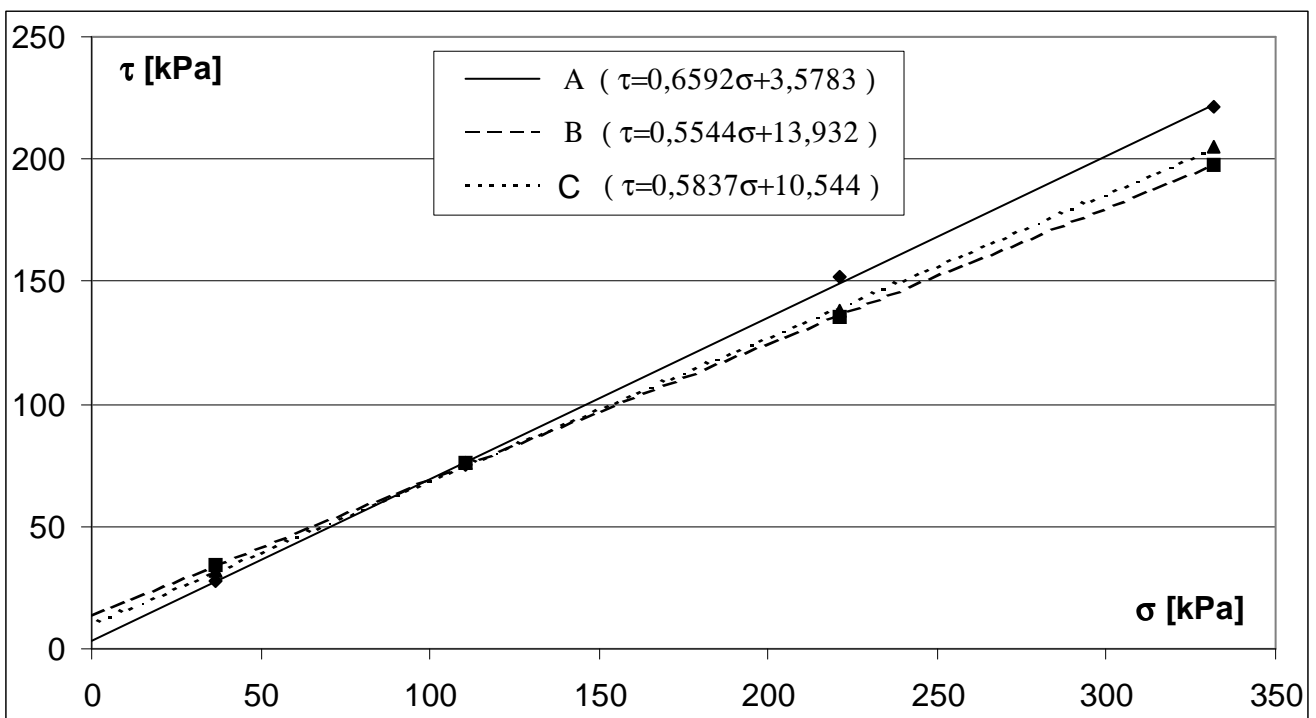
Rys. 4. Wyniki badań porowatości całkowitej gleby [%]: A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie

Fig. 4. Results of investigation of soil total porosity [%]: A – between technological paths, B – technological path, C – headland



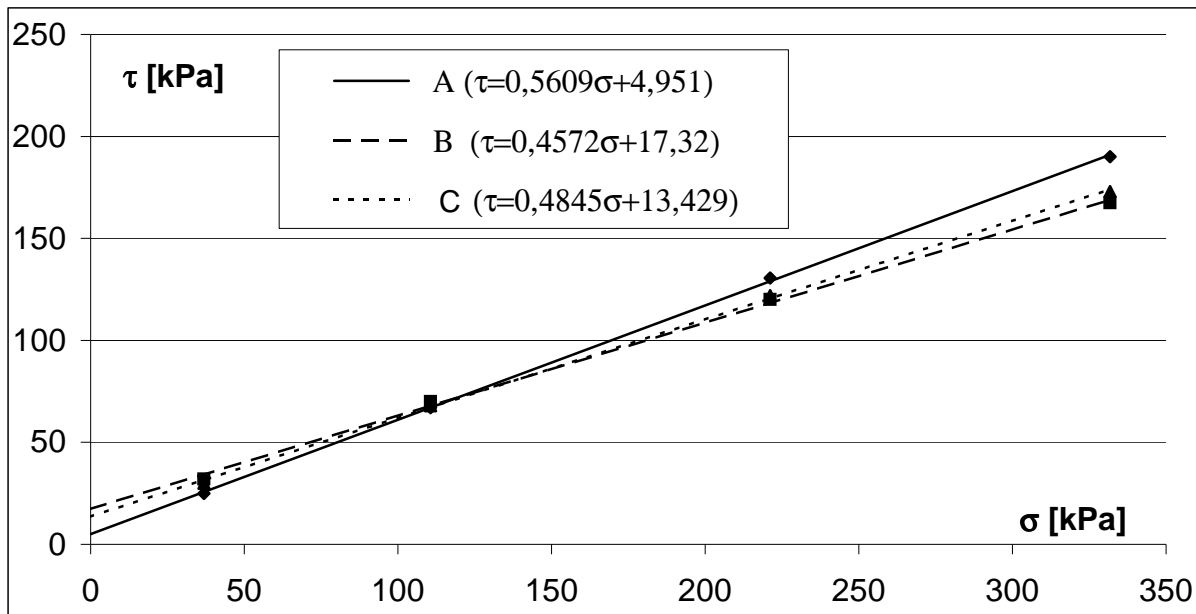
Rys. 5. Wyniki badań wilgotności całkowitej gleby [%]: A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie

Fig. 5. Results of investigation of total soil moisture [%]: A – between technological paths, B – technological path, C – headland

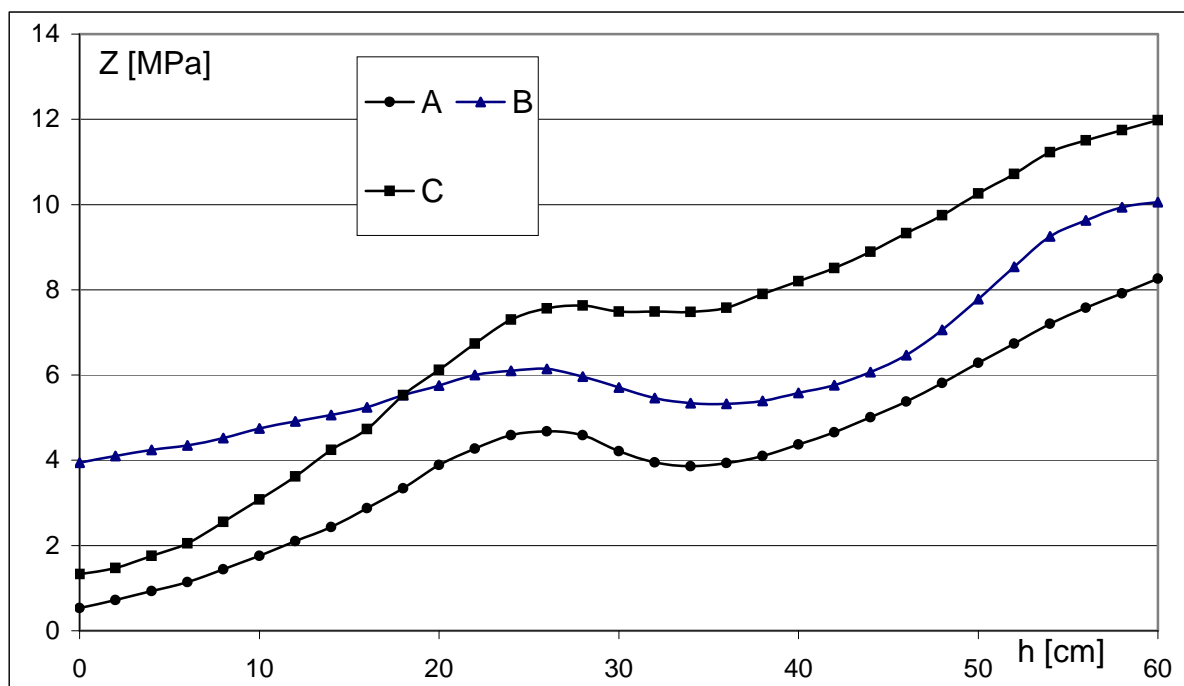


Rys. 6. Zależność oporu ścinania (□) gleby z warstwy ornej od obciążenia normalnego ( $\sigma$ ): A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie

Fig. 6. The dependence of shearing resistance (□) of the soil from arable layer on normal load ( $\sigma$ ): A – between technological paths, B – technological path, C – headland



Rys. 7. Zależność oporu ścinania ( $\tau$ ) gleby z warstwy podornej od obciążenia normalnego ( $\sigma$ ): A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie  
 Fig. 7. The dependence of shearing resistance ( $\tau$ ) of the soil from subarable layer on normal load ( $\sigma$ ): A – between technological paths, B – technological path, C – headland



Rys. 8. Zależność zwięzłości gleby (Z) od głębokości pomiaru (h): A – między ścieżkami technologicznymi, B – ścieżka technologiczna, C – uwrocie  
 Fig. 8. The dependence of compactness of soil (Z) on the depth of measurement (h): A – between technological paths, B – technological path, C – headland

Na podstawie pomiarów oporu ścinania gleby pobranej z warstwy ornej stwierdzono, że współczynnik tarcia wewnętrznego gleby znajdującej się w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi był większy, niż gleby wielokrotnie obciążonej przejazdami agregatów maszynowych i środków transportowych (rys. 6). Przyczyny można szukać w dużym wpływie struktury gleby na opór ścinania. Gleba znajdująca się w strefie ścieżek technologicznych i uwroci miała strukturę agregatową, w znacznym stopniu zniszczoną, i mimo większej gęstości objętościowej, wykazała nieco mniej-

szy opór na ścinanie. Jednocześnie stwierdzono, że gleba położona w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi charakteryzuje się mniejszą kohezją. Wszystkie próbki gleby, pobrane z warstwy podornej, wykazały znacznie mniejsze współczynniki tarcia wewnętrznego, niż próbki pobrane z warstwy ornej (rys. 7). Także w tej warstwie największy współczynnik tarcia wykazała gleba położona w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi. W strefie uwroci współczynnik tarcia wewnętrznego był nieco mniejszy, zaś w strefie ścieżek technologicznych najmniejszy. W war-

stwie podornej stwierdzono podobne wartości kohezji jak uzyskane w warstwie ornej.

We wszystkich strefach uprawy jęczmienia ozimego stwierdzono typowy przebieg krzywej zwięzłości w całym badanym profilu glebowym (rys. 8). Na głębokości około 24-28 cm wyraźnie widoczna była podeszwa płuzna. Na wspomnianej głębokości największe wartości zwięzłości zanotowano kolejno na uwrociu (7,63MPa), ścieżce technologicznej (6,14MPa) i w strefie położonej pomiędzy ścieżkami (4,68MPa). Poniżej podeszwy płuznej, do głębokości około 35 cm wartości zwięzłości uległy zmniejszeniu, po czym ponownie zwiększyły się osiągając na głębokości 60 cm wartości maksymalne. W warstwie ornej, w strefie ścieżek technologicznych, zwięzłość gleby wynosiła 4,87MPa i była średnio ponad dwukrotnie większa od zwięzłości gleby znajdującej się pomiędzy ścieżkami (2,12MPa). W strefie uwroci średnia zwięzłość wynosiła 3,60MPa. W warstwie podornej, największą średnią zwięzłość gleby, tj. 9,08MPa zanotowano na uwrociach. W strefie ścieżek technologicznych średnia zwięzłość gleby wynosiła 6,92MPa, zaś w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi 5,43MPa.

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że zarówno w strefie ścieżek technologicznych, jak i uwroci panują bardzo niekorzystne właściwości fizyczne gleby i to zarówno w warstwie ornej, jak i w warstwie podornej. Uprawa gleby pod roślinę następczą może te właściwości polepszyć, ale tylko w zakresie głębokości roboczej zastosowanych maszyn. Różnice pomiędzy właściwościami fizycznymi gleby w obrębie uwroci i ścieżek technologicznych wynikają prawdopodobnie z różnych warunków wilgotnościowych podczas przejazdów agregatów maszynowych oraz ze zróżnicowanych ilości przejazdów i wartości nacisków kół na glebę. Ścieżki technologiczne były wykorzystywane podczas całego okresu wegetacji jęczmienia ozimego i to także przy dużej wilgotności gleby, której towarzyszy na ogół mała nośność, definiowana naprężeniem granicznym. Gleba znajdująca się w strefie uwroci wykazała duże zagęszczenie szczególnie w warstwie podornej, nie spulchnianej podczas realizacji prac uprawowych. W strefie tej zagęszczenie gleby było kumulowane w ciągu kolejnych sezonów agrotechnicznych.

## Wnioski

Przeprowadzone badania i ich wyniki pozwalają na wyprowadzenie następujących wniosków:

1. Przejazdy agregatów maszynowych wywołały niekorzystne zmiany właściwości fizycznych gleby w strefie ścieżek technologicznych oraz uwroci;
2. Gęstość objętościowa gleby, znajdującej się w strefie ścieżek technologicznych oraz uwroci, wykazywała

wartości świadczące o jej dużym zagęszczeniu i to zarówno w warstwie ornej, jak i w warstwie podornej. W strefach tych odnotowano także znacznie mniejszą porowatość całkowitą gleby niż w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi;

3. Wilgotność warstwy ornej gleby, położonej pomiędzy ścieżkami technologicznymi, była większa od wartości zaobserwowanych w strefach ścieżek technologicznych i uwroci. W warstwie podornej nie stwierdzono zróżnicowania wilgotności;
4. Zarówno w warstwie ornej, jak i podornej, największą wytrzymałość na ścinanie wykazała gleba znajdująca się pomiędzy ścieżkami technologicznymi. Intensywne przejazdy maszyn i środków transportowych spowodowały zmniejszenie współczynnika tarcia wewnętrznego gleby;
5. Wartości kohezji gleby, położonej w strefach ścieżek technologicznych i uwroci, były większe od wartości kohezji w strefie pomiędzy ścieżkami technologicznymi;
6. Największą zwięzłość gleby w warstwie ornej odnotowano na ścieżkach technologicznych. Jej średnia wartość była o ponad 100% większa niż w strefie położonej pomiędzy ścieżkami i o około 50% większa niż w strefie uwroci;
7. W warstwie podornej największą zwięzłość wykazała gleba znajdująca się na uwrociach. Średnia wartość zwięzłości była tu niemal o 100% większa niż w strefie położonej pomiędzy ścieżkami technologicznymi i około 40% większa niż na ścieżkach technologicznych.

## Literatura

1. Buliński J. 1998. Zagęszczenie gleby w różnych technologiach uprawy roślin i związane z tym opory orki. Wydaw. SGGW, Warszawa.
2. Dexter A.R. 1986. Model experiments in the Behaviour of roots at the Interface Between a Tilled Seed-Bed and Compacted Sub-Soil. *Plant a. Soil.* 95: 123-133
3. Walczykowa M., Frankowicz R. 1996. Wpływ wybranych wilgotności i obciążeń na zagęszczenie gleby piaszczystej i gliniastej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 425: 275-280.
4. Powierża L., Wajnrub W., Kamiński J. 2001. Destrukcyjność gleby i podglebia spowodowana układami jezdnyimi ciągników i maszyn rolniczych. *Tech. Rol.* 50 (2): 20-21.