

Analiza parametrów wytrzymałościowych wybranego podłoża zadarnionego o różnej intensywności użytkowania

W. BIAŁCZYK, J. CZARNECKI, K. JAMROŻY, K. PIECZARKA

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Analysis of strength parameters of selected turf utilized with different intensity

Abstract. The paper presents results of research on strength parameters of chosen grass area and different turf wear level. Wear intensity was obtained with a number of passings of weighted roller with cleats. The investigations were conducted for 100%, 75%, 50%, 25% turf damage and 0%, which meant turf not damaged. The biggest values of penetration resistance of a cone penetrometer and compactness was observed on penetration depth of 0.06 m. The results of the study also showed comparable to linear growth of penetration resistance and specific individual pressures of a stamp along with turf wear intensity on researched (to 0.1 m) penetration depth.

Key words: individual pressures, grass, turf, wear simulation

1. Wstęp

Intensywne użytkowanie darni skutkuje powstawaniem nadmiernego ugniecenia, zagęszczenia oraz przemieszczania się wierzchniej warstwy gleby. Obserwowany jest również znaczny ubytek roślinności, co wpływa na pogorszenie walorów estetycznych i cech użytkowych powierzchni. Ugniecenie obserwowane jest głównie w wierzchniej warstwie gleby, a zatem oddziałuje na nadziemną część roślin i objawia się jako zgniecenie roślin, ich rozrywanie oraz ścinanie. Następstwem ugniecenia jest zagęszczenie gleby, które może powodować zniszczenie struktury gruzełkowej oraz zachwianie stosunków powietrzno-wodnych na znacznych głębokościach gleby (BEARD, 1973). Tolerancja wobec stresu roślin związanego ze wzmożonym ruchem na powierzchniach zadarnionych była tematem badań wielu autorów (BOURGOIN i wsp., 1982; CANAWAY, 1981; FUSHTEY i wsp., 1982). Szczególne znaczenie ma tu ruch pojazdów, których obciążenia przenoszone są bezpośrednio na powierzchnię darni.

Błędy w doborze odpowiedniego ogumienia tych pojazdów powodują wzrost nacisków jednostkowych, co dodatkowo potęguje niekorzystne zmiany w obrębie darni. Trawy jako gatunki dominujące na podłożach zadarnionych mają zróżnicowany poziom zdolności do przeciwstawiania się ugniataniu i zagęszczaniu spowodowanym intensywnym użytkowaniem. Dobór roślin jest często niedostosowany do przenoszenia dużych

obciążeń, co powoduje wypadanie gatunków wrażliwych na stres wywołany użytkowaniem (GAUSSION, 1994).

W badaniach naukowych zmianę intensywności użytkowania uzyskuje się poprzez zastosowanie urządzeń symulujących ruch ludzi i pojazdów po powierzchni zadarnionej (BOURGOIN i wsp., 1982). Zmiany te opisywane są następnie za pomocą parametrów wytrzymałościowych darni takich jak: zwięzłość, naciski jednostkowe oraz siły niszczące, ścinające czy wyciągające rosące rośliny. Wykazano między innymi, że system korzeniowy traw przyczynia się do wzrostu wytrzymałości darni na ścinanie, a większa intensywność użytkowania powoduje przyrost zwięzłości gleby, szczególnie widoczny w górnych warstwach profilu glebowego (DĄBKOWSKI, 2004; KOPYSTIAŃSKI, 2000).

Z dostępnej literatury wynika, że pod względem wytrzymałościowym podłoża zadarnione są najmniej rozpoznaniem podłożem odkształcalnym. Korzenie i rozłogi traw wzmacniają górne warstwy gleby tworząc nawierzchnie o specyficznych właściwościach mechanicznych. Z powyższych względów podjęto badania, których celem było dokonanie analizy zmienności wybranych parametrów na podłożu zadarnionym różniącym się intensywnością użytkowania.

2. Materiał i metody

Badania przeprowadzono na terenach zadarnionych przyległych do rzeki Odry na wysokości ul. Malczewskiego dzielnicy Biskupin we Wrocławiu. Na terenie tym naturalnie porośniętym trawami wyodrębniono poletko doświadczalne, które było koszone raz na tydzień na wysokość 60 mm. Gleba na której znajdowało się poletko została określona jako gleba brunatna kwaśna oglejona, wytworzona z piasku gliniastego mocnego na tyle zwykłym. Badanymi parametrami były maksymalne naprężenia ścinające oraz opór penetracji stempla i stożka. Pomiar maksymalnych naprężeń ścinających wykonano testerem skrzydełkowym VANE H-60 na głębokości 0,1 m. Zakres pomiarowy ścinarki wynosił 0–260 kPa, przy błędzie pomiaru 2 kPa. Do pomiaru oporu penetracji stożka wykorzystano przetwornik tensometryczny o zakresie pomiarowym 2 kN. Zagłębienie stożka o kącie wierzchołkowym 60° i polu podstawy 1 cm² mierzono potencjometrem liniowym. Na podstawie tych pomiarów wykonanych do głębokości 0,2 m obliczono zwięzłość gleby. Pomiar oporu penetracji stempla o powierzchni 1 cm² wykonano do głębokości 0,1 m, gdyż koła pojazdów, będące źródłem największego zagrożenia powierzchni zadarnionych najbardziej ingerują w tę strefę. Pomiar te dały możliwości uzyskania informacji o pionowym odkształceniu podłoża, a wartości oporu penetracji stemplem odpowiednio na głębokości 0,01 m, 0,05 m oraz 0,1 m odniesione do powierzchni stempla pozwoliły obliczyć wartości nacisków jednostkowych. Kontrolowano również wilgotność wagową gleby, za pomocą wagosuszarki WPE-300S, która w czasie pomiarów wynosiła 10%. Badana darń posiadała następujący skład botaniczny:

- trawy: kostrzewa czerwona, kupkówka pospolita, wiechlina łąkowa, wiechlina roczna, życica trwała, perz właściwy,
- bobowate: koniczyna biała, koniczyna łąkowa, wyka drobnokwiatowa, wyka ptasia,

- zioła i chwasty: babka lancetowata, krwawnik pospolity, mniszek lekarski, przytulia czepna.

W maju 2007 roku wykonano prace symulujące intensywność użytkowania darni. Natomiast pomiary badanych parametrów wykonano w lipcu 2007 roku. Do kontrolowanej zmiany intensywności użytkowania darni zastosowano wał, na obwodzie którego przykręcono korki z butów piłkarskich (ryc. 1). Wał ten odpowiednio dociążony zapewnił uzyskanie nacisków jednostkowych, jakie występują pod butem piłkarza o przeciętnej masie 75 kg. Ustalono pięć poziomów użytkowania darni, gdzie poziom 0% oznaczał darń niezniszczoną, a poziom 100% darni zniszczoną całkowicie. Dobierając odpowiednią liczbę przejazdów wałem, uzyskano dodatkowo pośrednią intensywność użytkowania (zniszczenia) wynoszącą 25%, 50% i 75% (KOPYSTIAŃSKI, 2000). Pomiary badanych parametrów wytrzymałościowych wykonano w środku odległości pomiędzy koleinami kół ciągnika, tak więc nie uwzględniono wpływu tych kolein na wyniki badań. Pomiary badanych parametrów wykonano w pięciu powtórzeniach.



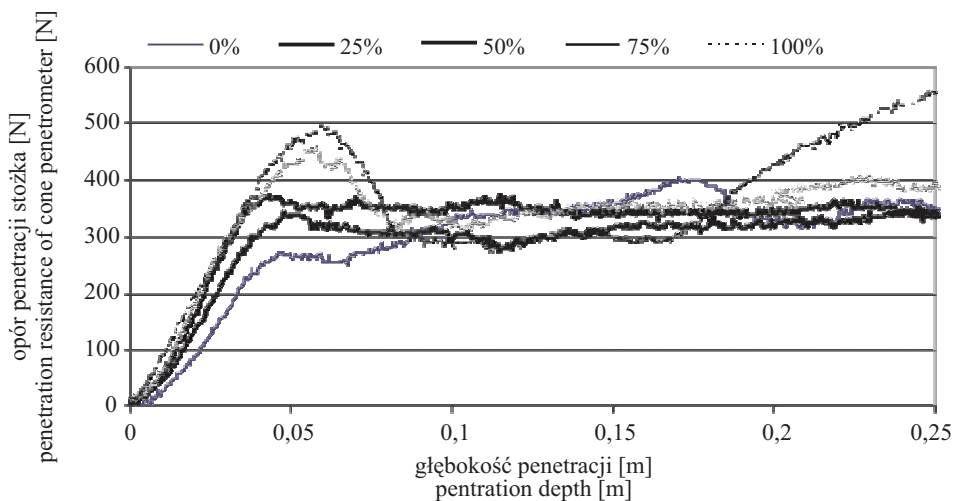
Ryc. 1. Wał symulujący intensywność użytkowania darni
Fig. 1. Roller with mounted cleats to simulate wear on turf

3. Wyniki

Wraz z pomiarami oporów penetracji stożka i stempla wykonano pomiary maksymalnych naprężeń ścinających. Najmniejsze wartości naprężeń zanotowano dla intensywności użytkowania 0%, gdzie średnia wartość tego parametru wynosiła 202 kPa. Zwiększenie liczby przejazdów wałem skutkowało wzrostem maksymalnych naprężeń ścinających odpowiednio dla 25% intensywności użytkowania – 212 kPa, dla 50% – 234 kPa, dla 75% – 244 kPa. Największą wartość tego parametru zanotowano na 100% poziomie użytkowania równą 252 kPa.

Na rycinie 2 przedstawiono przebiegi zmian oporu penetracji stożka jako funkcja głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni. Wzrost intensywności użytkowania wpływa na zwiększenie oporów penetracji stożka, szczególnie widoczne na poziomie użytkowania 75% i 100%. W tych przypadkach zaobserwowano niemal pełne zniszczenie części nadziemnych roślin oraz znaczne zageszczenie darni. Dla intensywności użytkowania 75% największa wartość tego parametru wyniosła 453 N, a dla 100% intensywności użytkowania – 494 N. Analiza uzyskanych wyników pozwala sformułować jedną ogólną zależność, że istnieje pewna graniczna wartość głębokości, do której obserwuje się wyraźny wzrost oporu penetracji stożka (0,04–0,06 m), przekroczenie tej wartości powoduje stopniowy spadek oporów, który do głębokości 0,2 m nie zmienia się i oscyluje w zakresie 280–370 kPa.

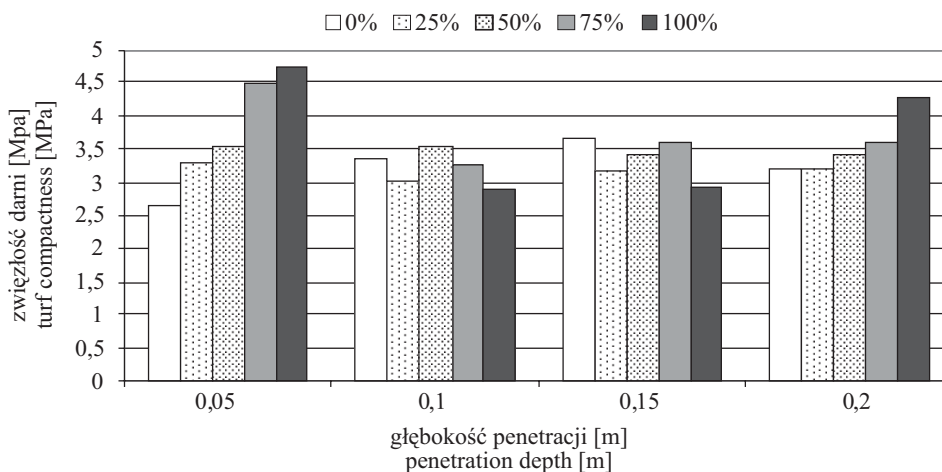
Na rysunku 3 przedstawiono wartości zwięzłości występujące na głębokościach 0,05 m, 0,1 m, 0,15 m, oraz 0,2 m obliczone na podstawie przebiegów oporu penetracji stożka. Największą dynamikę przyrostów zwięzłości zauważyć można na głębokości



Ryc. 2. Przebiegi zmian oporu penetracji stożka jako funkcja głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni

Fig. 2. Changes in penetration resistance of a cone penetrometer as a function of penetration depth for a different turf wear levels

0,05 m. Zwiększenie intensywności użytkowania skutkuje istotnymi zmianami tego parametru. Największą zwięzłością cechował się 100% poziom użytkowania (4,7 MPa na głębokości 0,05 m). Była to wartość wyższa o 79% od wartości uzyskanych dla darni nieużytkowanej.



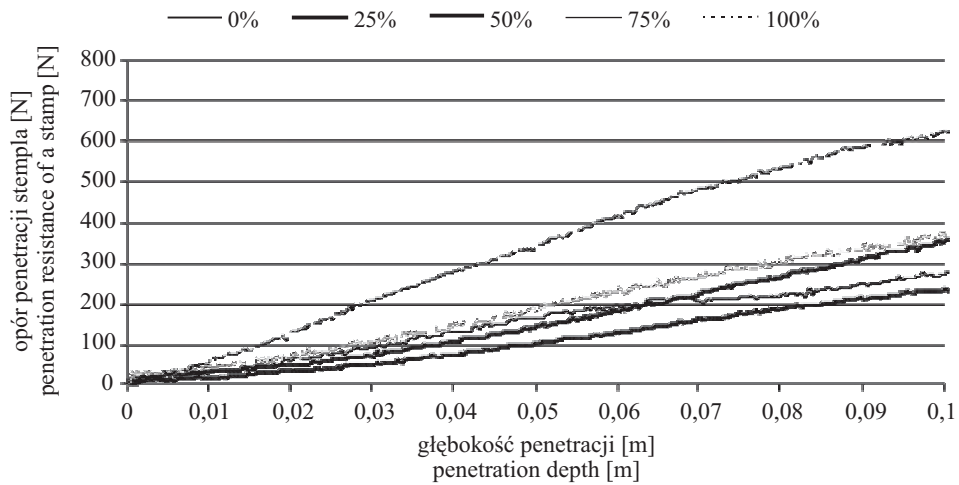
Ryc. 3. Wartości zwięzłości na wybranych głębokościach w podłożu zadarnionym dla różnych intensywności użytkowania darni

Fig. 3. Values of a compactness in chosen depths of soil under turf for different turf wear levels

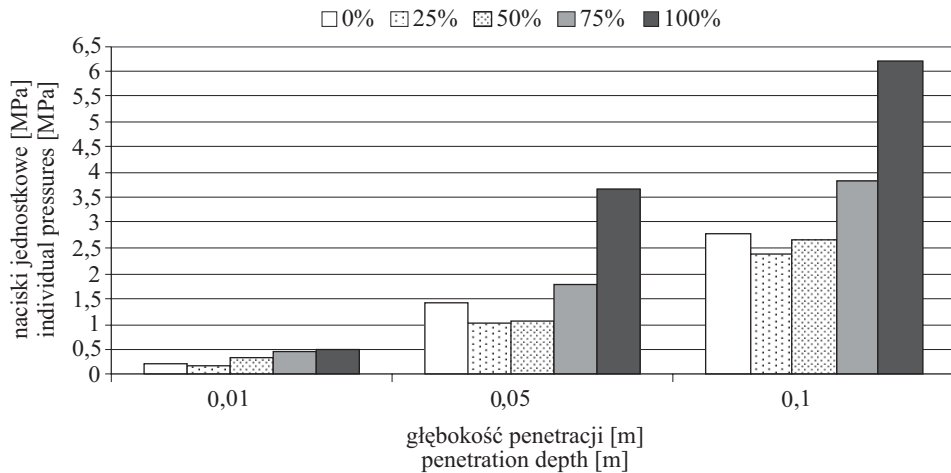
Dla wartości zwięzłości uzyskanych na głębokości penetracji 0,1 m i 0,15 m obserwuje się stabilizację tego parametru, co potwierdza tezę, że powierzchniowe ugniecenie nie przekłada się na zagęszczenie głębszych warstw darni. Na podstawie analizy statystycznej, dokonując podziału na grupy homogeniczne wykazano odmienność pomiędzy poziomami użytkowania 75% i 100% oraz podobieństwo 0% i 50% poziomu użytkowania. Wpływ na tę sytuację miała zapewne obecność korzeni roślin, które utrzymywały niższą zwięzłość gleby.

W następnym etapie dokonano pomiarów penetracji stemplem. Na rysunku 4 przedstawiono przebiegi zmian oporu penetracji stempla jako funkcja głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni. Opór penetracji wzrasta wraz z intensywnością użytkowania i głębokością penetracji. Do głębokości 0,007 m na wszystkich poziomach użytkowania zmierzony opór penetracji ma porównywalne wartości. Największą dynamiką przyrostu tego parametru charakteryzuje się 100% poziom użytkowania. Tutaj na głębokości 0,1 m zmierzony opór penetracji stempla wyniósł 620 N.

Na rysunku 5 przedstawiono wartości nacisków jednostkowych obliczone na podstawie wyników pomiarów oporu penetracji stempla. Naciski jednostkowe charakteryzują wytrzymałość podłoża i informują o możliwościach nośnych, co pozwala prognozować jego zagęszczenie i dobór odpowiednich układów jezdnych, tak aby poziom naprężeń normalnych nie przekraczał wartości dopuszczalnych. Najniższe wartości nacisków jednostkowych obliczono na głębokości 0,01 m. Podłoża o 0% i 25% poziomie użytkowa-



Ryc. 4. Przebiegi zmian oporu penetracji stempła jako funkcja głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni
 Fig. 4. Changes in penetration resistance of a stamp as a function of penetration depth for a different turf wear levels



Ryc. 5. Wartości nacisków jednostkowych na wybranych głębokościach w podłożu zadarnionym dla różnych intensywności użytkowania darni
 Fig. 5. Values of specific individual pressures on chosen depths of soil under turf for different turf wear levels

nia charakteryzują się porównywalną zdolnością do przenoszenia obciążeń pionowych. Dla tych poziomów użytkowania wartości nacisków mieszczą się w przedziale 0,18–0,24 MPa. Użytkowanie z większą intensywnością wpływa na wzrost wytrzymałości podłoża. Dla 100% poziomu użytkowania naciski jednostkowe osiągnęły poziom

0,48 MPa. Zakładając, że człowiek o założonej masie 75 kg generuje naciski na poziomie 0,03 MPa, a pojazdy wykonujące prace pielęgnacyjne na tych powierzchniach na poziomie 0,1 MPa, to wytrzymałość podłoża w strefie bezpośredniego oddziaływania dla wszystkich poziomów użytkowania na całej głębokości penetracji jest zdecydowanie wyższa.

Wzrost głębokości penetracji stempla skutkuje dalszym wzrostem nacisków jednostkowych. Dla głębokości 0,05 m i przy 100% poziomie użytkowania naciski osiągnęły wartość 3,6 MPa, a dla głębokości 0,1 m odpowiednio 6,3 MPa. Związane jest to bezpośrednio z dużym ugnieceniem i niewielką ilością roślin, które mogłyby działać rozluźniająco na glebę i przyczynić się do spadku oporu penetracji. Na głębokości penetracji 0,1 m i 100% poziomie użytkowania naciski osiągnęły największą wartość równą 6,2 MPa.

4. Wnioski

- Wykazano wyraźny wzrost oporu penetracji penetrometru stożkowego i zwiększenia podłoża zadarnionego do głębokości 0,06 m. Po przekroczeniu tej głębokości do wartości 0,2 m opór ten zmienia się nieznacznie oscylując w zakresie 280–370 kPa niezależnie od intensywności użytkowania darni. Okazało się, że wzrost tego parametru jest tym większy im podłoże było intensywniej użytkowane.
- Udowodniono zbliżony do liniowego wzrost oporu penetracji i nacisku jednostkowego stempla na badanej (do 0,1 m) głębokości penetracji. Dotyczy to wszystkich intensywności użytkowania darni. Dynamika wzrostu tych parametrów dla intensywności użytkowania 25 i 50% jest mniejsza w porównaniu do intensywności użytkowania 75 i 100%.
- Wykazano również wzrost maksymalnych naprężeń ścinających wraz z intensywnością użytkowania darni. Największą wartość tego parametru zanotowano dla 100% intensywności użytkowania równą 252 kPa.

Literatura

- BEARD J., 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- BOURGOIN B., MANSAT P., 1982. Artificial trampling and players traffic on turfgrass mixtures. *Rasen-Turf-Gazon*, 4, 72–79.
- CANAWAY P., 1981. Wear tolerance of turfgrass species. *Journal Sports Turf Research Institute*, 57, 108–121.
- DĄBKOWSKI S., GARBULEWSKI K., PACHUTA K., 2004. Mechaniczne właściwości darni traw. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 3, 23–36.
- FUSHTEY S., TAYLOR D., FAIREY D., 1982. The effect of wear stress on survival of turfgrass in pure stands and in mixtures. *Canadian Journal of Plant Science*, 63, 317–322.
- GAUSSON R., 1994. Choosing traffic-tolerant turfgrass varieties. *Sports Turf*, 10, 7, 25–26.
- KOPYSTIAŃSKI P., 1999. Darń jako podłoże dla mikrociągników. Praca doktorska. Instytut Inżynierii Rolniczej. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

Analysis of strength parameters of selected turf utilized with different intensity

W. BIAŁCZYK, J. CZARNECKI, K. JAMROŻY, K. PIECZARKA

*Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences*

Summary

Research on strength parameters of chosen grass area and different turf wear level was carried out on grassland adjoining Odra river in Wrocław. The plot was set up on area that was dominated by grass or grasslike vegetation. It was mowed once a week and was maintained at 60 mm height. Parameters that was researched there were maximal cutting stress as well as penetration resistance of a stamp and a cone. Basing on penetration resistance of a cone which was measured on depth of 0.2 m there was compactness calculated. Basing on penetration resistance of a stamp (stamp area 1 cm²) measured on depth of 0.1 m there were specific individual pressures calculated.

The biggest values of penetration resistance of a cone penetrometer and compactness were observed on penetration depth of 0.06 m. Going deeper until 0.2 m of depth the resistance changes were only a little and were oscillating between 280–370 kPa regardless of turf wear. However on depth of 0.06 m increase of this parameter was determined by a wear level. Increase of penetration resistance and specific individual pressures was smaller for 25 and 50% turf damage and bigger for 75 and 100%. Maximal cutting stress was increasing with turf wear the biggest was on 100% turf damage and it was equal 252 kPa.

Recenzent – Reviewer: *Zbigniew Błaszkiwicz*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

prof. dr hab. Włodzimierz Białczyk

Instytut Inżynierii Rolniczej

51-630 Wrocław, Chelmońskiego 37/41

tel. 071 320 57 06

e-mail: wlodzimierz.bialczyk@up.wroc.pl