

OCENA ZMIAN PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH DARNI UŻYTKOWANEJ Z RÓŻNĄ INTENSYWNOŚCIĄ

Włodzimierz Biały, Jarosław Czarnecki, Anna Cudzik, Katarzyna Jamróży
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych parametrów wytrzymałościowych darni użytkowanej z różną intensywnością. Badania przeprowadzono na darni naturalnie porastającej tereny zalewowe rzeki Odry we Wrocławiu. Parametrami analizowanymi w pracy były opór penetracji stożka i stempla, na podstawie których obliczono zwięzłość podłoża i naciski jednostkowe. Zwiększenie intensywności użytkowania badanej darni powoduje jej zagęszczenie, co przejawia się wzrostem oporów penetracji stożka i zwięzłości podłoża. Największe przyrosty tych parametrów zaobserwowano w warstwie 0-0,02 m, natomiast największą wartość (4,71 MPa) zanotowano na głębokości 0,15 m dla darni użytkowanej z największą z analizowanych intensywności (tzw. 100% poziom użytkowania). Obliczone na podstawie oporów penetracji stempla wartości nacisków jednostkowych mieściły się w przedziale od 0,12 MPa do 2,65 MPa.

Słowa kluczowe: darń, opór penetracji stożka i stempla, zwięzłość

Wstęp

Zbiorowiska trawiaste odgrywają ważną rolę w środowisku. Człowiek już dawno dostrzegł ich znaczenie przyrodnicze i gospodarcze. Przydatność łąk i pastwisk postrzegana była głównie przez pryzmat potrzeb rolniczych do produkcji pasz lub bezpośredniego skarmiania zwierząt. W środowisku rolę jaką pełnią pratocenozy jest nieoceniona. Doskonałe właściwości wiążące grunt przez korzenie roślin tworzących darń mogą znaleźć zastosowanie przy umacnianiu zabezpieczeń przeciwpowodziowych wzdłuż koryt rzek i cieków wodnych. W obrębie dużych miast wolne od zabudowy przestrzenie stanowią atrakcyjne tereny rekreacyjne.

Skład botaniczny darni jest bardzo zróżnicowany i zależy od siedliska, jakie ona zajmuje. Wielogatunkowe trwałe użytki zielone stanowią barwne tło, które zmienia się podczas sezonu. Jest to związane z rytmiką zmian fenologicznych w związku z kwitnieniem coraz to innych gatunków. Ma to ogromny wpływ na walory dekoracyjne takiego krajobrazu. Darń występująca w środowiskach naturalnych posiada skład gatunkowy roślin najbardziej odpowiadający zarówno warunkom glebowym jak i pozostałym czynnikom siedliskowym. Jednak roślinność ta nie jest dostosowana do użytkowania wynikającego z ruchu ludzi czy pojazdów. Skutkiem tego są nieodwracalne często zmiany w składzie botanicznym roślin, które powodują powstawanie ubytków roślin, co w konsekwencji prowadzi do niszczenia i dewastacji terenu [Carrow i in. 1992 i Fałkowski 1974].

W pracach naukowych dotyczących niniejszych zagadnień wykazywany jest wpływ intensywności użytkowania głównie na zmiany parametrów fizycznych darni oraz plonowanie. Przedstawiane są nieodwracalne zmiany zachodzące w środowisku glebowym, które związane są zazwyczaj ze znacznym wzrostem gęstości objętościowej oraz spadkiem porowatości ogólnej. Prowadzi to do obniżenia zawartości powietrza glebowego, a co z tym się wiąże spadku aktywności korzeni, wzrostu zwięzłości, a jedynym pozytywnym czynnikiem takiego stanu jest wzrost nośności podłoża [Trenholm i in. 2000; Shearman i in. 1975].

Cel pracy metoda i warunki badań

Celem podjętych badań było dokonanie analizy zmian parametrów wytrzymałościowych podłoży zadarnionych różniącym się intensywnością użytkowania z uwzględnieniem zmian wybranych parametrów fizycznych tych podłoży. Badania przeprowadzono na terenach zadarnionych przyległych do rzeki Odry na wysokości ul. Malczewskiego dzielnicy Biskupin we Wrocławiu. Poletko doświadczalne porastała naturalna darń o składzie botanicznym traw dominujących takich jak: kostrzewa czerwona, kupkówka pospolita, wiechlika łąkowa, wiechlika roczna, życica trwała, perz właściwy. Pozostała roślinność to bobowate: komonica zwyczajna, koniczyna biała, koniczyna łąkowa, wyka drobnokwiatowa, wyka ptasia oraz zioła i chwasty: babka lancetowata, krwawnik pospolity, mniszek lekarski, przytulia czepna. Parametry wytrzymałościowe darni opisano za pomocą zwięzłości gleby oraz nacisków jednostkowych. Zwięzłość gleby obliczono na podstawie pomiarów oporów penetracji penetrometrem stożkowym o kącie wierzchołkowym 60° i polu podstawy $0,0001 \text{ m}^2$. Naciski jednostkowe obliczono na podstawie pomiarów pionowego odkształcenia podłoża pod stemplem prostokątnym o powierzchni $0,0001 \text{ m}^2$, jako stosunek siły działającej na powierzchnię stempla do tej powierzchni. W celu opisu warunków badań obliczono porowatość ogólną oraz gęstość objętościową gleby [Dobrzański i in. 1995]. Oznaczono również wilgotność wagową gleby za pomocą wagosuszarki WPE-300S.

Prace związane z użytkowaniem powierzchni zadarnionej wykonano w lipcu 2009 roku, natomiast badania przeprowadzono w listopadzie tego samego roku. Zmianę intensywności użytkowania darni uzyskano poprzez wykonanie różnej ilości przejazdów wałem na obwodzie, którego przykręcono korki z butów piłkarskich. Wał ten tak został obciążony, aby zapewnił poziom nacisków jednostkowych podobnych jakie generowane są 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%. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykonano wieloczynnikową analizę wariancji na poziomie $\alpha=0,05$ oraz test HSD Tukeya.

Wyniki badań i ich analiza

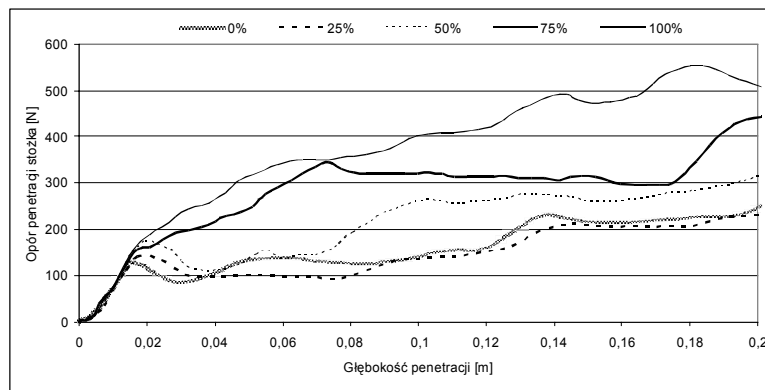
W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów wybranych parametrów fizycznych badanego podłoża.

Tabela 1. Parametry fizyczne badanego podłoża
Table 1. Physical parameters of analysed soil

| Warstwa (poziom) [m] | Poziom użytkowania | Wilgotność wagowa [%] | Gęstość objętościowa [g cm ⁻³] | Porowatość ogólna [%] |
|----------------------|--------------------|-----------------------|--|-----------------------|
| 0,05 | 0% | 19,4 | 1,63 | 44 |
| 0,10 | | 18,5 | 1,68 | 45 |
| 0,15 | | 17,7 | 1,78 | 42 |
| 0,05 | 25% | 17,4 | 1,74 | 41 |
| 0,10 | | 17,0 | 1,76 | 39 |
| 0,15 | | 14,5 | 1,79 | 40 |
| 0,05 | 50% | 16,8 | 1,70 | 43 |
| 0,10 | | 14,6 | 1,87 | 36 |
| 0,15 | | 12,9 | 1,94 | 33 |
| 0,05 | 75% | 16,1 | 1,80 | 39 |
| 0,10 | | 14,8 | 1,81 | 36 |
| 0,15 | | 13,4 | 1,95 | 33 |
| 0,05 | 100% | 15,8 | 1,92 | 35 |
| 0,10 | | 14,3 | 1,98 | 33 |
| 0,15 | | 14,0 | 1,98 | 32 |

Parametrem, który ma istotne znaczenie w kształtowaniu się cech wytrzymałościowych podłoża jest wilgotność. W prowadzonych badaniach wilgotność wagowa mieściła się w przedziale od 17% do 19,4%. Wyższe wartości wyznaczono na niższych poziomach użytkowania (0% i 25%). Wykazano także że wzrost głębokości skutkuje przyrostem gęstości objętościowej. Największe wartości tego parametru wyznaczono na 100% poziomie użytkowania, przy czym różnica w wartościach pomiędzy głębokością pomiaru 0,05 m a 0,15m wynosiła jedynie 3%. Porowatość ogólna zgodnie z oczekiwaniami malała wraz ze wzrostem intensywności użytkowania. Największe wartości zanotowano dla 0% poziomu użytkowania równe średnio 0,44%, co było wartością wyższą o 33,3% w porównaniu do średnich wartości tego parametru dla 100% poziomu użytkowania.

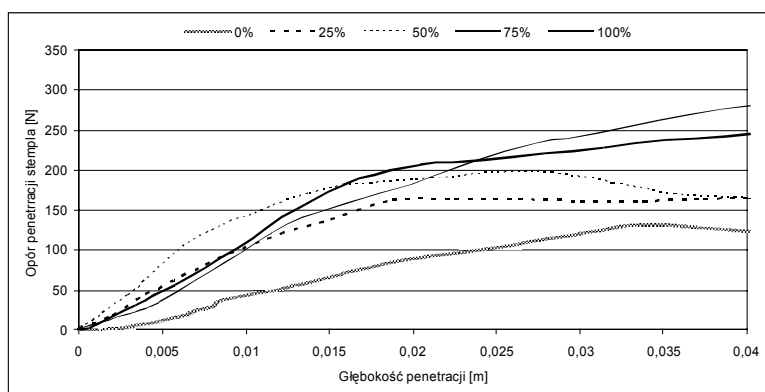
Na rysunku 1 przedstawiono przebiegi zmian oporu penetracji stożka w funkcji głębokości penetracji dla różnych poziomów użytkowania. Widoczny jest odmienny charakter przebiegów dla 0%, 25%, 50% i 75% poziomu użytkowania w porównaniu 100% poziomem. Cechą charakterystyczną tych pierwszych jest wyraźny spadek oporów penetracji stożka po przekroczeniu głębokości 0,02 m, co zapewne jest bezpośrednio związane z obecnością roślin i wzmacniającym oddziaływaniem korzeni. Intensywne użytkowanie (100%) prowadzi do eliminacji roślin, wynikiem tego jest proporcjonalny wzrost oporów penetracji stożka.



Rys. 1. Przebiegi zmian oporu penetracji stożka jako funkcja głębokości penetracji dla różnych poziomów użytkowania

Fig. 1. Courses of changes in cone penetration resistance as a penetration depth function for various levels of use

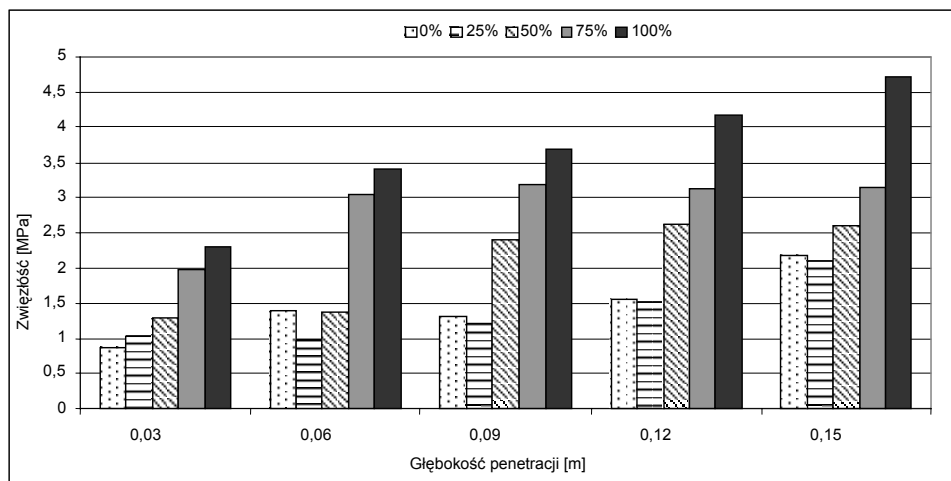
Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi zmian oporu penetracji stempla w funkcji głębokości penetracji dla ocenianych poziomów użytkowania. Opór penetracji stempla był zawsze najniższy na darni o 0% poziomie użytkowania. Wartość maksymalną równą 131 N wyznaczono dla głębokości penetracji 0,033 m. Dla 100% poziomu użytkowania opór penetracji rósł proporcjonalnie z głębokością penetracji osiągając wartość maksymalną 280 N na największej głębokości pomiaru. Intensywne użytkowanie zmienia charakter przebiegów tego parametru, co związane jest prawdopodobnie z masą organiczną, której ilość maleje wraz ze wzrostem zagęszczenia i przyczyniając się do wzrostu nośności podłoża.



Rys. 2. Przebiegi zmian oporu penetracji stempla jako funkcja głębokości penetracji dla różnych poziomów użytkowania

Fig. 2. Courses of changes in punch penetration resistance as a penetration depth function for various levels of use

Na rysunku 3 przedstawiono wartości zwięzłości na wybranych głębokościach penetracji dla różnych poziomów użytkowania. Wykazano wpływ poziomów użytkowania na zwięzłość badanego podłoża. Nie wykazano natomiast istotności (poziom $\alpha=0,05$) wpływu głębokości penetracji na wartości tego parametru.



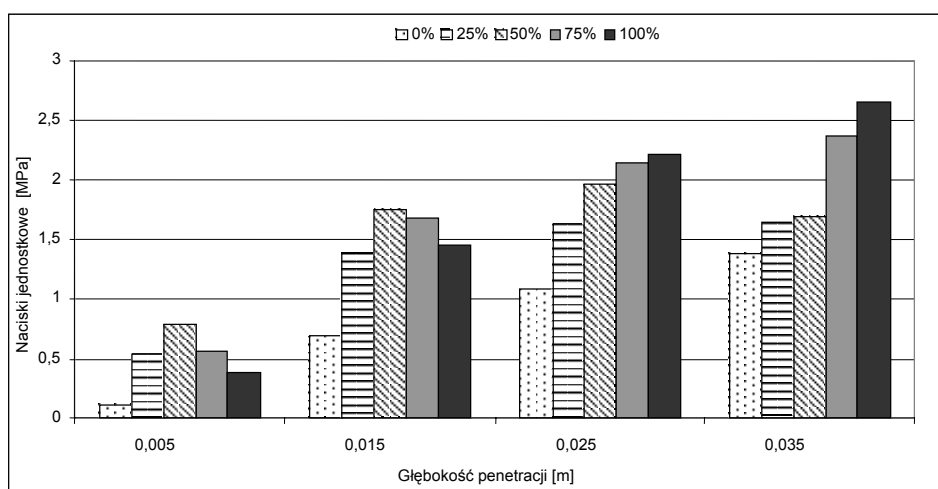
Rys. 3. Wartości zwięzłości na wybranych głębokościach badanego podłoża dla różnych poziomów użytkowania

Fig. 3. Compactness values at selected depths of analysed soil for various levels of use

Największą wartość zwięzłości odnotowano dla 100% poziomu użytkowania i głębokości penetracji 0,15m równą 4,71 MPa. W porównaniu do 0% poziomu użytkowania i tej samej głębokości penetracji jest to wartość wyższa o 105%. Wyznaczony rozkład tego parametru wynika przede wszystkim ze znacznego zagęszczenia podłoża (wzrost gęstości objętościowej oraz spadek porowatości ogólnej) będącego skutkiem intensywnego użytkowania darni. Analiza statystyczna (test HSD Tukeya) uzyskanych zwięzłości wykazała, że parametr ten można umieścić w dwóch jednorodnych grupach. Pierwsza grupa to zwięzłości z poziomu użytkowania 0%, 25% i 50%, natomiast drugą grupę tworzą poziomy użytkowania 75% i 100%.

Na rysunku 4 przedstawiono wyznaczone na podstawie oporów penetracji stępła wartości nacisków jednostkowych, które wyrażają wartości naprężeń krytycznych na wybranych głębokościach badanego podłoża dla różnych poziomów użytkowania. W odróżnieniu od zwięzłości badanego podłoża nie wykazano wpływu poziomu użytkowania na wartości obliczonych nacisków jednostkowych, z czego można wnioskować, że ten parametr nie jest w pełni przydatny do opisu zmian cech wytrzymałościowych zadarnionego podłoża użytkowanego z różną intensywnością. Jak spodziewano się wykazano wpływ głębokości penetracji na wartości tego parametru. Najniższe wartości nacisków jednostko-

wych zanotowano na 0,005 m głębokości penetracji (średnio 0,47 MPa), co jest ściśle związane z małą wytrzymałością szaty roślinnej.



Rys. 4. Wartości nacisków jednostkowych na wybranych głębokościach badanego podłoża dla różnych poziomów użytkowania

Fig. 4. Unit pressure values at selected depths of analysed soil for various levels of use

W miarę zwiększania głębokości penetracji zwiększa się udział części mineralnych obecnych w glebie, co pozwala generować wyższe wartości nacisków jednostkowych. Przedstawione na rys. 4 wykresy potwierdzają fakt, że wzrost intensywności użytkowania doprowadza do zmian ilości masy korzeniowej traw, co zawsze przejawia się wzrostem naprężeń krytycznych. Odmienny jest charakter zmian tego parametru na głębokości penetracji 0,005 m i przykładowo na 0,035 m, gdzie występują wyraźne różnice w ilościach masy korzeniowej traw.

Należy również zwrócić uwagę, że w praktyce po powierzchniach zadarnionych odbywa się często ruch pojazdów wyposażonych w ogumienie napędowe o rzeźbie bieżnika typu AN. Może to powodować zagłębianie się występów bieżnika w głąb darni i jej mechaniczne uszkodzenia, szczególnie przy dużych wilgotnościach zadarnionego podłoża. Należy jednak pamiętać, że naciski jednostkowe tego typu ogumienia zmierzone bezpośrednio pod występami bieżnika wielokrotnie przewyższają wartości uzyskane podczas badań dla najniższych głębokości penetracji.

Pomimo tego, że prace związane z uzyskaniem różnego poziomu użytkowania badanej powierzchni wykonano cztery miesiące wcześniej (lipiec 2009 roku), a pomiary przeprowadzono w listopadzie 2009 roku, to użytkowanie badanej darni wywarło trwałe skutki w postaci istotnych zmian parametrów fizycznych i wytrzymałościowych. Prezentowane w pracy różnice w analizowanych parametrach fizycznych i wytrzymałościowych prawdopodobnie wraz z upływem czasu będą podlegać stopniowemu zmniejszaniu w wyniku procesów samoregeneracji darni.

Wnioski

1. Zmiana intensywności użytkowania badanej gleby zadarnionej skutkowałą zmianą parametrów fizycznych gleby. Wilgotność wagowa przyjmowała wyższe wartości na poziomach użytkowania 0% i 25%. Znotowano wzrost gęstości objętościowej wraz ze wzrostem intensywności użytkowania i głębokości pomiaru. Zagęszczenie gleby będące wynikiem użytkowania wpłynęło na spadek porowatości ogólnej, szczególnie widoczny na największych głębokościach (0,15 m).
2. Zwiększenie intensywności użytkowania badanej darni powoduje wzrost oporów penetracji stożka. Największe przyrosty tego parametru wyznaczono dla warstwy 0-0,02 m, natomiast największą wartość (4,71 MPa) na głębokości 0,15 m i przy 100% poziomie użytkowania. Obliczona na podstawie oporów penetracji zwięzłość rosła istotnie wraz z intensywnością użytkowania, nie wykazano natomiast wpływu głębokości penetracji na wartości zwięzłości.
3. Badania wykazały, że wyniki pomiarów właściwości mechanicznych darni z wykorzystaniem stempla, a więc opory penetracji oraz wartości naprężeń krytycznych mogą być jedynie w sposób ograniczony wykorzystane do opisu warunków badań. Nie można ich wykorzystać do opisu zmian będących wynikiem różnej intensywności użytkowania darni. Obliczone na podstawie oporów penetracji stempla wartości nacisków jednostkowych mieściły się w przedziale od 0,12 MPa do 2,65 MPa.

Bibliografia

- Carrow R.N., Petrovic A.M.** 1992. The effect of traffic on turfgrass. *Turfgrass Agronomy* 32. s. 285-330.
- Dobrzański B., Zawadzki S.** 1995. *Gleboznawstwo*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa. ISBN 83-09-01561-5.
- Falkowski M.** 1974. *Trawy uprawne i dziko rosnące*. PWRiL. Warszawa.
- Shearman R.C., Beard J.B.** 1975. Wear Tolerance Mechanisms: III. Physiological, Morphological, and Anatomical Characteristics Associated with Turfgrass Wear Tolerance. *Agronomy Journal* 67. s. 215-218.
- Trenholm L.E., Carrow R.N., Duncan R.R.** 2000. Mechanisms of wear tolerance in seashore paspalum and bermudagrass. *Crop Sci.* 40. s. 1350-1357.

EVALUATION OF CHANGES OF STRENGTH PARAMETERS FOR SOD USED WITH VARYING INTENSITY

Abstract. The work presents the results of tests of selected strength parameters for sod used with varying intensity. The tests were carried out for the sod which naturally overgrows the flooded areas of the Oder River in Wrocław. The parameters analysed in this work were cone penetration resistance and punch penetration resistance, on the basis of which the compactness of soil and unit pressures were calculated. The increase of intensity of use of the sod under analysis results in its compaction, which is reflected by an increase in cone penetration resistance and soil compaction. The biggest increases of those parameters were observed in the layer of 0-0.02 m, whereas the biggest value (4.71 MPa) was recorded at the depth of 0.15 m for the sod used with the highest analysed intensity (100% level of use). Unit pressure values calculated on the basis of punch penetration resistances ranged from 0.12 MPa to 2.65 MPa.

Key words: sod, cone and punch resistance penetrations, compactness

Adres do korespondencji:

Jarosław Czarnecki; e-mail: jaroslaw.czarnecki@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław