

ANALIZA ZMIAN PARAMETRÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH DARNI W ZMIENNYCH WARUNKACH GRUNTOWYCH

Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Katarzyna Jamróży,
Krzysztof Pieczarka, Karol Wolski

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań oporów penetracji stożka i stempla oraz obliczone na ich podstawie zwięzłości i naciski jednostkowe na podłożu zadarnionym eksploatowanym z różną intensywnością. Wykazano wpływ wilgotności podłoża, oraz głębokości penetracji na wartości obliczonych zwięzłości i nacisków jednostkowych. Otrzymane wyniki pozwalają również stwierdzić, że opór penetracji stożka i stempla rośnie wraz z intensywnością użytkowania. W warunkach niskiej wilgotności podłoża (5%) zaobserwowano wzrost oporów penetracji stożka i stempla szczególnie widoczny dla 75% i 100% intensywności użytkowania.

Słowa kluczowe: opór penetracji stożka i stempla, zwięzłość, naciski jednostkowe

Wstęp

Darń jest systemem, który wymaga ciągłej ingerencji człowieka poprzez odbiór określonej ilości biomasy np. w procesie koszenia, aby obumarłe rośliny nie hamowały rozwoju nowych. W przeciwnym wypadku następuje zanikanie niektórych gatunków, powstają powierzchnie nieporośnięte trawami lub wkraczają gatunki roślin niepożądanych. Właściwie użytkowane powierzchnie zadarnione spełniają szereg ważnych funkcji. W zależności od składu botanicznego są źródłem paszy dla zwierząt, stanowią trawniki rekreacyjno-sportowe, jak również zadarniania specjalne przeciwdziałające erozji gleby [Raper i in.1995].

W zależności od przeznaczenia tych powierzchni odbywa się na nich intensywny ruch ludzi bądź zwierząt, jak również liczne przejazdy ciągników i maszyn pielęgnujących i użytkujących te powierzchnie. Skutkiem użytkowania powierzchni zadarnionych są często zmiany powodujące pogorszenie warunków do wzrostu i rozwoju roślin, jak również ich częściowe bądź całkowite obumieranie. Obciążenia przenoszone na darń powodują zmiany wizualne, takie jak koleiny po przejazdach ciągników oraz odkształcenia jakościowe tzn. wywołują zmiany struktury gleby objawiające się jej zagęszczeniem [Dąbrowski i in. 2004].

Oddziaływanie mechanizmów jezdnych maszyn i pojazdów pracujących na glebie użytkowanej rolniczo jest zagadnieniem dobrze znanym i szeroko opisywanym w literaturze. Proponowane są wskaźniki i współczynniki pomocne przy opisywaniu zjawisk zachodo-

dzących w glebie. Znacznie gorzej opisywane są zjawiska zachodzące w podłożu zadarnionym. Dotyczy to szczególnie prac opisujących ugniatanie podłoża, które jest powszechnie uznawane za jeden z głównych czynników obniżających plon zielonej masy oraz przyczyniający się do ich niszczenia. Odporność tych powierzchni na zagęszczenie wywołane nadmiernym ugniataniem związane jest nierozzerwalnie z ich mechaniczną wytrzymałością, która zależy zarówno od składu botanicznego roślin, zwięzłości, wywieranych nacisków jednostkowych, jak i od parametrów fizycznych gleby, a w szczególności wilgotności podłoża. Wykazywana jest znacznie większa odporność podłoża zadarnionych na zagęszczenie w porównaniu do tzw. „podłoża czystych”. Spowodowane jest to głównie oddziaływaniem fauny glebowej oraz systemu korzeniowego roślin wykazującego zdolności amortyzujące [Douglas i in. 1993; Low 1972].

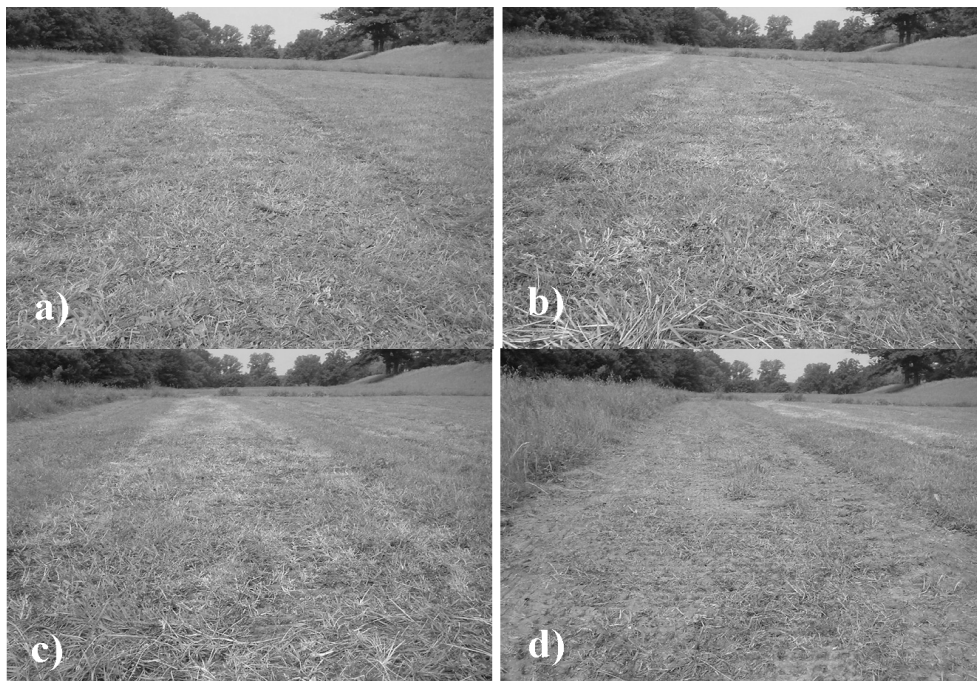
Cel pracy metoda i warunki badań

W niniejszej pracy przedstawiono analizę zmian wybranych parametrów wytrzymałościowych darni, poddanej różnej intensywności użytkowania w zmiennych warunkach wilgotnościowych. Celami szczegółowymi było:

1. Rozpoznanie charakteru zmian oporu penetracji stożka i stempla,
2. Analiza wpływu intensywności użytkowania i wilgotności podłoża na zmiany zwięzłości i nacisków jednostkowych.

Badania przeprowadzono na podłożu zadarnionym naturalnie porośniętym trawami, w pobliżu rzeki Odry na wysokości ul. Malczewskiego dzielnicy Biskupin we Wrocławiu. Na terenie tym wyodrębniono poletko doświadczalne, które było koszone raz na tydzień na wysokość 60 mm. Badanymi parametrami były opór penetracji stempla i stożka. Na podstawie pomiarów oporów penetracji wykonanych do głębokości 0,2 m penetrometrem stożkowym o kącie wierzchołkowym 60° i polu podstawy 0,0001 m² obliczono zwięzłość gleby. Pomiarów oporu penetracji stemplem o powierzchni 0,0001 m² wykonano do głębokości 0,04 m, gdyż z powodu niskiej wilgotności podłoża głębsze pomiary były niemożliwe. Pomiary te dały możliwość uzyskania informacji o pionowym odkształceniu podłoża, i wartości oporu penetracji stempla, mierzone odpowiednio na głębokości 0,005 m, 0,015 m, 0,025 m oraz 0,035 m. Odniesione do powierzchni stempla, pozwoliły obliczyć wartości nacisków jednostkowych. Kontrolowano również wilgotność wagową gleby, (za pomocą wagosuszarki WPE-300S), która w pierwszym terminie badań (kwiecień 2009 roku) wynosiła 5%, natomiast w drugim terminie badań (maj 2009 roku) równa była 17%. Badana darń posiadała następujący skład botaniczny: kostrzewa czerwona, kupkówka pospolita, wiechlina łąkowa, wiechlina roczna, życica trwała, perz właściwy, komonica zwyczajna, koniczyna biała, koniczyna łąkowa, wyka drobnokwiatowa, wyka ptasia, babka lancetowata, krwawnik pospolity, mniszek lekarski, przytulia czepna.

Prace symulujące intensywność użytkowania wykonano w maju 2007 roku, następnie powtórzono je w maju 2008 roku. Do kontrolowanej zmiany intensywności użytkowania darni zastosowano wał, na obwodzie którego przykręcono korki z butów piłkarskich.



Rys. 1. Intensywność użytkowania darni: a) 25%, b) 50%, c) 75%, d) 100%

Fig. 1. Sod use intensity: a) 25%, b) 50%, c) 75%, d) 100%

Walec ten odpowiednio dociążony zapewnił uzyskanie nacisków jednostkowych, jakie występują pod butem piłkarza o przeciętnej masie 75kg.

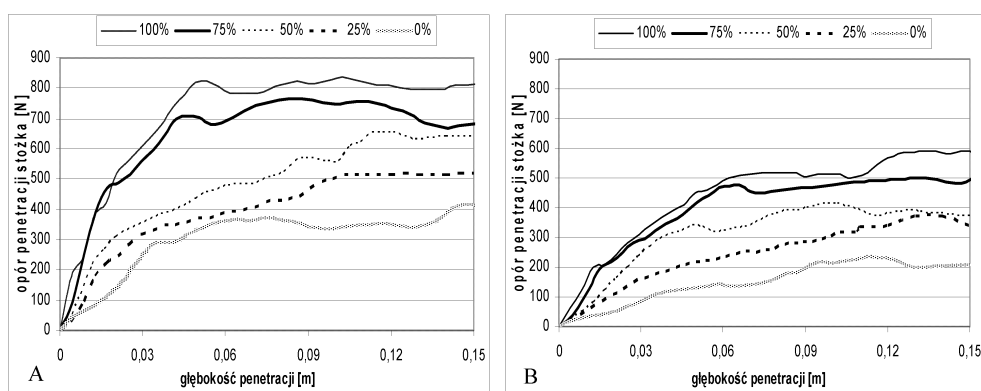
Ustalono pięć poziomów użytkowania darni, gdzie poziom 0% oznaczał darń niezniszczoną, a poziom 100% darń zniszczoną całkowicie [Kopystiański 1999]. Dobierając odpowiednią liczbę przejazdów walec, uzyskano dodatkowo pośrednią intensywność użytkowania (zniszczenia) wynoszącą 25%, 50% i 75% (rys. 1). Pomiarów badanych parametrów wytrzymałościowych wykonano w środku odległości pomiędzy koleinami kół ciągnika, tak więc nie uwzględniono wpływu tych kolein na wyniki badań. Badana darń porosła na glebie brunatnej kwaśnej oglejonej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na pyle zwykłym. Pomiarów badanych parametrów wykonano w pięciu powtórzeniach. Uzyskane wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

3. Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi zmian oporu penetracji stożka jako funkcja głębokości penetracji dla przyjętych intensywności użytkowania darni. Zwiększenie intensywności użytkowania skutkuje wzrostem oporów penetracji stożka zarówno w warunkach wysokiej wilgotności (17%), jak i niskiej (5%). Niska wilgotność wpływa ponadto na wzrost oporów szczególnie widoczny dla intensywności użytkowania 75% i 100%, gdzie

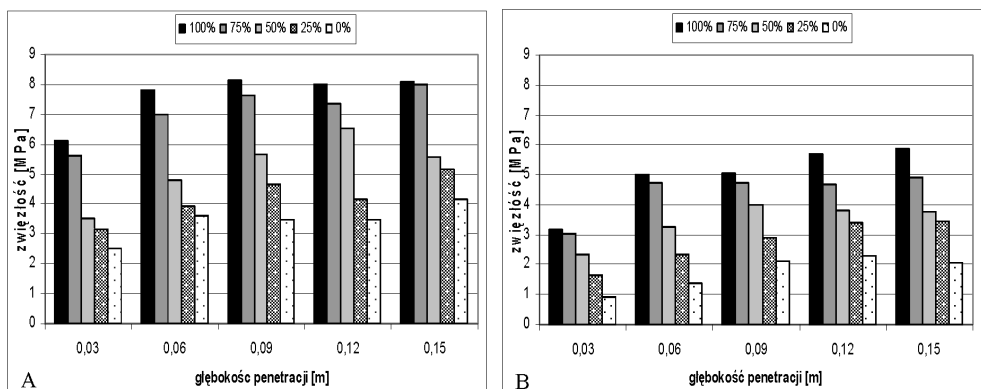
maksymalny opór penetracji stożka wyniósł odpowiednio 761 N i 823 N. W warunkach wysokiej wilgotności opór penetracji spada i dla analizowanych intensywności użytkowania osiąga wartości 475 N i 589 N. Są to wartości niższe odpowiednio o 37,6% i 28,4% w stosunku do tych uzyskanych przy niskiej wilgotności podłoża. Niska wilgotność podłoża skutkuje ponadto szybkim wzrostem oporów penetracji stożka do głębokości 0,06 m szczególnie widocznym dla dużych intensywności użytkowania. Przekroczenie tej głębokości nie skutkuje dalszym wzrostem tego parametru.

Na rysunku 3 przedstawiono obliczone na podstawie oporów penetracji stożka zwięzłość podłoża zadarnionego dla pięciu głębokości penetracji.



Rys. 2. Przebiegi zmian oporu penetracji stożka w funkcji głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni. A- wilgotność podłoża 5%, B- wilgotność podłoża 17%

Fig. 2. Trajectories of changes in cone penetration resistance in function of penetration depth for varying sod use intensities. A - ground humidity 5%. B - ground humidity 17%

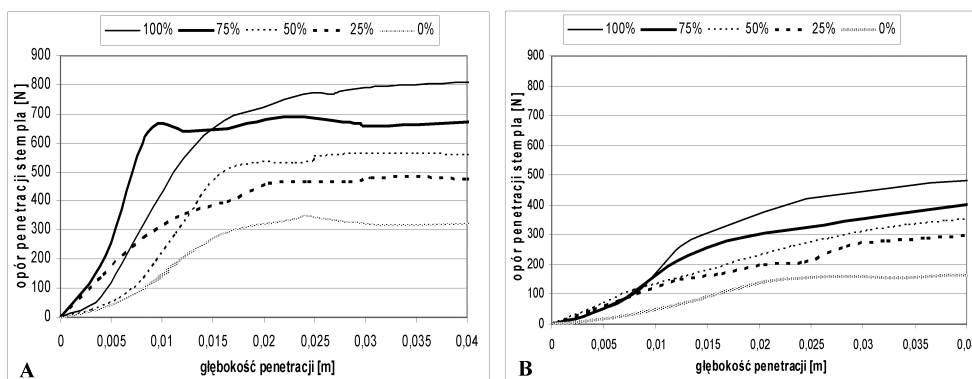


Rys. 3. Wartości zwięzłości na wybranych głębokościach w podłożu zadarnionym dla różnych intensywności użytkowania darni. A- wilgotność podłoża 5%, B- wilgotność podłoża 17%

Fig. 3. Values of compactness at selected depths in ground covered with sod for varying sod use intensities. A - ground humidity 5%. B - ground humidity 17%

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono istotny wpływ zarówno głębokości penetracji jak i wilgotności podłoża na wartość osiąganych zwięzłości. Nie wykazano natomiast wpływu intensywności użytkowania, co pozwala sądzić, że czas będzie w tym przypadku czynnikiem wpływającym na wyrównywanie się wartości tego parametru (od dnia wykonania ostatniego ugniatania do czasu pomiarów upłynął około 1 rok). Największą zwięzłość 8,1 MPa (głębokość penetracji 0,09m) zanotowano dla wilgotności podłoża 5% i 100% intensywności użytkowania. Dla porównania wzrost wilgotności podłoża skutkował spadkiem zwięzłości do wartości 5 MPa.

Na rysunku 4 przedstawiono przebiegi oporu penetracji stempla w funkcji głębokości penetracji, dla różnych intensywności użytkowania darni. Opór penetracji rośnie wraz z głębokością penetracji oraz wilgotnością podłoża. W warunkach niskiej wilgotności największą wartość oporu zanotowano dla 100% poziomu użytkowania równą 808N, wyższa wilgotność podłoża wpłynęła na spadek oporu penetracji stempla odpowiednio do wartości 483N. Intensywne użytkowanie wpływa na zmianę charakteru przebiegów. Zauważyć można, że dla 50%, 75% oraz 100% intensywności użytkowania (wilgotność podłoża 5%) istnieje graniczna głębokość, przekroczenie, której nie skutkuje znacznymi wzrostami oporu penetracji stempla.



Rys. 4. Przebiegi zmian oporu penetracji stempla jako funkcja głębokości penetracji dla różnych intensywności użytkowania darni. A- wilgotność podłoża 5%, B- wilgotność podłoża 17%

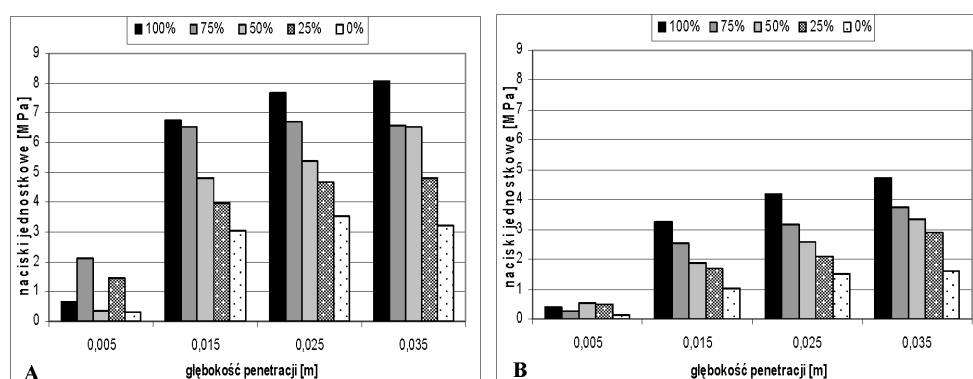
Fig. 4. Trajectories of changes in punch penetration resistance as a function of penetration depth for different sod use intensities

Im wyższa intensywność użytkowania tym granica ta występuje na mniejszych głębokościach penetracji (0,01 m dla 100% intensywności użytkowania). Dla pozostałych przebiegów granica ta jest słabo zauważalna, bądź nie występuje wcale.

Na rysunku 5 przedstawiono obliczone na podstawie oporu penetracji stempla naciski jednostkowe, które dostarczają informacji o cechach wytrzymałościowych badanego podłoża.

Wraz ze wzrostem głębokości penetracji obserwuje się wzrost możliwości nośnych podłoża. Wzrost wilgotności wpływa natomiast na spadek wytrzymałości podłoża. Wyni-

kiem tego są niższe wartości obliczonych nacisków jednostkowych. Dla przykładu niska wilgotność (5%) pozwala generować naciski jednostkowe na poziomie 2 MPa w warstwie przypowierzchniowej podłoża (głębokość penetracji 0,005 m i intensywność użytkowania 75%), co świadczy o znacznej wytrzymałości podłoża na przenoszenie obciążeń normalnych. W warunkach dużej wilgotności (17%) porównywalne wartości nacisków są osiągalne dla 0,025 m głębokości penetracji i intensywności użytkowania 50%, co z kolei może powodować odkształcenia tego podłoża, będące wynikiem oddziaływania na nie pojazdów o nieodpowiednim ogumieniu, generującym duże naciski jednostkowe.



Rys. 5. Wartości nacisków jednostkowych na wybranych głębokościach w podłożu zadarnionym dla różnych intensywności użytkowania darni

Fig. 5. Values of unit pressure at selected depths in ground covered with sod for varying sod use intensities

W większości przypadków naciski jednostkowe generowane na powierzchniach zadarnionych przez ludzi oraz pojazdy zaopatrzone w odpowiednie ogumienie nie przekraczają wartości 0,35 MPa. Tak więc dla wszystkich intensywności użytkowania oraz przyjętych wilgotności podłoża ich oddziaływanie wydają się być bezpieczne i nie powinno powodować mechanicznego uszkodzenia darni.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski końcowe:

1. Stwierdzono, że opór penetracji stożka i stempla rośnie wraz z intensywnością użytkowania badanego podłoża. Niska wilgotność podłoża (5%) wpływa na wzrost oporów penetracji zarówno stożka jak i stempla. W warunkach niskiej wilgotności zauważono dynamiczny wzrost oporu penetracji stożka do głębokości penetracji 0,06 m dla 75% i 100% intensywności użytkowania.

2. Wykazano wpływ wilgotności podłoża na wartość osiąganych zwięzłości i nacisków jednostkowych. Nie wykazano natomiast wpływu intensywności użytkowania, co pozwala sądzić, że badane podłoże odznacza się dużymi zdolnościami do samoistnej redukcji zagęszczenia gleby wraz z upływem czasu.
3. Stwierdzono wpływ głębokości penetracji na wartości obliczonych zwięzłości. Największą zwięzłość (8,1 MPa) zanotowano na głębokości penetracji 0,09 m dla wilgotności podłoża 5% i maksymalnej intensywności użytkowania (100%). Stwierdzono ponadto większą wytrzymałość podłoża wraz ze wzrostem głębokości penetracji. Wynikiem tego były wyższe wartości generowanych nacisków jednostkowych.

Bibliografia

- Douglas J. T., Crawford C. E.** 1993. The response of a ryegrass sward to wheel traffic and applied nitrogen. *Grass and Forage Science*. 48. s. 91-100.
- Raper L. R., Johnson C.E.** 1995. Prediction of soil stresses beneath a rigid wheel. *Journal of Agriculture Engineering research*. 61. s. 57-62.
- Dąbkowski S., Garbulewski K., Pachuta K.** 2004. Mechaniczne właściwości darni traw. *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura* 3. s. 23-36.
- Kopystiański P.** 1999. Darni jako podłoże dla mikrociagników. Praca doktorska. Instytut Inżynierii Rolniczej. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. Maszynopis.
- Low A. J.** 1972. The effect of soil cultivation on the structure and other physical characteristics of grassland and arable silos. *J. Soil Sci.* 23. s. 363-380.

ANALYSIS OF CHANGES IN STRENGTH PARAMETERS OF SOD IN VARIABLE SOIL CONDITIONS

Abstract. The paper presents results of the research on cone and punch penetration resistance values, and the compactness and unit pressure in ground covered with sod, used with varying intensity, computed on their basis. The research has shown the impact of ground humidity and penetration depth on the computed compactness and unit pressure values. Moreover, the results allow to state that cone and punch penetration resistance grows with intensity of use. Increase in cone and punch penetration resistance values has been observed in conditions of low ground humidity (5%), especially visible for 75% and 100% intensity of use.

Key words: cone and punch penetration resistance, compactness, unit pressure values

Adres do korespondencji:

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