

WSTĘPNE BADANIA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH GÓRNEJ WARSTWY KORZENIOWEJ ROŚLIN TERENÓW WODNO-BŁOTNYCH Z WYKORZYSTANIEM NOWYCH PRZYRZĄDÓW

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd wiedzy związanej z określaniem właściwości mechanicznych wierzchniej warstwy gleby. Pokazano metodykę oraz wyniki przeprowadzonych badań wstępnych na terenach wodno-błotnych za pomocą zbudowanego unikalnego mobilnego stanowiska badawczego. Wykonane badania wskazują na poprawne działanie stanowiska. Osiągnięte wyniki badanych modułów sprężystości wzdłużnej i poprzecznej dają podstawę do stwierdzenia, że w wystarczająco dokładnym sposobie różnicują strukturę badanej wierzchniej warstwy podłoża, charakterystycznego dla terenów wodno-błotnych.

Słowa kluczowe: właściwości mechaniczne gleby, moduł sprężystości wzdłużnej, moduł sprężystości poprzecznej, badania gleby

Wprowadzenie

W celu uzyskania informacji o właściwościach mechanicznych gleby istnieje szereg metod badawczych. Inżynier polskiego pochodzenia Mieczysław Bekker w swej pracy [1] określił w sposób eksperymentalny, tzw. bezwymiarowy współczynnik „K” określający charakter krzywej ścinania gleby. Kolejni naukowcy z dziedziny Terramechaniki, Wong w pracy [2, 3] i Golob [4], opracowali specjalistyczne przyrządy wraz z wymiennymi narzędziami zaimplementowanymi na pojazdach (kołowych i gąsienicowych). Badania ich były ukierunkowane na określenie wzajemnych interakcji układów jezdnych pojazdów z podłożem. Badania Goloba [4], pracownika Narodowego Instytutu Leśnictwa w Kanadzie, dotyczyły interakcji pomiędzy układami jezdnych maszyn do pozyskiwania i wywozu drewna a właściwościami mechanicznymi podłoża z terenów jego pozyskiwania. Konieczność pozyskiwania drewna z trudno dostępnych terenów wymaga określenia (zidentyfikowania) właściwości mechanicznych gleby z obszarów wodno-błotnych. Próby te podjął także Ala-Ilomäki, pracownik Instytut Leśnictwa w Finlandii, który w swej pracy [5], przedstawił konstrukcję prostego ręcznego przyrządu do określania tzw. modułu sprężystości poprzecznej i wzdłużnej. Specyfika podłoża leśnego jest jednak znacząco różna od podłoża charakterystycznego dla terenów wodno-błotnych. Różnica ta dotyczy przekroju podłoża - w terenach leśnych jest to podłoże gleb bielcowych, znajdujących się pod warstwą wierzchnią (mchy, porosty, tzw. ściółka), natomiast w podłożach terenów wodno-błotnych pod warstwą wierzchnią znajduje się warstwa luźnego torfu. Wpływ na właściwości mechaniczne podłoża tych terenów ma wyłącznie skład warstwy wierzchniej. Jej wytrzymałość zależy od rodzajów występującej na tym terenie flory. W warunkach torfów jest wiele właściwości, które ją charakteryzują, m.in. wilgotność [%], zawartość cząstek organicznych [I_{om}], które mają wpływ na wielkość oporu penetracji [MPa]. System korzeniowy warstwy wierzchniej przy minimalnym oporze na głębokości 0,3-0,5 m nie daje pełnego obrazu co do jego wytrzymałości mechanicznej.

Powoduje to konieczność stosowania nowych lub zmodyfikowanych metod badania ich właściwości fizycznych, innych niż w badaniach gruntów mineralnych typowych gleb rolniczych. Wyniki badań przedstawionych w pracach [2, 3, 4] nie uwzględniały jednak zasadniczego czynnika, jakim jest wytrzymałość mechaniczna struktury warstwy korzeniowej. Ze względu na specyfikę obszarów wodno-błotnych, które należą do gruntów organicznych (torfy), ma ona odmienne właściwości w stosunku do gruntów mineralnych [6, 7]. Zatem zastosowanie w metodach badawczych rozwiązań opartych na konstrukcji bewametry czy standardowego pentrologgera stożkowego [2, 3] jest niemożliwe lub bardzo ograniczone w badaniach gruntów o bardzo niskiej wytrzymałości na ścinanie i dużej ściśliwość [8], tj. cechami, jakimi charakteryzują się torfy włókniste [9] z obszarów wodno-błotnych. Ala-Ilomäki krytycznie ocenił przydatność aparatury badawczej opracowanej przez Bekkera i jego kontynuatorów [5], stąd też do oceny właściwości torfowisk sosnowych zaproponował nowe, obsługiwane ręcznie, przyrządy badawcze: płyty trzpieniowe (*spiked plate*) do mierzenia modułu sprężystości poprzecznej oraz przyrząd płytkowy do pomiaru modułu sprężystości wzdłużnej (elastyczności) torfowiska. Ograniczenie pomiarów przy zastosowaniu stożka nie daje pełnej identyfikacji wielkości oporów [2, 3]. Opory penetracji są wyróżnikiem nośności gleby - zbyt duży opór świadczy o dużym zagęszczeniu gleby, a zbyt niski - o niskiej nośności gleby. Badana warstwa bowiem zbudowana jest ze splecionych z sobą systemami korzeniowymi zespołów roślin, co powoduje brak zarejestrowania wielkości oporu penetracji stożka podczas przemieszczania się w ruchu pionowym na zadaną głębokość. Jednak mimo braku oporu lub jego małej wartości, warstwa ta ma określone właściwości nośne.

Natomiast zastosowanie systemu pomiarowego w bewametrze [1], którego działanie polega na jednoczesnym oddziaływaniu na wierzchnią warstwę nośną dwóch „tłoków” o różnej średnicy (b_1 , b_2) na zadaną głębokość (z) spowoduje tylko jej odkształcenie i powrót do zbliżonego stanu pierwotnego, a nie przemieszczenie pionowe względem gruntu znajdującego się pod tłokiem w stosunku do gruntu poza średnicą tłoków.

Inaczej mówiąc, nie nastąpi efekt ścinania tej warstwy w taki sposób jak dla gruntów mineralnych i dlatego nie da się określić wielkości krzywej ścinania gleby [1] zgodnie z metodyką badań. W metodach opracowanych przez kontynuatorów prac Bekkera [2, 3, 4], Kruegera [10] oraz Kogure [11] w trakcie dokonywania pomiarów następuje całkowite zniszczenie próbki gruntu. W przyjętej przez autorów metodzie Ala-Ilomäki [5] próbka badanego gruntu ulega niewielkiemu odkształceniu w trakcie jej przemieszczania podczas obrotu o kąt do 10 stopni, a system korzeniowy w warstwie wierzchniej pozostanie nieuszkodzony. Istnieje więc potrzeba prowadzenia badań nieniszczących wierzchnią warstwę terenów wodno-błotnych w celu identyfikacji tych właściwości.

Metodyka badań

Budowa układów pomiarowych stanowiska

Stanowisko badawcze zintegrowano z ciągnikiem Kubota podczas przejazdu na terenach wodno-błotnych (rys. 1). Konstrukcja nośna stanowiska badawczego zamocowana jest na przednim trzypunktowym układzie zawieszenia (TUZ). Zadaniem stanowiska jest pomiar na terenie obszarów wodno-błotnych modułu sprężystości poprzecznej E [kPa] i wzdłużnej G [kPa] oraz wilgotności względnej gleby wierzchniej warstwy korzeniowej.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Widok stanowiska badawczego do pomiarów mechanicznych właściwości górnej warstwy korzeniowej: 1 - moduł sprężystości wzdłużnej, 2 - moduł sprężystości poprzecznej
Fig. 1. View of the research station for measuring the mechanical properties of the upper root layer: 1 - longitudinal modulus of elasticity, 2 - transverse modulus of elasticity

Stanowisko składa się z dwóch odrębnych, niezależnie pracujących układów pomiarowych:

- Pierwszy układ pomiarowy służy do pomiarów modułu sprężystości wzdłużnej (rys. 1, poz. 1), zbudowany jest z czujnika tensometrycznego siły, żerdzi sondującej oraz płytki pomiarowej o powierzchni 20 mm². Przyrząd zagłębiany jest w glebę za pomocą przekładni śrubowej o nominalnej sile 1,6 kN do głębokości 40 cm z prędkością ok. 10 mm·s⁻¹. W czasie procesu penetracji przez poszczególne warstwy profilu gleby rejestrowany jest pomiar siły zagłębiania, a w końcowym jego etapie dokonywany jest pomiar wilgotności gleby wyrażonej w procentach. Dokładność penetrologera do pomiaru siły wzdłużnej wynosi do 10 N i pozwala na szeroki zakres pomiarowy do 2000 N.

Moduł sprężystości wzdłużnej - plastyczności (E) określają poniższe zależności [5]:

$$p = b \cdot z, \quad E = \frac{1,5 \cdot p \cdot r}{z}, \quad E = 1,5 \cdot b \cdot r,$$

gdzie:

E - moduł sprężystości wzdłużnej (elastyczności), kPa,

b - współczynnik nachylenia przyrostu ciśnienia, kg m⁻¹ s⁻²,

p - ciśnienie, kPa,

r - promień zagłębianej płytki, m,

z - zagłębienie, m.

- Drugi układ pomiarowy służy do pomiarów modułu sprężystości poprzecznej (rys. 1, poz. 2) składa się z głowicy pomiarowej z tensometrycznym i czujnikami siły oraz momentu, współpracującymi z dwiema wymiennymi płytami pomiarowymi wyposażonymi w wymienne kolce penetracyjne. Przyrząd pomiarowy jest zagłębiany w glebę za pomocą siłownika śrubowego o nominalnej sile 1,6 kN do głębokości uzależnionej od dobranej płyty pomiarowej: 70 mm dla większej płyty i 170 mm dla mniejszej, z prędkością 10 mm·s⁻¹. Po zakończeniu procesu zagłębienia płyta jest skręcana o kąt 10 stopni i następnie dokonywany jest pomiar momentu. Metoda pomiaru za pomocą płyty z kołkami cechuje się stosunkowo dużą dokładnością pomiarową siły wzdłużnej G , jak i momentu T , która wynosi ok. +/- 30 N. Moduł sprężystości poprzecznej (G) określa poniższa zależność [5]:

$$G = \frac{3}{2 \cdot \tan \alpha} \cdot \frac{T}{R^2 \cdot \pi \cdot (R + 3 \cdot H)},$$

gdzie:

G - moduł sprężystości poprzecznej, kPa,

H - wysokość próbki, m,

R - promień próbki, m,

T - moment, Nm,

α - kąt obrotu, rad.

Miejsce przeprowadzenia badań laboratoryjnych

Badania terenowe zrealizowano na terenie torfowisk doliny Noteci koło miejscowości Biała, gdzie przeprowadzono pomiary pilotażowe. Podczas badań laboratoryjnych przeprowadzono pomiary dla dwóch rodzajów wielkości:

- modułu sprężystości poprzecznej,
- modułu sprężystości wzdłużnej (elastyczności gleby).

Badania wstępne

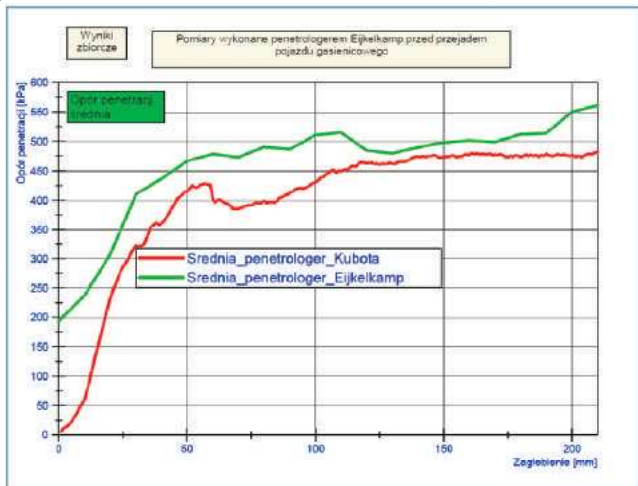
Badania wielkości oporów penetracji w kierunku pionowym

Pomiary wielkości oporów penetracji [kPa]. Dla porównania przeprowadzono pomiary oporów tego samego gruntu penetrologgerem firmy Eijkelkamp oraz przy użyciu penetrologera zabudowanego w mobilnym urządzeniu z zastosowaniem zamiast stożka pomiarowego płytki pomiarowej o średnicy 25,4 mm (takiej samej, jak w zbudowanym stanowisku, zintegrowanym z ciągnikiem KUBOTA). Wyniki zarejestrowano i przedstawiono za pomocą DIAdem pakietu LabVIEW firmy National Instruments (rys. 2).

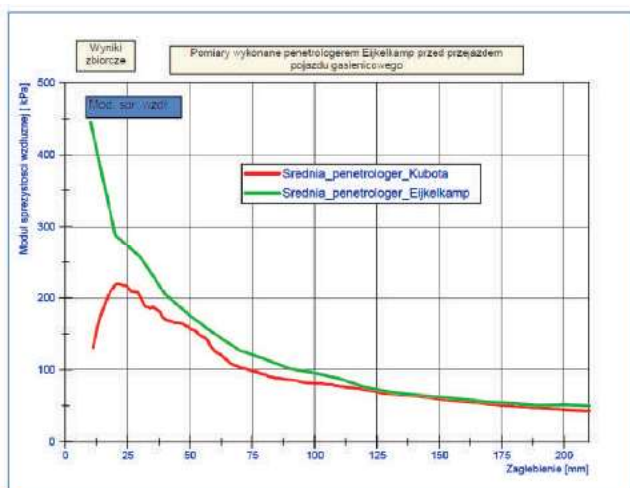
Na podstawie zestawienia ww. charakterystyk średnich wielkości modułów sprężystości wzdłużnej można zaobserwować w przedziale zagłębienia od 25 do 125 mm zbliżone wielkości, a dla przedziału zagłębienia od 125 do 225 mm wręcz jednakowe wielkości mierzone dwoma urządzeniami, tj. zmodyfikowanym penetrologgerem firmy Eijkelkamp

i penetrologerem urządzenia badawczego zintegrowanego z ciągnikiem Kubota.

a)



b)



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Zestawienie średnich wielkości oporów penetracji (a) i wielkości modułów sprężystości wzdłużnej (b) zmierzonych przy użyciu obu penetrologerów od 0 do 225 mm

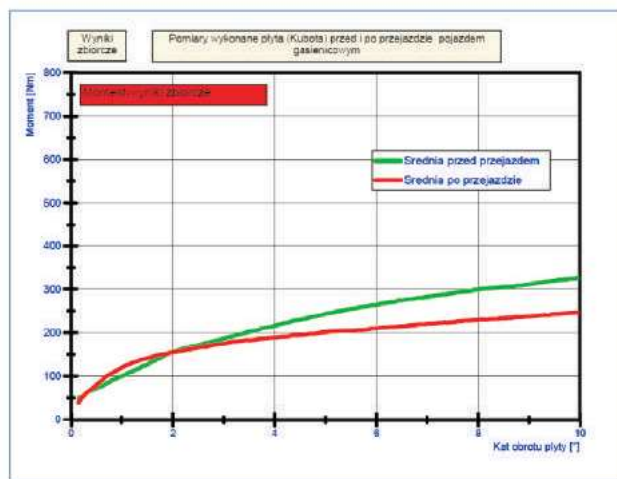
Fig. 2. Comparison of mean values of penetration resistance (a) and modulus of elasticity (b) measured using both penetrometers from 0 to 225 mm

Badania wielkości oporów penetracji w kierunku poprzecznym

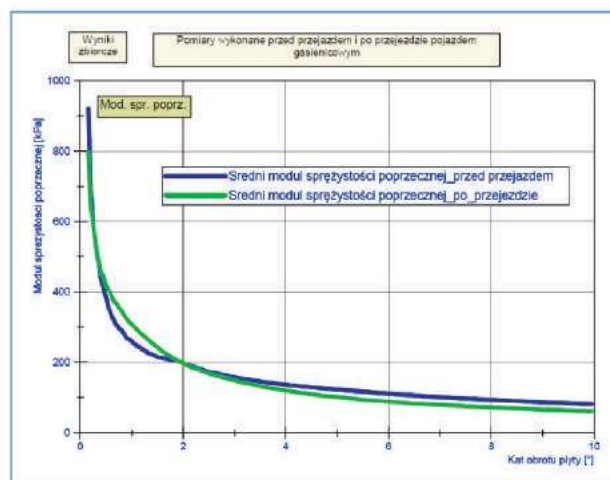
Pomiary wielkości momentu siły [Nm], które zarejestrowano przy użyciu zabudowanego w mobilnym urządzeniu przy użyciu dużej płyty o średnicy zewnętrznej 400 mm z 24 kołcami. Badania wykonano dla dwóch prób w celu porównania tych wielkości w badanym gruncie przed przejazdem pojazdu i po przejeździe. Średnie wyniki wielkości momentów w przedziale od 0 do 10 stopni przedstawiono i zarejestrowano za pomocą pakietu LabVIEW firmy National Instruments.

Na podstawie zestawienia charakterystyk średnich wielkości modułów sprężystości poręcznej badanej próbki można zaobserwować, że w całym przedziale kąta obrotu badanej próbki w zakresie od 0 do 10 [°], wykonywanym na gruncie niezagęszczonym oraz dla porównania w miejscu gruntu zagęszczonego (w wyniku przejazdu pojazdu gąsienicowego) są zbliżone.

a)



b)



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 3. Zestawienie średnich wielkości momentów (a) modułów sprężystości poprzecznej (b) zmierzonych przed przejazdem i po przejeździe pojazdu gąsienicowego przy kącie obrotu płyty od 0 do 10°

Fig. 3. List of average torque values (a) of transverse modulus of elasticity (b) measured before and after the passage of a tracked vehicle at an angle of rotation of the slab between 0 and 10°.

Podsumowanie badań

Zarejestrowane wyniki pomiarów w wystarczająco dokładny sposób odzwierciedlają strukturę badanego podłoża. Daje to możliwość identyfikacji wielkości oporów mechanicznych niezbędnych do opracowania i przedstawienia wielkości modułów sprężystości wzdłużnej i poprzecznej, które w sposób nieniszczący charakteryzują nośność wierzchniej warstwy korzeniowej badanego podłoża.

Należy podkreślić, że zintegrowanie stanowiska badawczego z ciągnikiem rolniczym z gąsienicowym układem bieżnym umożliwia bezpieczne (wielkość nacisków jednostkowych 26,5 kPa) prowadzenie pomiarów na terenach wodno-błotnych.

Powyższe daje podstawę do sformułowania wniosku, że naciski jednostkowe ciągnika Kubota z zamontowanym gąsienicowym układem bieżnym w nieznacznym tylko stopniu powodują zagęszczanie gruntu w terenie badań.

Bibliografia

- [1] Bekker M.G.: Off-the-road locomotion. Univ. Mich. Press, An Arbor, Mich., 1960.
- [2] Wong J.Y.: Theory of ground vehicles. John Wiley&Sons, Toronto, Ont. 1978.
- [3] Wong J.Y.: The design and evaluation of a bevameter for field application. Transport Technology Research Laboratory, Carleton University, Ottawa, DND Contract Serial No 2SU77-00306, 1979.
- [4] Golob T.B.: Soil Strength Instrumentation and methodology of measurements. National Forestry Institute. Ontario, 1982.
- [5] Ala-Homäki J.: Spiked shear vane-a new tool for measuring peatland top layer strength. Forest Research Institute, Helsinki, 2013.
- [6] Myślińska E.: Parametry fizyczne torfów i ocena metod ich wyznaczania. Przegląd Geologiczny, 1999, 47(7), 676-682.
- [7] Myślińska E.: Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania. PWN, Warszawa, 2001.
- [8] Jermołowicz P.: www. Inżynieria środowiska.com.pl. „Grunty organiczne”.
- [9] Straż G.: Identyfikacja, oznaczanie oraz metody klasyfikowania gruntów organicznych w aspekcie Eurokodu 7 i norm związanych. Przegląd Naukowy - Inżynieria Środowiska i Architektury, 2018, 27 (2).
- [10] Krueger R.: Investigation of lateral performance of an ATV tire on natural, deformable surfaces. Auburn, Alabama, 2007.
- [11] Kogure K., Yamaguchi H., Ohira Y.: Comparison of strength and soil thrust characteristics among different soil shear test. Journal of Terramechanics, 1988, 25(3).

PRELIMINARY STUDIES OF MECHANICAL PROPERTIES OF THE UPPER ROOT LAYER OF PLANTS FOR WETLANDS WITH THE USE OF NEW INSTRUMENTS

Summary

The article presents a review of knowledge related to determining the mechanical properties of the top soil layer. The methodology and results of the preliminary tests carried out in wetlands using the unique mobile test stand were shown. The measurements performed indicate that the station is works correctly. The results of the tested longitudinal and transverse elasticity modules give rise to the statement that we are sufficiently precise in the way they differentiate the structure of the examined surface layer of the soil, characteristic for wetlands.

Keywords: soil mechanical properties, modulus of elasticity, modulus of lateral elasticity, soil tests

AUTOMAT DO SKARYFIKACJI ŻOŁĘDZI WRAZ Z IDENTYFIKACJĄ ZMIAN CHOROBYCH

Florian Adamczyk, Paweł Frąckowiak,
Miroslaw Jabłoński, Tadeusz Juliszewski, Paweł Kielbasa,
Adam Piłat, Michał Szaroleta, Jan Szczepaniak,
Ryszard Tadeusiewicz, Paweł Tylek, Józef Walczyk

AUTOMAT DO SKARYFIKACJI ŻOŁĘDZI WRAZ Z IDENTYFIKACJĄ ZMIAN CHOROBYCH



PRZEMYSŁOWY INSTYTUT MASZYN ROLNICZYCH
POZNAŃ 2018

ISBN 978-83-950733-0-4

Monografia powstała na bazie prac badawczych i konstrukcyjnych prowadzonych w ramach realizacji projektu z III konkursu Programu NCBiR Badań Stosowanych z roku 2015.

Zaprojektowano i wytworzono model automatu do skaryfikacji żołądźi wraz z komputerowym systemem wizyjnym przeznaczonym do identyfikacji zmian chorobowych i sortowania żołądźi. Prace wykonał zespół realizatorów z Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie, Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu, Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz firmy P.W. PROMAR Sp. z o.o. w Poznaniu. Automat spełnia założenia badawcze, posiada potencjał aplikacyjny i w przypadku jego wdrożenia do produkcji pozwoli na rozwiązanie, uciążliwej dla szkółek kontenerowych, ręcznej skaryfikacji żołądźi oraz ich wizualnej oceny.

Zaproponowana ocena wizualna w automacie oparta jest o opracowany odpowiedni algorytm komputerowej analizy i rozpoznawania obrazów, który został wstępnie zoptymalizowany metodami uczenia maszynowego, ale może być modyfikowany w zależności od postawionych kryteriów oceny. Komputerowo prowadzona analiza i klasyfikacja żołądźi jest w pełni powtarzalna.

Automat służy do przygotowania materiału siewnego dla szkółek kontenerowych, ale możliwe są też inne jego zastosowanie, na przykład do oceny żywotności żołądźi w Stacjach Oceny Nasion Lasów Państwowych. Automat jest pierwszym tego typu urządzeniem nie tylko w Polsce, ale również na świecie. Jest on chroniony patentem Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej P.414969 oraz Europejskiego Urzędu Patentowego EP3172954A1.

Wydawnictwo: PIMR Poznań, 2018