

POMIAR PARAMETRÓW PRACY ŚWIDRA GLEBOWEGO

Robert Grabski, Józef Walczyk

Zakład Mechanizacji Prac Leśnych
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Synopsis: Przedstawiono metodę pomiaru parametrów pracy świdra glebowego przy użyciu czujników analogowych głębokości pracy, momentu obrotowego, licznika obrotów oraz kamery video VHS.

Słowa kluczowe: świder glebowy, wiertło ślimakowe, czujniki analogowe, moment obrotowy, penetrometr stożkowy, kamera video, analiza pokłatkowa.

Wstęp

Zastosowanie świdrów glebowych w pracach odnowieniowych w leśnictwie, pracach budowlanych i innych sięga ubiegłego wieku. Znane są konstrukcje świdrów ręcznych, zawieszanych na ciągnikach, oraz z układem samojezdnym. W literaturze przedmiotu brak jest jednak podstawowych parametrów pracy świdra niezbędnych do ich modyfikacji i obliczeń. Takim parametrem jest opór roboczy świdra, którego wielkość autorzy planują wyznaczyć dla różnych gleb.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie metodyki i konstrukcja aparatury do pomiaru oporu pracy świdra glebowego. Zmierzono wielkość momentu obrotowego w funkcji głębokości pracy, liczby obrotów, przy zastosowaniu czujników i wskaźników analogowych. Pomiary przeprowadzono dla dwóch rodzajów podłoża.

Opis stanowiska badawczego

W skład aparatury pomiarowo-kontrolnej wchodzi:

(1) zestaw wskazujący do pomiaru momentu obrotowego produkcji PIMR w Poznaniu [Źródłowski, 1977], składający się z: wskaźnika typ WT-1, momentomierza typ Mi20, kabla pomiarowego typ Kp oraz kabla licznika obrotów;

(2) specjalnie skonstruowany analogowy czujnik głębokości składający się:
- z części mechanicznej zamieniającej ruch posuwisty pręta czujnika na ruch obrotowy potencjometru obrotowego,

- z części elektronicznej przetwarzającej ruch obrotowy potencjometru na wskazania woltomierza wyskalowanego z dokładnością 1 [cm] i zakresie pomiaru 0-70 [cm];

(3) impulsowy licznik obrotów z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym;

T a b e l a 1

Dane techniczne świdra glebowego

T a b l e 1

Technical data of the soil auger

| Świder glebowy | | | |
|----------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Część składowa | Wyszczególnienie | Wartość | Jednostka |
| Silnik | pojemność | $V = 90$ | [cm ³] |
| | moc | $N = 3$ | [kW] |
| | obroty mocy zn. | $n = 6000$ | [obr./min.] |
| | rodzaj pracy | 2 suw | |
| Reduktor | przełożenie | $i = 52,7$ | |
| | obroty wyjściowe | $n = 100 \div 120$ | [obr./min.] |
| Wiertło | średnica | $d = 200$ | [mm] |
| | długość | $h = 700$ | [mm] |
| Świder | ciężar świdra gleb. | $G = 32$ | [kg] |
| | obsługa | 2 osoby | |

(4) oprzyrządowanie pomocnicze wykonane w ZMPL AR w Krakowie; są to: sprzęgła kłowe rozłączne z zatraskiem kulowym, mocujące czujnik momentomierza do świda oraz układ mocujący głębokościomierz na uchwycie świda glebowego;

(5) penetrometr stożkowy z elektroniczną rejestracją danych.

Pomiary

a) Momentomierz zamontowano za pomocą sprzęgieł kłowych do wiertła glebowego napędzanego piłą spalinową Bk-3a. Następnie podłączono kablem pomiarowym do wskaźnika (rys. 1). Wskaźnik połączono kablem z licznikiem obrotów. Momentomierz wyposażony jest w bezkontaktowy znacznik obrotów dający 1 impuls na 1 obrót. Wskaźnik WT-1 posiada wzmacniacz impulsów z wyjściem zewnętrznym, do którego podłączono licznik obrotów. Do uchwytu świda glebowego przymocowano czujnik prętowy wskaźnika głębokości oraz jego część elektroniczną (rys. 2), przesyłającą sygnał analogowy do wskaźnika.

T a b e l a 2

Dane techniczne momentomierza indukcyjnego

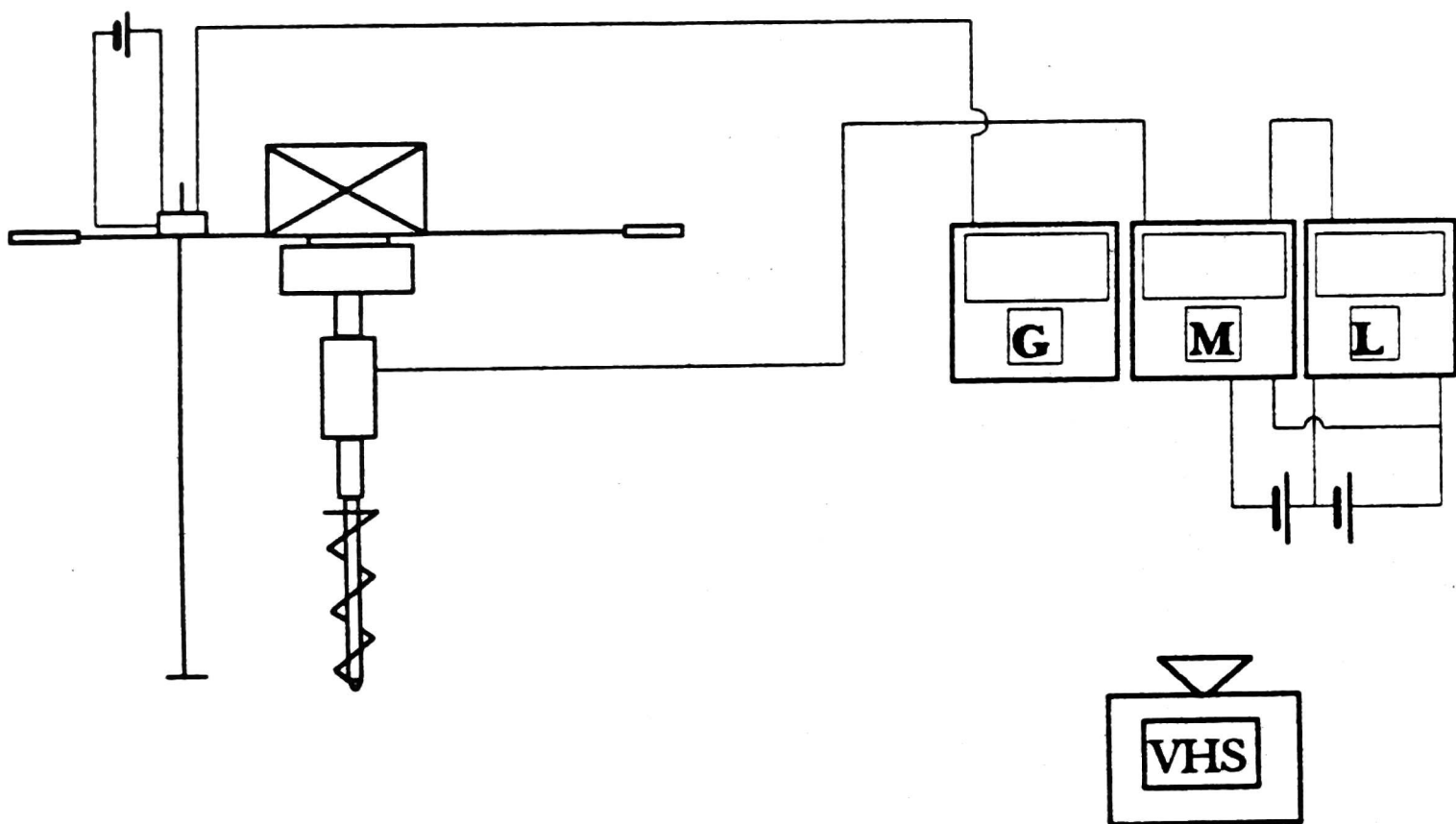
T a b l e 2

Technical data of an inductive torquemeter

| Momentomierz indukcyjny | | |
|-----------------------------|------------------|-------------|
| Wyszczególnienie | Wartość | Jednostka |
| Typ | $M_i = 20$ | |
| Zakres pomiarowy nominalny | $M = \pm 20$ | [kGm] |
| Zakres pomiarowy maksymalny | $M = \pm 30$ | [kGm] |
| Średnica | $d = 104$ | [mm] |
| Długość | $l = 288$ | [mm] |
| CieŜar | $G = 4,5$ | [kg] |
| Zakres obrotów | $n = 0 \pm 4000$ | [obr./min.] |

Tak przygotowanym zestawem badawczym wykonano odwierty na dwóch rodzajach podłoża:

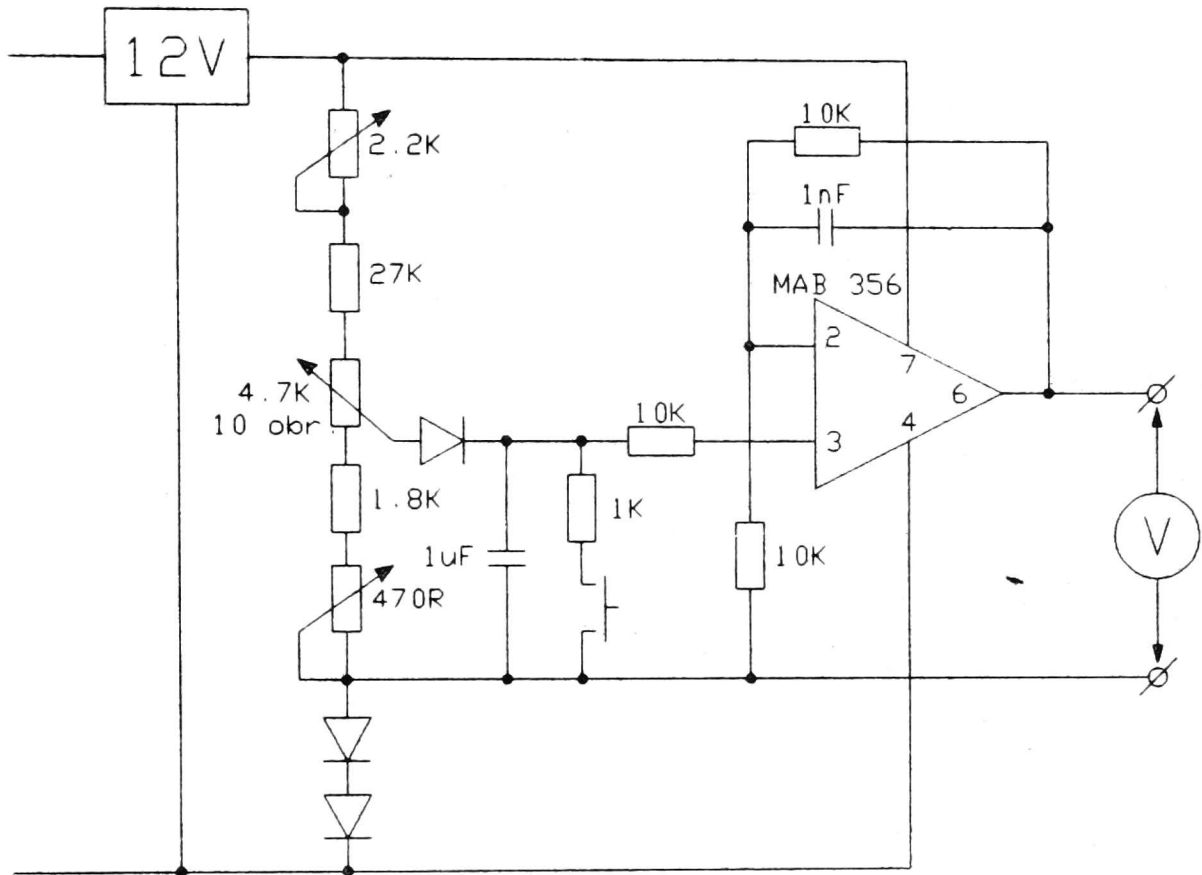
- gruncie porolnym (piasek gliniasty),
- glebie zadarnionej (glina piaszczysta).



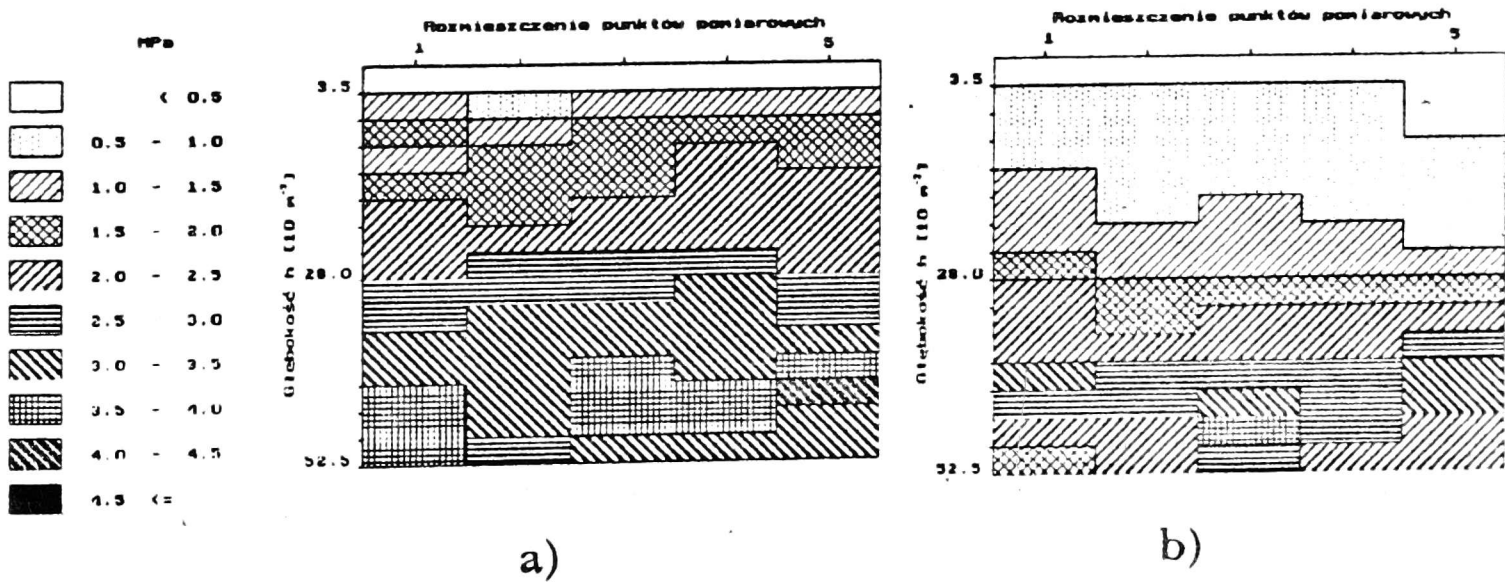
Rys. 1. Schemat ideowy metody pomiaru: G - wskaźnik głębokości, M - wskaźnik momentu, L - wskaźnik licznika obrotów, VHS - kamera video

Fig. 1. A diagram of the measurement method: G - depth indicator, M - a moment indicator, L - tachometer, VHS - video camera

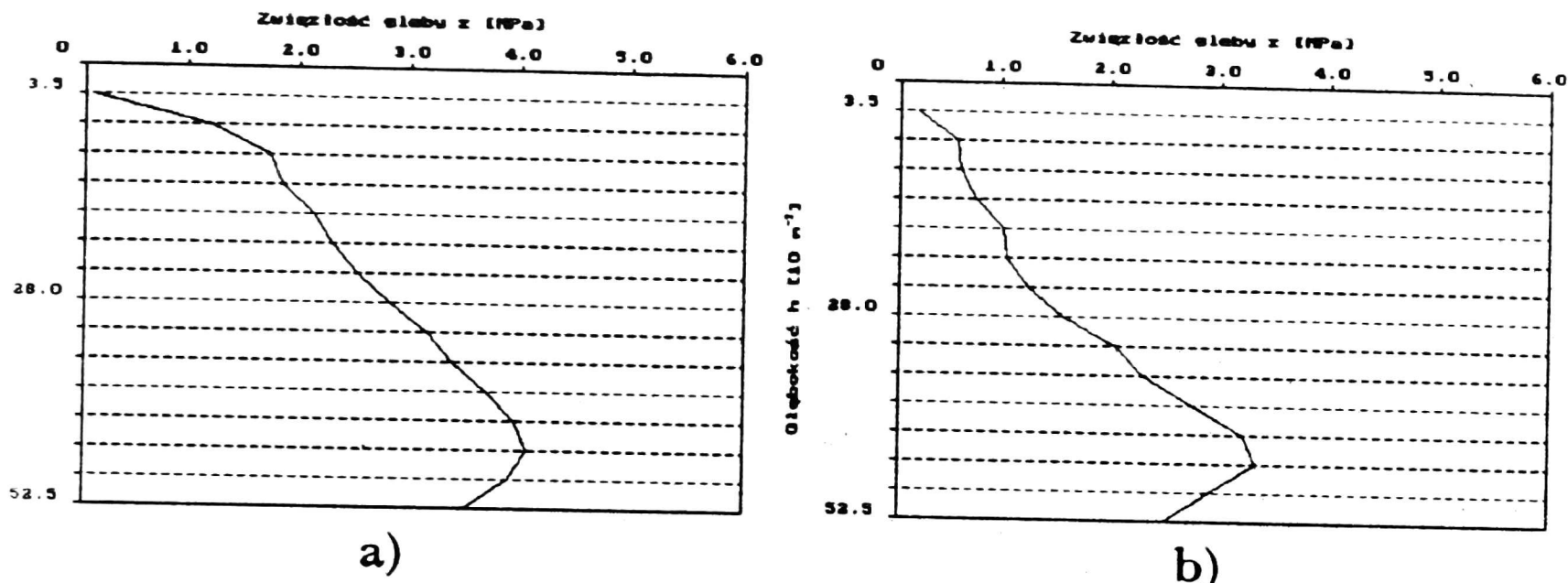
b) Teren odwiertów przebadano penetrometrem stożkowym z elektronicznym rejestratorem [Walczyk M., Walczyk J., 1989, 1992], w celu określenia zwięzłości gleby. Penetrometr ma możliwość rejestrowania zwięzłości gleby na głębokości 52,5 [cm] w 15 punktach co 3,5 [cm]. Następnie poprzez zewnętrzny interfejs przesyła dane do komputera PC, gdzie specjalny program analizuje zebrane wyniki. Może on sporządzić mapę zwięzłości gleby w funkcji głębokości. W celu uzyskania powyższych wyników wykonano po 75 obserwacji na każdym badanym podłożu pomiarowym. Wyniki przedstawiono na rys. 3 i 4.



Rys. 2. Schemat elektroniczny głębokościomierza: V - wskaźnik głębokości
 Fig. 2. Electronic diagram of a depth gauge: V - depth indicator



Rys. 3. Mapa zwięzłości: a) gleba zadarniona, b) gleba porolna
 Fig. 3. Map of firmness: a) sodded soil, b) formerly arable land



Rys. 4. Wykres zwięzłości: a) gleba zadarniona, b) gleba porolna

Fig. 4. A diagram of firmness: a) sodded soil, b) formerly arable land

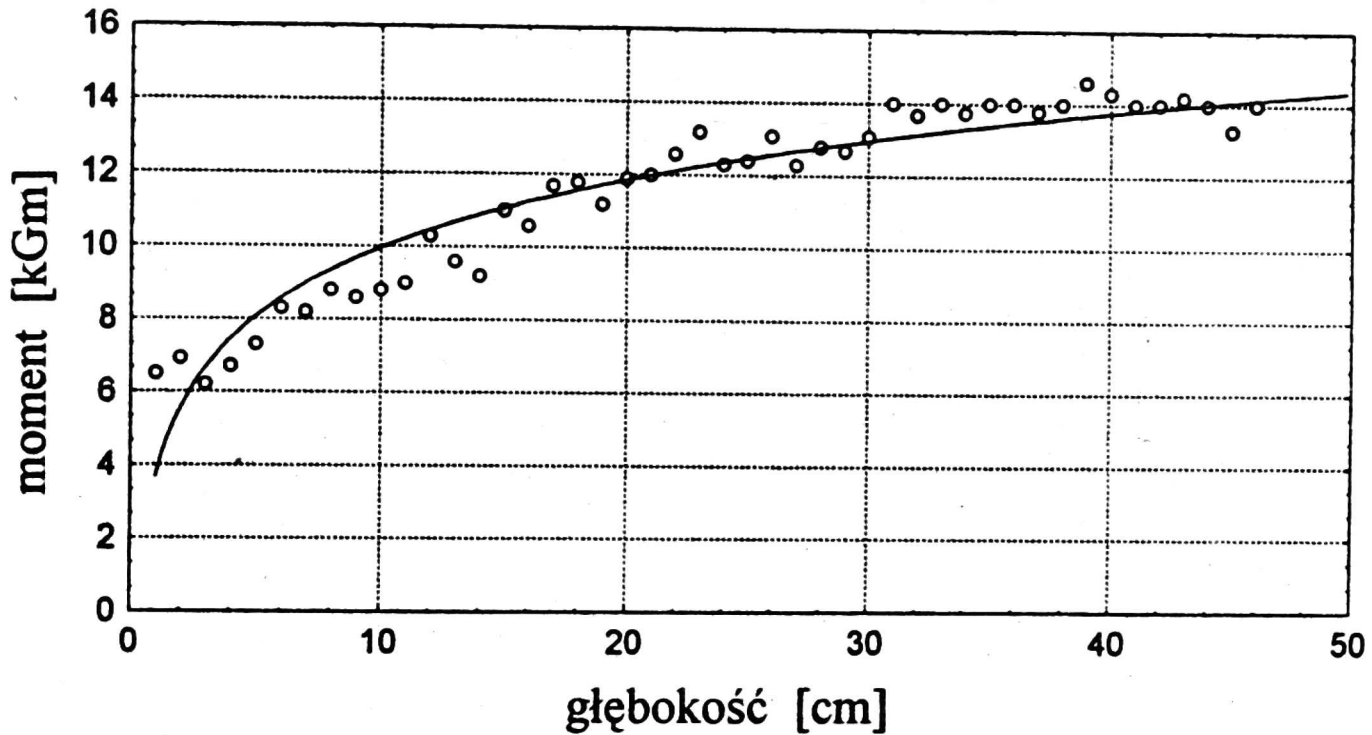
c) Aby uzyskać dodatkowe informacje dotyczące gruntów wykonano pomiary wilgotności gleby na powierzchni (poziom 0) oraz na głębokości maksymalnej odwiertu poziom 1). Wyniki uśredniono dla każdego podłoża. Uzyskano następujące wartości:

- grunt porolny (poziom 0 - 13,6%; poziom 1 - 10,8%);
- gleba zadarniona (poziom 0 - 14,7%; poziom 1 - 8,45%).

d) Proces badawczy rejestrowano kamerą video SONY typ VHS. Następnie poddano analizie poklatkowej film, na którym zarejestrowano przebiegi momentu obrotowego, liczbę obrotów, głębokość odwiertu oraz czas. Analizę przeprowadzono na monitorze 28" i magnetowidzie PANASONIC VHS. Najmniejszy przedział czasowy jaki można było uchwycić był równy 1/25 [sek.] (częstotliwość pracy kamery). Wyniki analizy wprowadzono do arkusza kalkulacyjnego oraz programu statystycznego celem dalszej obróbki. Uzyskane w ten sposób wyniki przedstawiono na rys. 5 i 6.

Grunty porolne

$$y = 3.665 + 6.307 \cdot \log_{10}(x) + \text{eps}$$

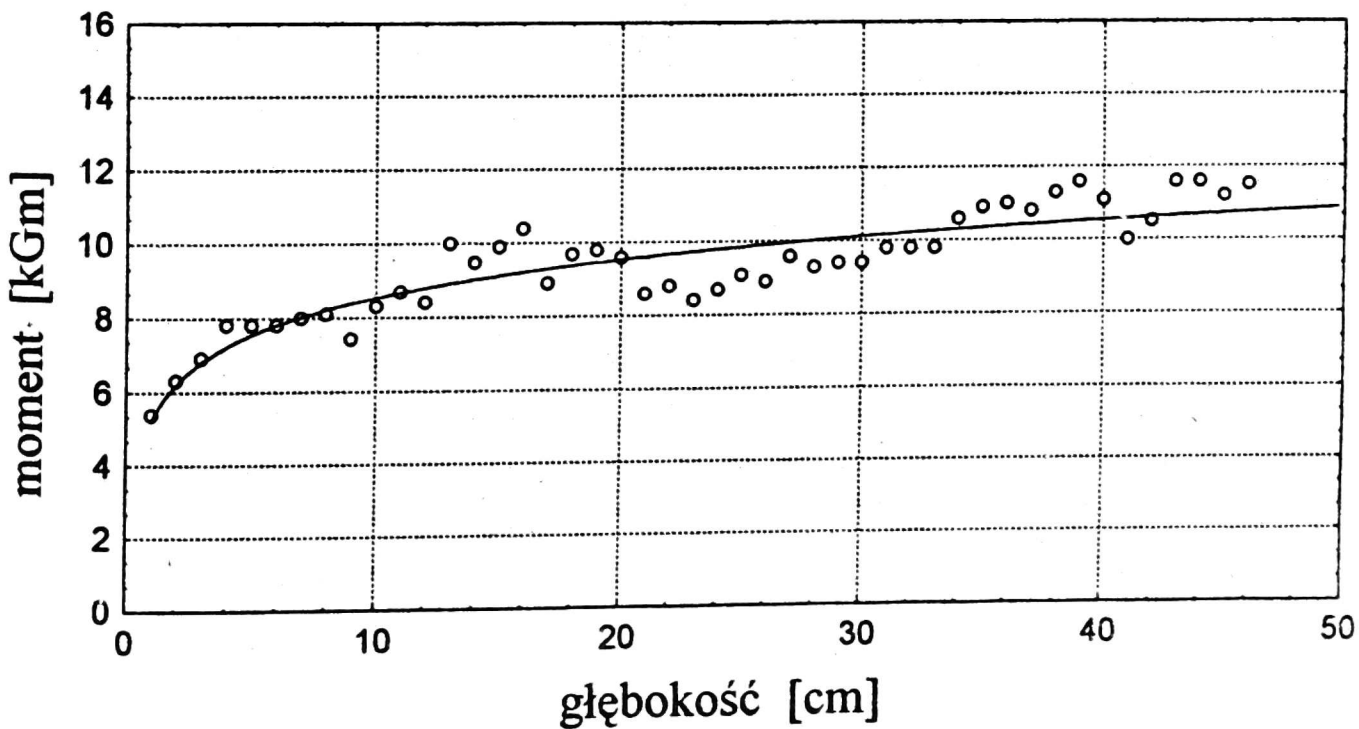


Rys. 5. Wartość momentu w funkcji głębokości dla gruntów porolnych

Fig. 5. Value of a moment in the function of depth for arable land

Gleba zadarniona

$$y = 5.202 + 3.337 \cdot \log_{10}(x) + \text{eps}$$



Rys. 6. Wartość momentu w funkcji głębokości dla gleby zadarnionej

Fig. 6. Value of a moment in the function of depth for sodded soil

Analiza wyników

Analiza jakościowa filmu wykazała wzrastanie momentu obrotowego razem ze zwiększaniem się głębokości i liczby obrotów świdra. Zaobserwowano chwilowe wahnięcia wskazówki momentomierza. Zwrócono również uwagę na niejednakową prędkość wgłębiania się świdra. Analizując mapy i wykresy zwięzłości badanych gruntów, na których wyraźnie widoczna jest niejednorodna struktura warstwowa (rys. 3), o większym zagęszczeniu w przypadku gleby zadarnionej (rys. 4) można stwierdzić, że ma to związek ze zmiennymi oporami pracy.

Analiza ilościowa pozwoliła na uchwycenie relacji momentu obrotowego w stosunku do głębokości. Następnie po zastosowaniu procedury statystycznej wyznaczono przebiegi momentu obrotowego w funkcji głębokości (rys. 5, 6). Otrzymano:

dla gruntu porolnego $y = 3,665 + 6,307 * \log 10(x) + \text{eps}$

dla gleby zadarnionej $y = 5,202 + 3,337 * \log 10(x) + \text{eps}$.

Uzyskano dość duży rozrzut wielkości momentu obrotowego. Wiąże się to z niewielką ilością przeprowadzonych prób pomiarowych, które miały tylko potwierdzić celowość zastosowanej metody badawczej. Analizując przebiegi krzywych widać większe wartości momentu obrotowego uzyskane na gruncie porolnym, który posiada mniejszą zwięzłość od gruntu zadarnionego. Na rys. 3b widoczna jest szeroka warstwa o zwięzłości 0,5 - 1,5 MPa. Wzrost momentu na gruncie porolnym może mieć związek ze zwiększoną ilością objętościową skrawanego i wynoszonego materiały przez świder, który szybciej zagłębiał się na glebie porolnej. Obliczony średni posuw świdra wyniósł; dla gleby zadarnionej 1,51 cm/obr., dla gruntu porolnego 1,68 cm/obr. Aby jednak wykazać istniejący związek i wyznaczyć podstawowe parametry pracy świdra dla różnych gleb, będą prowadzone dalsze badania z zastosowaniem wyżej opisanej metody.

Wnioski

1. Metoda rejestrowania wyników pomiarów przy pomocy kamery video spełniła postawione jej wymagania, to jest:
 - zapewnia równoczesne uchwycenie i analizę badanych zjawisk, w odstępach czasowych równych 1/25 sek;
 - umożliwia przeprowadzenie analizy jakościowej i ilościowej pracy świdra, bez stosowania drogiej specjalistycznej aparatury, co znacznie obniża koszty eksperymentu.
2. Wyniki pomiarów (rys. 5, 6) wskazują na zależność wzrastania momentu w funkcji ilości obrotów (zagłębiania się) wiertła.
3. Na glebie zadarnionej posuw wiertła był mniejszy (1,51 cm/obr.) niż

na gruncie porolnym (1,68 cm/obr.), co ma związek z występowaniem korzeni i większą zwięzłością gleby (rys. 4).

4. Mankamentem metody jest czasochłonność przenoszenia wyników pomiaru do programów analizujących.

Literatura

1. Walczyk M., Walczyk J. (1992): Zastosowanie techniki komputerowej w badaniach zwięzłości gleby. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Mech. i Energ. Roln., z. 10, nr 268, Kraków.
2. Walczykowa M., Walczyk J. (1989): Cone penetrometer with an electronic data lossers for soil compaction. Ceskoslovenska vedecka technika spolnocnost, Vpliv techniky na pôdu, Nitra.
3. Źródłowski Z. (1977): Metoda pomiaru momentu obrotowego pobieranego przez robocze organa maszyn aktywnych stosowana w eksploatacyjnych badaniach wibracyjnego wyorywacza EGEDAL. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Leśn., z. 10, nr 122, Kraków.

R. Grabski, J. Walczyk

MEASUREMENT OF PARAMETERS OF THE SOIL AUGER WORK

S u m m a r y

The work presents a methodology and apparatus for the measurement of the soil auger work. A torque in the function of depth, number of rotations were measured with sensors and analog indicators. Indications were recorded with a video camera. The film was analysed in respect of quality and quantity. The measurements were done for two types of soil, whose firmness was determined by a penetrometer with electronic data recording.