

## PRZYSTOSOWANIE CIĄGNIKA MF 235 DO POMIARU NIEKTÓRYCH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH GLEBY

*Maria Walczykowa \**

*Józef Walczyk \*\**

Katedra Użytkowania Maszyn Rolniczych \*

Zakład Mechanizacji Prac Leśnych \*\*

Akademia Rolnicza w Krakowie

**Synopsis:** Na trzypunktowy układ zawieszenia ciągnika MF 235 z wykorzystaniem jego zewnętrznego obwodu hydraulicznego wykonano równoległobok z dodatkowym siłownikiem do wciskania penetrometru, ścinarek i cylindra objętościowego.

**Słowa kluczowe:** gleba, pomiary, gęstość objętościowa, wytrzymałość, ścinarka obrotowa, penetrometr, ciągnik pomiarowy.

### Wprowadzenie

Pomiary właściwości fizyko-mechanicznych gleb dokonuje się zarówno w celu określenia warunków środowiska pod kątem uprawianej rośliny, jak też pracy mechanizmów jezdnych ciągników i elementów maszyn uprawowych. Wiadomo, że rośliny będą się rozwijały i plonowały w sposób, na jaki im pozwala fizyczna charakterystyka środowiska, a praca kół jezdnych ciągników i maszyn, jak też opór pracy narzędzi roboczych będą również zależały od parametrów wytrzymałościowych gleby.

W zależności od rodzaju badań mierzy się różne właściwości gleby. Różnorodne są także metody pomiaru, pozwalające na ilościowe ujęcie zaistniałych w glebie zmian. W odniesieniu do ugniatającego glebę oddziaływania kół ciągników i maszyn najczęściej określanymi parametrami są:

— ciężar objętościowy, ponieważ ugniatanie to odkształcenie objętościowe

- powodujące wzrost zagęszczenia,  
— wytrzymałość, jako że gleba zmieniając swoją objętość absorbuje energię i to powoduje zmianę jej właściwości wytrzymałościowych.

### **Metody pomiaru gęstości i wytrzymałości stosowane w badaniach ugniatania gleb**

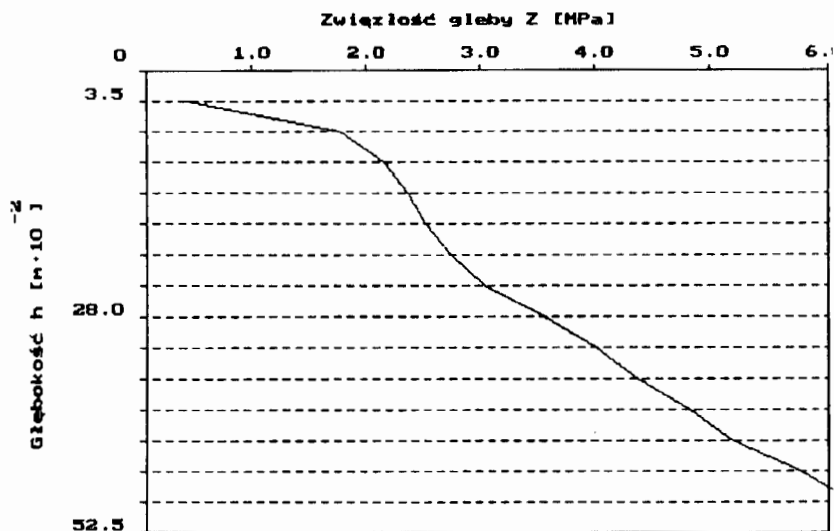
Gęstość objętościowa łączy się ściśle z porowatością ogólną, a więc dostępnością powietrza, wody i ze wzrostem korzenia. Najczęściej stosowaną metodą pomiaru jest określenie ciężaru wysuszonej gleby w odniesieniu do zajmowanej przez nią objętości. Z uwagi na dużą pracochłonność pobierania próbek do cylindrów objętościowych i ich dalszej obróbki, próbowano innych technik pomiaru. Ze względu jednak na wpływ szeregu czynników na wynik (jak np. gatunek i wilgotność gleby przy pomiarach radiometrycznych) nadal aktualne pozostają cylindry objętościowe. W celu złagodzenia wpływu zmienności właściwości fizycznych na uzyskane wyniki, zaleca się stosowania cylindrów o większej objętości. Doskonali się też sposób pobierania gleby w warunkach polowych, by nie niszczyć naturalnego układu w razie konieczności wykonania badań na próbkach nienaruszonych.

Do polowych metod określania wytrzymałości gleby zalicza się ścinarki obrotowe. Jeden rodzaj wspomnianych przyrządów umożliwia pomiar siły ścinania do znacznej głębokości (ok. 60 cm), przy nacisku równym jego własnemu ciężarowi. Jest to możliwe dzięki wymiennym, posiadającym różną długość prętom pomiarowym, do których mocowane są płytki ścinające. Jakliński i Michalak [2] opracowali własną wersję takiej ścinarki, wyposażając ją w zestaw wymiennych płytek, których wymiary były dobrane na podstawie wymiarów protektorów napędowych opon rolniczych.

Za pomocą ścinarki obrotowej wyposażonej w cylinder ścinający można określić także składniki wytrzymałości gleby, a więc jej spójność i kąt tarcia wewnętrznego. Pomiaru na większych głębokościach wymagają jednak usunięcia wyżej położonych warstw. Dawidowski [1] rozważa możliwość zastosowania takiego przyrządu również do badań właściwości ciernych różnych materiałów, stosowanych w produkcji maszyn uprawowych.

Przyrządem zalecanym i szeroko stosowanym do pomiaru wytrzymałości gleby w badaniach dotyczących jej stopnia ugniecenia jest penetrometr. Okello [3] w przeglądzie technik pomiaru wytrzymałości gleby w odniesieniu do pojazdów terenowych uważa go wraz z bewametrami za najbardziej przydatny, głównie ze względu na to, iż pomiarów można dokonać bezpośrednio w interesującym nas miejscu. Chociaż tylko penetrometr umożliwia ocenę zmienności oporu gleby wraz

z głębokością, to pamiętać należy, że zarówno opór stożka, jak też jego gradient (zmienność na głębokości), nie są jednoznacznie związane ze spójnością lub gęstością objętościową. Mierzona przez penetrometr wielkość zależy bowiem od wilgotności, jak też od gatunku i struktury gleby.



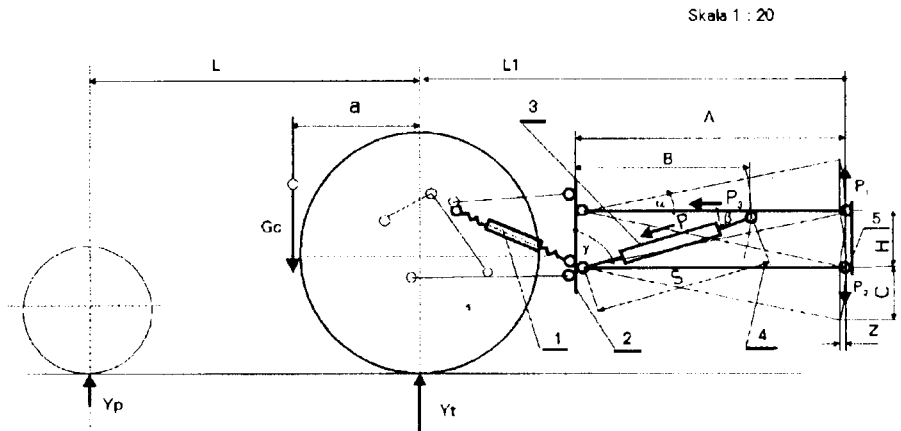
Rys.1 Zwiążłość gleby w funkcji głębokości przy uprawie buraków cukrowych na glinie średniej pylastej

Fig.1. Firmness versus depth of soil at sugar beet cultivation on medium-heavy dusty clay

Pomiary penetrometryczne przy stosowaniu ręcznej obsługi wymagają znacznego wysiłku fizycznego. Dzieje się tak zarówno ze względu na częstą potrzebę wykonania w ciągu dnia dużej ilości pomiarów, jak również z powodu trudnych nieraz warunków terenowych (duże zagęszczenie gleby). Przy pomocy skonstruowanego przez autorów penetrometru z elektronicznym zapisem [4], można w ciągu jednego dnia w sprzyjających warunkach zmierzyć zwiążłość w ponad 1000 punktach. Przykład kształtowania się wartości zwiążłości w głąb na glinie średniej pylastej (42 % części spławialnych) przy wilgotności średnio 20 % przedstawia rysunek 1. Wykonanie 1000 pomiarów przy średniej zwiążłości 3,5 MPa wymagało wykonania 246,4 kNm pracy, co było trudne do zrealizowania w ciągu jednego dnia.

### Proponowane rozwiązania konstrukcyjne

W celu zmniejszenia pracochłonności wykonania pomiarów, jak również udziału czynników, które mogą mieć wpływ na dokładność mierzonych właściwości gleby (sposób wprowadzania do gleby cylindrów, prędkość wciskania stożka penetrometru), do badań przygotowano odpowiednio oprzyrządowany ciągnik.



Rys.2 Schemat wymiarowy ciągnika wraz z wysięgnikiem: 1-dodatkowy łącznik usztywniający trzypunktowy układ hydrauliki ciągnika, 2-stojak mocowania wysięgnika, 3-siłownik hydrauliczny wysięgnika, 4-ramiona wysięgnika, 5-płyta do mocowania narzędzi.

Fig.2 Dimensional diagram of a tractor with extension arm: (1) additional connector stiffening 3-point linkage, (2) outrigger fastening stand, (3) outrigger hydraulic servo-motor, (4) outrigger arms, (5) instrument attachment plate.

Na ciągnik MF235 wykonano wysięgnik, wyposażony w siłownik hydrauliczny podłączony do układu zewnętrznego hydrauliki (rys.2). Przyjęto założenie, że dla maksymalnej siły możliwej do uzyskania na wysięgniku reakcja na przednich lub na tylnych kołach ciągnika może być równa zero. Na tej podstawie wartość siły wciskającej na wysięgniku obliczono wg wzoru:

$$P_2 = \frac{(L-a)G_c}{L_1} \quad [\text{daN}]$$

Podobnie wartość siły podnoszącej na wysięgniku:

$$P_1 = \frac{aG_c}{L_1} \quad [\text{daN}]$$

Długość siłownika w zależności od kąta wychylenia ramion obliczono z twierdzenia kosinusów (rys.2) wg wzoru:

$$S = \sqrt{B^2 + H^2 - 2BH \cos(90 + \alpha)} \quad [\text{mm}]$$

Wartości siły P i P<sub>3</sub> określono z twierdzenia sinusów:

$$\frac{S}{\sin(90 + \alpha)} = \frac{H}{\sin \beta} \quad \sin \beta = \frac{H \cos \alpha}{S} \quad [^\circ]$$

$$\frac{P}{\sin(90 + \alpha)} = \frac{P_1}{\sin \beta} \quad P = P_1 \frac{S}{H} \quad [\text{daN}]$$

$$\frac{S}{\sin(90 + \alpha)} = \frac{B}{\sin \gamma} \quad \sin \gamma = \frac{B \cos \alpha}{S} \quad [^\circ]$$

$$\frac{P_3}{\sin \gamma} = \frac{P_1}{\sin(90 + \alpha)} \quad P_3 = P_1 \frac{S}{B} \quad [\text{daN}]$$

W przypadku nie stosowania dodatkowego siłownika (rys.2) i wciskania narzędzi przy pomocy ramion równoległoboku, ramiona równoległoboku poruszają się po łuku. Oprócz ruchu pionowego przesuwiają się również w płaszczyźnie wzdłużnej o wartość "z", którą obliczono wg wzoru:

$$z = L_1 - \frac{C}{\text{tg} \alpha} \quad [\text{mm}]$$

Obliczone wartości zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości sił w funkcji długości i kąta ramion wysięgnika ciągnika (oznaczeń zgodnie z rysunkiem 2)

Table 1

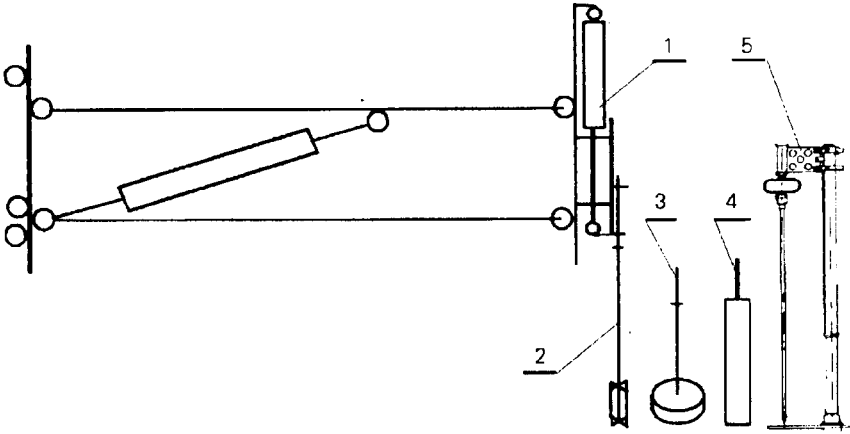
Value of forces versus length and angle of outrigger arm (see fig. 2)

$P_1$  -siła podnoszenia,  $P_2$  -siła nacisku na wysięgniku

Wyszczególnienie	Długość wysięgnika $L_1$ [mm]					
	1500	1500	1250	1000	750	500
Maksymalna siła wciskająca $P_2$ [daN]	555	555	594	639	690	751
Maksymalna siła podnosząca $P_1$ [daN]	712	712	818	960	1161	1470
Kąt wychylenia ramion dla skoku 600 m [°]	0	11,5	13,9	17,5	23,6	36,9
S dla kąta $90^\circ + \alpha$	1105	1186	1202	1226	1263	1336
$P_3$ dla $P_2$ [daN]	613	658	714	783	871	1003
$P_3$ dla $P_1$ [daN]	787	844	983	1177	1466	1964
$P$ dla $P_2$ [daN]	1305	1400	1519	1667	1854	2135
$P$ dla $P_1$ [daN]	1674	1797	2092	2504	3120	4179
$P$ dla $P_2 = 100$ [daN]	235	252	256	261	269	284
S dla kąta $90^\circ - \alpha$	1105	1017	998	969	919	810
$P_3$ dla $P_2$ [daN]	613	564	593	619	634	608
$P_3$ dla $P_1$ [daN]	787	724	816	930	1067	1191
$P$ dla $P_2$ [daN]	1305	1200	1261	1317	1349	1295
$P$ dla $P_1$ [daN]	1674	1540	1736	1978	2270	2534
$P$ dla $P_2 = 100$ [daN]	235	216	212	206	196	172
$z$ [mm]	0	25	38	49	63	100

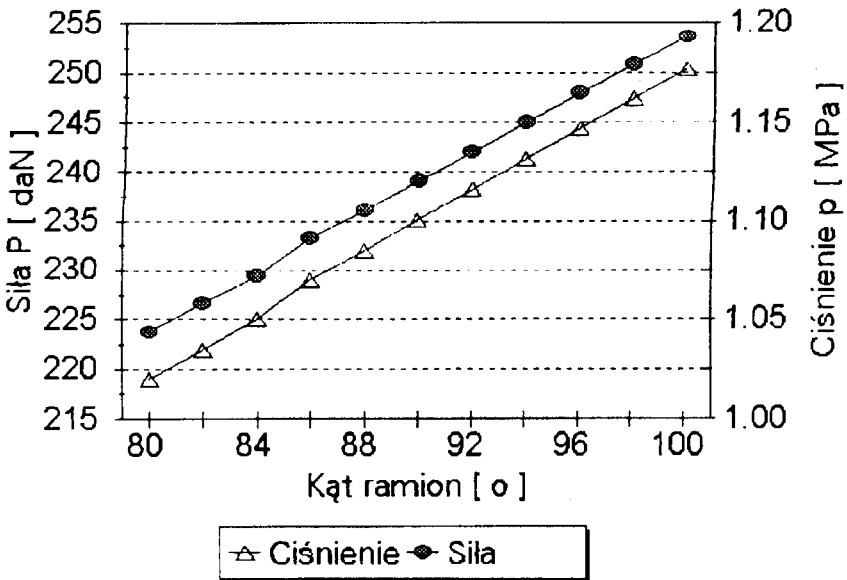
Oprócz penetrometru na wysięgniku mogą być mocowane inne narzędzia stosowane w badaniu właściwości fizycznych gleby (rys.3).

Jak wskazuje rysunek 4, zachowanie stałej siły nacisku jest związane ze zmianami zarówno siły w siłowniku, jak również ciśnienia oleju w układzie. Wynika stąd, że określenie siły przy pomocy pomiaru ciśnienia oleju w układzie nie jest możliwe. Układ hydrauliczny może natomiast być nastawiony na określoną maksymalną siłę i spełniać rolę bezpiecznika.



Rys.3 Schemat urządzeń montowanych na wysięgniku ciągnika: 1-dodatkowy siłownik do sterowania narzędziami, 2-ścianarka (I wersja), 3-ścianarka (II wersja), 4-urządzenie do pobierania próbek, 5-penetrometr.

Fig.3 Scheme of devices mounted on tractor outrigger: (1) additional servo-motor for steering the instruments, (2) shearing device (I version), (3) shearing device (II version), (4) sampler, (5) penetrometer.



Rys.4 Wartość siły P i ciśnienia p w siłowniku, dla siły nacisku  $P_2 = 100$  daN w funkcji kąta ramion czworoboku przegubowego.

Fig.4 Values of force (P) and pressure (p) in hydraulic servo-motor for pressing force  $P_2 = 100$  daN versus the angle of four-bar-linkage arms.

### Podsumowanie

Zaprojektowane urządzenie pozwoli na zmniejszenie obciążenia fizycznego operatora, usprawnienie przebiegu badań, zwiększenie liczby pomiarów możliwych do wykonania w ciągu jednego dnia, jak też ich dokładności.

Wykorzystanie układu hydraulicznego ciągnika znacznie uprościło konstrukcję całego urządzenia i pozwoli na jego dalszą rozbudowę i poszerzenie wykorzystania.

### Literatura

1. Dawidowski B. 1987. Przyrząd do wyznaczania wartości spójności i kąta tarcia wewnętrznego gleby. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze*, nr 2, 16 - 17.
2. Jakliński L., Michalak G. 1994. Określanie właściwości trakcyjnych gleb w oparciu o propozycje nowych rozwiązań konstrukcyjnych przyrządów pomiarowych. "Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych", VI Sympozjum im. prof. Cz. Kanafojskiego, czerwiec 20 - 21, Płock, 234 - 239.
3. Okello J. A. 1991. A review of soil strength measurement techniques for prediction of terrain vehicle performance. *J. agric. Engng Res.* 50, 129 - 155.
4. Walczykowa M., Walczyk J. 1988. Cone penetrometer with an electronic data logger for soil compaction studies. "Vplyv techniky na podu", Ceskoslovenska vedeckotechnicka spolocnost, Nitra.

### **Adaptation of MF 235 tractor to measuring some physical soil properties**

*Maria Walczykowa, Józef Walczyk*

### Summary

Design and construction of an outrigger mounted on 3-point linkage of MF 235 agricultural tractor were described. The arm of outrigger is used to push cone penetrometer shearing devices and volumetric cylinder in the soil. To simplify outrigger's design it was equipped with special hydraulic servo-motor connected to the plate on one side of outrigger arm. Designed equipment improves measuring procedure and accuracy of the results.