

WPŁYW WILGOTNOŚCI NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE ROZDROBNIONEJ TRAWY ENERGETYCZNEJ *MISCANTHUS GIGANTEUS*

Janusz Kolowca, Marek Wróbel

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Przeprowadzono badania dotyczące wpływu wielokrotnych obciążeń statycznych na stopień zagęszczenia i związane z nim zmiany właściwości reologicznych rozdrobnionego miskanta olbrzymiego o wilgotności: 7,9; 19 i 64% oraz długości siewki 30 mm. Wyznaczono moduł sprężystości i współczynnik lepkości dynamicznej. Stwierdzono istotny wpływ zagęszczenia i wilgotności na przyjęte parametry oceny.

Słowa kluczowe: miskant olbrzymi, siewka, właściwości reologiczne

Material i metoda

Miskant olbrzymi jest jednym z najbardziej perspektywicznych gatunków uprawianych na cele energetyczne. Osobniki tego gatunku rosną do wysokości około 3,5 m i dają duży plon, bo nawet do 30 t suchej masy na hektar. Jest to roślina wieloletnia, odnawiająca się przez około 20 lat, o mniejszych wymaganiach wodnych i glebowych niż inne rośliny energetyczne, np. wierzba wiciowa czy topinambur. Plantacje mogą być zlokalizowane na glebach IV i V klasy na terenie całego kraju. Zbiór może odbywać się zarówno jesienią, jak i wiosną, z tym, że ze zbioru wiosennego uzyskuje się do spalania materiał wyższej jakości, o niższej wilgotności (20÷30%) i o niskiej zawartości sodu i potasu w popiele [Fiedler i in. 1998; Herzog 1994; Lewandowski i in. 2000].

Miskant olbrzymi może mieć jeszcze inne zastosowanie, jako: roślina przeciwozyjna, w oczyszczalniach hydrobotanicznych [Fiedler i in. 1998; Majtkowski 1997], w budownictwie, w przemyśle celulozowo-papierniczym. Większość z przemysłowych zastosowań miskanta olbrzymiego wymaga wszechstronnego poznania jego właściwości fizycznych, głównie geometrycznych i mechanicznych, na użytek technologii stosowanych w: rolnictwie (rozdrabnianie, brykietowanie), budownictwie (rozdrabnianie, zagęszczanie mechaniczne oraz hydromechaniczne), przemyśle celulozowym (rozdrabnianie, flotacja, zagęszczanie hydromechaniczne), itp. Tak więc, w różnych technologiach dominującym zabiegiem jest rozdrabnianie, a następnie zagęszczanie tak przygotowanej masy. Zdając sobie z tego sprawę podjęto badania związane z oceną wpływu wielokrotnych obciążeń statycznych na zagęszczanie i związane z nim zmiany właściwości reologicznych rozdrobnionych źdźbeł miskanta olbrzymiego o zróżnicowanej wilgotności.



[Foto M Wróbel]

Rys. 1. Miskant olbrzymi w okresie wegetacji
 Fig. 1. *Miscanthus giganteous* during the vegetation period

Przedmiot badań stanowiły rośliny z 15-letniej plantacji prowadzonej na glebie IV klasy, zlokalizowanej w Polsce południowej. Eksperyment przeprowadzono na próbkach siewki długości 30 mm i wilgotności 7,9; 19; 64%.

Badany materiał obciążano skokowo w cylindrze o średnicy 70 mm i wysokości 120 mm. Pierwszy pomiar odbywał się przy obciążeniu 260 N. Po ustabilizowaniu się odkształcenia pełzania (ϵ_p), próbka była odciążana i odczytywano nawrót odkształcenia (ϵ_n). Następnie zwiększano skokowo obciążenie co 20 N, aż do 420 N, ponawiając każdorazowo pomiar ϵ_p i ϵ_n oraz czasu pełzania t_p .

Do oceny właściwości reologicznych badanego materiału zastosowane zostały następujące parametry:

- moduł sprężystości E

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_n}$$

gdzie:

- σ – naprężenie [MPa],
- ϵ_n – nawrót odkształcenia.
- stosunek odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania

$$\frac{\epsilon_n}{\epsilon_p}$$

Wpływ wilgotności...

- współczynnik lepkości dynamicznej K

$$K = \frac{\sigma}{\varepsilon_t} \cdot t_p$$

gdzie:

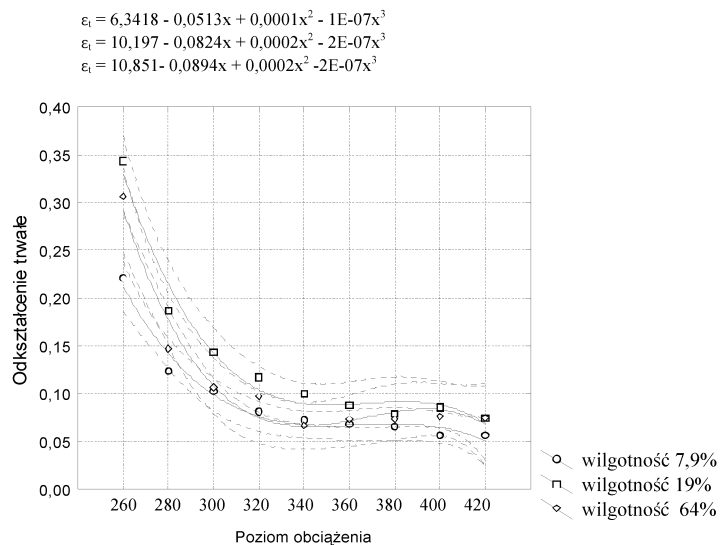
- ε_t – odkształcenie trwałe,
 - t_p – czas pełzania [s].
- odkształcenie trwałe ε_t

$$\varepsilon_t = \varepsilon_p - \varepsilon_n$$

Wyniki i wnioski

Wyniki badań przedstawiono na wykresach na rysunkach 1÷5. Obrazują one przebieg zmian przyjętych parametrów oceny w funkcji poziomu obciążenia, a więc także stopnia zagęszczenia.

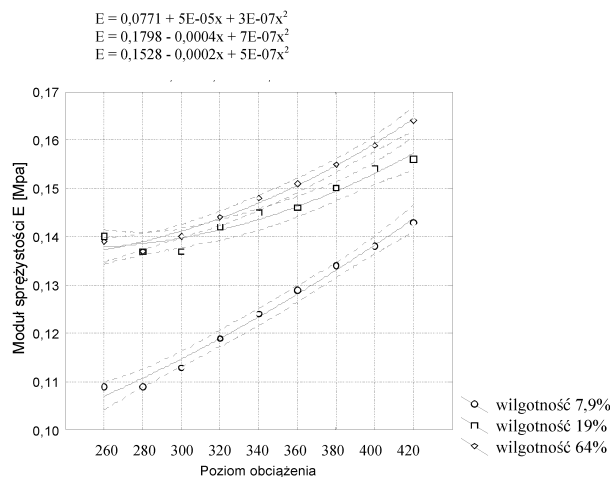
Jak można zauważyć na rysunku 2, trwałe odkształcenie bardzo wyraźnie maleje do piątego poziomu zagęszczenia (340 N; 0,088 MPa). Natomiast od poziomu piątego do dziewiątego spadek wartości tego parametru jest niewielki.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 2. Wpływ poziomu zagęszczenia (obciążenia) na odkształcenie trwałe
Fig. 2. Impact of the level of compaction (load) on permanent set

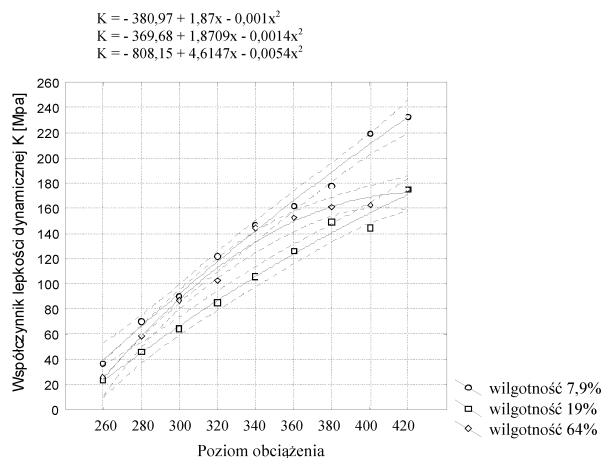
Z kolei moduł sprężystości wzrasta wyraźnie w całym zakresie przyjętych poziomów obciążeń (260÷420 N; 0,067÷0,109 MPa), (rys. 3).



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 3. Wpływ poziomego zagęszczenia (obciążenia) na moduł sprężystości
 Fig. 3. Impact of the level of compaction (load) on the modulus of elasticity

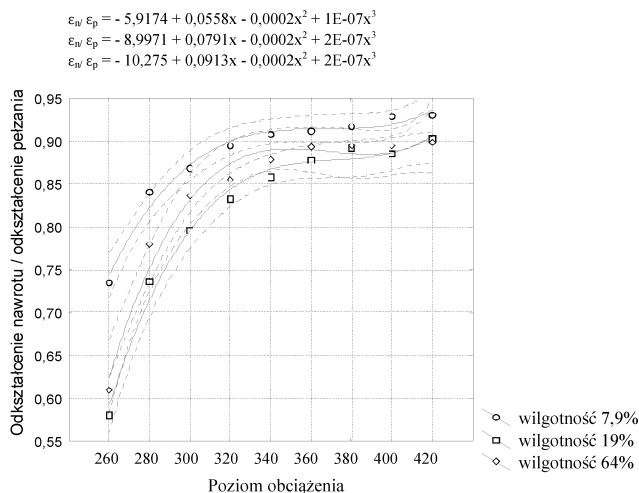
Podobnie jak w przypadku modułu sprężystości, również współczynnik lepkości dynamicznej wzrastał bardzo wyraźnie w całym zakresie stosowanych obciążeń co przedstawiono na rysunku 4.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 4. Wpływ poziomego zagęszczenia (obciążenia) na współczynnik lepkości dynamicznej żdźbła
 Fig. 4. Impact of the level of compaction (load) on the coefficient of dynamic viscosity of the blade

W przypadku stosunku odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania, jego wartość wzrasta praktycznie tylko do piątego poziomu obciążenia (340 N; 0,088 MPa). Natomiast od poziomu piątego do dziewiątego wartość tego parametru stabilizuje się co przedstawiono graficznie na rysunku 5.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 5. Wpływ poziomu zagęszczenia (obciążenia) na stosunek odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania

Fig. 5. Impact of the level of compaction (load) on the ratio of the reversal strain to the creep strain

Na podstawie przeprowadzonej analizy uzyskanych wyników można wyciągnąć następujące wnioski o charakterze praktycznym:

1. Stwierdzono bardzo istotny wpływ stopnia zagęszczenia masy o różnej wilgotności (7,9%; 19% i 64%) na następujące wskaźniki oceny właściwości reologicznych: odkształcenie trwałe, moduł sprężystości, współczynnik lepkości dynamicznej i stosunek odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania.

- 1.1. Trwałe odkształcenie, w zależności od wilgotności materiału, można opisać

$$\text{funkcjami: } \varepsilon_t = 6,3418 - 0,0513x + 0,0001x^2 - 1E-07x^3;$$

$$\varepsilon_t = 10,197 - 0,0824x + 0,0002x^2 - 2E-07x^3;$$

$$\varepsilon_t = 10,851 - 0,0894x + 0,0002x^2 - 2E-07x^3$$

- 1.2. Przebieg zmian modułu sprężystości opisują zależności:

$$E = 0,0771 + 5E-05x + 3E-07x^2;$$

$$E = 0,1798 - 0,0004x + 7E-07x^2;$$

$$E = 0,1528 - 0,0002x + 5E-07x^2$$

- 1.3. Współczynnik lepkości natomiast może być określony jako: $K = - 380,97 + 1,87x - 0,001x^2$;

$$K = - 369,68 + 1,8709x - 0,0014x^2;$$

$$K = - 808,15 + 4,6147x - 0,0054x^2$$

- 1.4. Stosunek odkształcenia nawrotu do odkształcenia pełzania opisują funkcje:

$$\varepsilon_n/ \varepsilon_p = - 5,9174 + 0,0558x - 0,0002x^2 + 1E-07x^3;$$

$$\varepsilon_n/ \varepsilon_p = - 8,9971 + 0,0791x - 0,0002x^2 + 2E-07x^3;$$

$$\varepsilon_n/ \varepsilon_p = - 10,275 + 0,0913x - 0,0002x^2 + 2E-07x^3$$

2. Zaobserwowano istotny wpływ wilgotności na przyjęte parametry oceny, szczególnie na odkształcenie trwałe oraz moduł sprężystości.

Powyższe wnioski mogą być wykorzystane przy projektowaniu procesów technologicznych związanych z zagęszczaniem rozdrobnionej trawy energetycznej *Miscanthus giganteus*.

Bibliografia

- Fiedler P., Menculak J., Rösler A.** 1998. *Miscanthus sinensis*- biomasa i oczyszczanie ścieków. Hodowla roślin i nasiennictwo. Nr 2.
- Herzog H.** 1994. Bodenkundlich- ökologische Aspekte des *Miscanthus*- Anbaus. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 4: „Symposium *Miscanthus*-Biomassebereitstellung, energetische und stoffliche Nutzung“ am 6/7.12.94 in Dresden: Landwirtschaftsverlag. Münster. ISBN 3-7843- 2745-1.
- Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J.M.O., Huisman W.** 2000. *Miscanthus*: European with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*. 19. s. 4.
- Majtkowski W.** 1997. Gatunek pionierski dla terenów zdegradowanych – *Spartina michauxiana* Hitchc. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 451. s. 317-323

IMPACT OF HUMIDITY ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE SHREDDED ENERGY GRASS *MISCANTHUS GIGANTEOUS*

Abstract. Tests were carried out with regard to the impact of multiple static loads on the degree of compaction and related changes of rheological properties of the shredded *Miscanthus giganteus* with humidity of 7.9, 19 and 64% and the chaff length of 30 mm. The modulus of elasticity and the coefficient of dynamic viscosity were determined. A significant impact of compaction and humidity on the adopted parameters of evaluation was found.

Key words: *Miscanthus giganteus*, chaff, rheological properties

Adres do korespondencji:

Marek Wróbel; e-mail: Marek.Wrobel@ur.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków