

DOSKONALENIE METODY SZACOWANIA PLONU WIERZBY ENERGETYCZNEJ

Tadeusz Juliszewski, Krzysztof Klamka, Maciej Waligóra

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie: Przedstawiono wyniki geometrycznych pomiarów pędów wierzby energetycznej oraz analizę wyników pomiarów w kontekście możliwości oszacowania przewidywanego plonu roślin. Uzyskane wyniki wskazują na błędne założenie dotychczasowych metod szacowania plonu iż pędy mają kształt stożka ściętego. Wskazano dalszy kierunek badań w celu doskonalenia metody szacowania plonu.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, plon, metoda szacowania plonu

Wstęp

Możliwość oszacowania plonu roślin na podstawie ich wyglądu zewnętrznego – w szczególności wymiarów geometrycznych – pozwala określić, w przybliżeniu, przewidywany zbiór, a także ocenić przyrost roślin w czasie wegetacji. Wieleletnie doświadczenie rolnika pozwala formułować dość dokładne przewidywania w odniesieniu do typowych roślin uprawnych, takie jak zboża, czy rośliny okopowe lub przemysłowe.

Wierzba energetyczna jest rośliną uprawianą w naszym kraju - na szerszą skalę - stosunkowo niedawno. Możliwość oszacowania przewidywanego plonu tej rośliny jest ograniczone nie tylko z uwagi na krótki czas zbierania praktycznych doświadczeń przez plantatorów, ale także dużą niedokładność obliczeniowych metod szacowania plonu.

Spośród 3 metod szacowania plonu weryfikowanych badaniami empirycznym [Juliszewski i in. 2007], żadna nie pozwalała szacować plonu z oczekiwaną dokładnością. Uzyskane wyniki pomiarów geometrycznych pędów należało powiększać o ok. 52%, w tym 33% na różnicę pomiędzy obliczoną objętością pędów głównych a ich rzeczywistą objętością oraz 19% na objętość odgałęzień bocznych i części wierzchołkowej. Założenie, że wyniki pomiarów empirycznych należy powiększać o ok. 52% by uzyskać wynik zbliżony do rzeczywistego plonu jest z metodycznego punktu widzenia trudne do zaakceptowania. Wskazuje bowiem iż przyjęte pomiary geometryczne nie opisują wystarczająco dokładnie pędów roślin, skoro obliczenia wykonane na ich podstawie aż o ponad połowę (52%) odbiegają od oczekiwanych.

Dotychczasowe metody szacowania objętości pędu głównego bazują na następującym, pozornie słusznym założeniu, iż kształt pędu jest w przybliżeniu stożkiem ściętym [Grochowski 1973]. Z geometrycznego punktu widzenia znajomość długości pędu i jego średnic u podstawy i wierzchołka powinny zatem pozwolić obliczyć objętość pędu. Powyższe założenie jest jednak tylko pozornie słuszne, co postaramy się wykazać dalej – tym samym podważając przydatność dotychczasowych metod szacowania plonu.

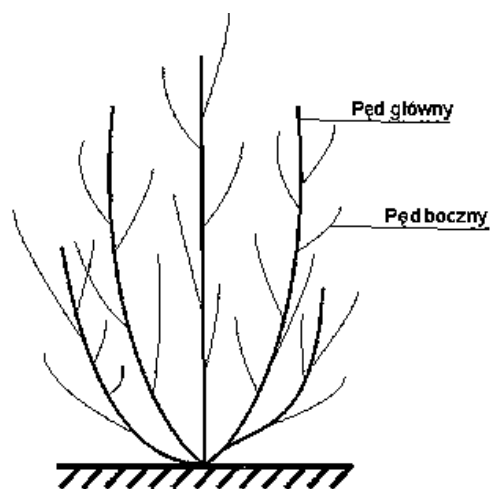
Wyniki badań dotyczą objętości zbieranych roślin – ich przeliczenie na masę nie jest jednak problemem, gdyż znana jest dobrze gęstość pędów (przy znanej wilgotności) [Dreszer i in., 2003; Juliszewski, Klamka 2007; Szczukowski, Budny 2003].

Cel badań

Celem badań była weryfikacja metody obliczania objętości pędów wierzby energetycznej polegającej na założeniu, iż ich kształt jest w przybliżeniu stożkiem ściętym.

Zakres badań

Pomiary geometryczne pędów głównych wierzby (rys. 1) wykonano na pobranych losowo (ściętych 3-letnich) z plantacji wierzby energetycznej (4 lata po założeniu, po ścięciu pierwszych jednorocznych przyrostów do rozmnażania). Pobrano 15 pędów z klonu 1052 i 15 pędów z klonu 1059. Ścinano pędy z karp, z których wyrastały: 1, 2, 3, 4 i 5 pędów głównych. Wcześniejsze wyniki badań [Juliszewski i in. 2007] wskazują, że jest to ok. 25% (klon 1052) i ok. 45% (klon 1059) roślin na plantacji uprawianej w rozstawie rzędów 0,75 m i rozstawie roślin 0,5 m w rzędzie (obsada ok. 26 000 szt*ha⁻¹).



Rys. 1. Karpa z pięcioma pędami głównymi

Fig. 1. Rootstock with five main sprouts

Metodyka

Mierzono długość i wysokość pędów głównych oraz ich średnicę w przedziałach co 0,3 m począwszy od podstawy (miejsce ścięcia pędu). Ponieważ pędy prawie nigdy nie wyrastają pionowo w górę, lecz tworzą formę linii krzywej (rys. 1) rozróżnienie długości

i wysokości pędu jest istotne: długość jest wymiarem geometrycznym określonym wzdłuż pędu, natomiast wysokość jest odległością wierzchołka pędu od podstawy (miejsca ścięcia) mierzona wzdłuż linii prostej (pionowo w górę na plantacji). Oczywiście długość jest większa od wysokości.

Średnice pędów mierzono dwukrotnie, po przekątnych położonych względem siebie pod kątem prostym. Z dwóch pomiarów obliczano średnią arytmetyczną do dalszych obliczeń.

Po pomiarach długości, wysokości i średnicy pędów głównych cięto na mniejsze odcinki, wcześniej odcinając odgałęzienia boczne (o długości 0,3 m) i przez zanurzenie w wodzie określano ich całkowitą objętość.

Porównano następnie wyniki uzyskane empirycznie, tj. objętość pędów głównych oraz wyniki uzyskane teoretycznie ze znanego wzoru na objętość stożka ściętego:

$$v = \frac{1}{3} \pi (R^2 + R \cdot r + r^2) \cdot H$$

gdzie:

- H – wysokość stożka (długość pędu!) [m],
- R – średnica pędu u podstawy (średnia z dwóch porównań) [m],
- r – średnica pędu u wierzchołka (średnia z dwóch porównań) [m].

Przez zanurzenie w wodzie określono także objętość pędów bocznych na pędzie głównym.

Wyniki pomiarów i ich analiza

Objętość pędów głównych i objętość pędów bocznych przedstawia tabela 1. Pędy boczne, których średnia ilość na pędzie głównym jest zróżnicowana od 1 do ponad 8,

Tabela 1. Objętość pędów bocznych i pędów głównych

Table 1. Volume of side sprouts and main sprouts

KLON	Ilość pędów głównych na karpie [szt]	Średnia ilość pędów bocznych na pędzie głównym [szt]	Pęd główny [cm ³]	Pędy boczne [cm ³]	Odsetek objętości pędów głównych w łącznej objętości roślin [%]
1052	1	1	75,0	3,0	96,15
	2	5	4245,0	125,0	97,14
	3	4	1585,0	125,0	92,69
	4	8,5	2385,0	255,0	90,34
	5	13	6815,0	1155,0	85,51
1059	1	3	310,0	20,0	93,94
	2	4,5	1480,0	105,0	93,38
	3	5,3	2000,0	435,0	82,14
	4	3,3	2330,0	105,0	95,69
	5	7,8	5535,0	390,0	93,42
1052	15		15105,0	1663,0	90,1
1059	15		11655,0	1055,0	91,7

stanowią – średnio – ok. 10% objętości pędów głównych. Pędy główne stanowiły bowiem średnio 90,1% całej zbieranej objętości roślin klonu 1052 i 91,7% klonu 1059. Uzyskane wyniki potwierdzają wyniki uzyskane wcześniej [Juliszewski i in. 2007], gdzie wykazano, że odgałęzienia boczne i część wierzchołkowa pędów to ok. 19% objętości całych roślin. Część wierzchołkowa (ostatni roczny przyrost) zajmuje średnio – mniej więcej – tyle samo objętości co odgałęzienia boczne.

Porównanie obliczonej teoretycznie (T) i zmierzonej (Z) empirycznie objętości pędów głównych przedstawia tabela 2. Porównanie uzyskanych wyników, tj. obliczonych i zmierzonych, jednoznacznie wskazuje, że metoda obliczeniowa jest niedokładna. Obliczone i zmierzone objętości pędów różnią się bardzo wyraźnie; zazwyczaj (poza jednym przypadkiem) zmierzona objętość pędów była mniejsza niż obliczona teoretycznie.

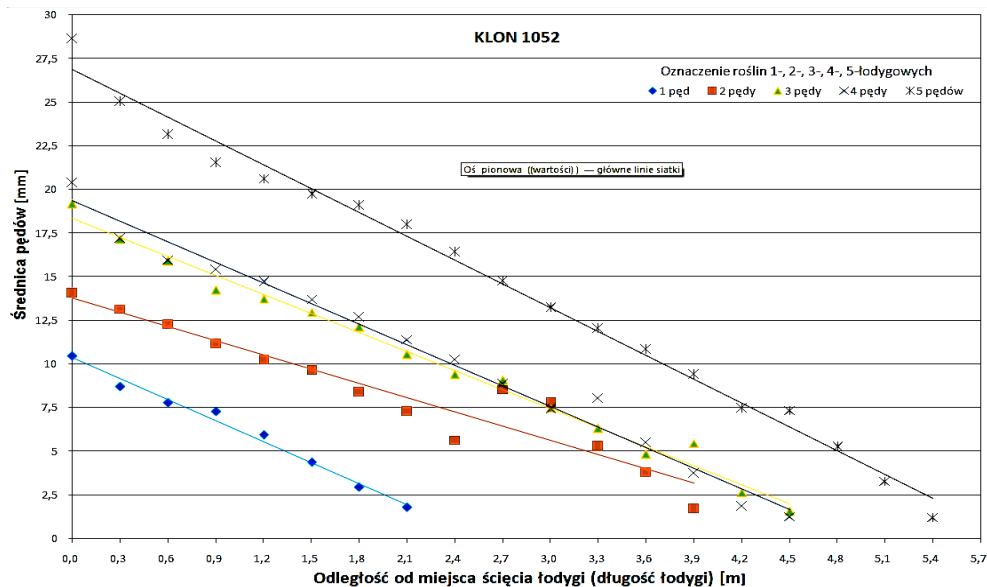
Tabela 2. Porównanie teoretycznej objętości stożka ściętego z objętością pędów wierzby
Table 2. Comparison of theoretical volume of truncated cone to the volume of willow sprouts

KLON	Ilość pędów głównych na karpie [szt]	Teoretyczna objętość pędów głównych (T) [cm ³]	Zmierzona objętość pędów głównych (Z) [cm ³]	T-Z [cm ³]
1052	1	259,7	75,0	184,7
	2	711,7	2122,5	-1410,8
	3	1686,8	528,3	1158,5
	4	1722,3	596,25	1126,0
	5	4441,0	1363,0	3078,0
1059	1	729,0	310,0	419,0
	2	2039,6	740,0	1299,6
	3	1276,8	666,7	610,2
	4	1689,1	582,5	1106,6
	5	3124,8	1107,0	2017,8

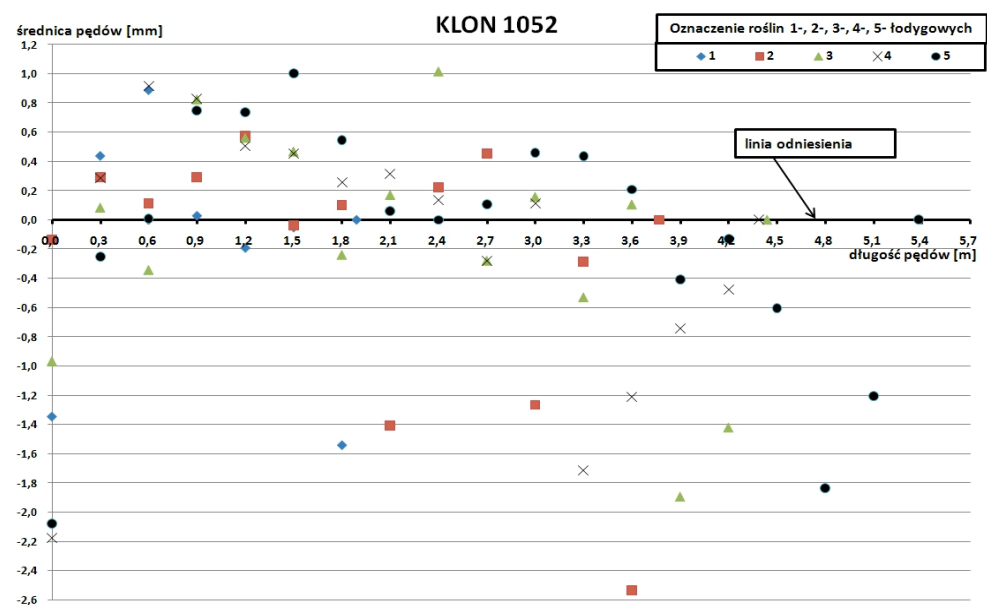
Powyższe spostrzeżenie skłoniło nas do porównania zmierzonych średnic łodyg z prostą regresji (rys. 2) – zakładamy bowiem, że jeśli średnice pędów zmieniają się proporcjonalnie z długością łodygi (gdyby była stożkiem ściętym!), to dane empiryczne powinny układać się wzdłuż prostej regresji i pokrywać się z linią. Uzyskane empirycznie wyniki odbiegają jednak od przewidywanych (linia regresji) dla każdego z plonów (rys. 2 przedstawia tylko dane dotyczące klonu 1052).

Wyraźniej przedstawia te różnice, tj. różnice pomiędzy średnicą przewidywaną teoretycznie a średnicą zmierzoną przykład dla łodyg głównych rośliny 5-łodygowej (rys. 3). Łodygi wierzby energetycznej nie są zatem stożkami ściętymi i takie założenie przy obliczeniach należy uznać za błędne. W rzeczywistości pęd główny wierzby przypomina kształt przedstawiony na poglądowym przekroju (rys. 4).

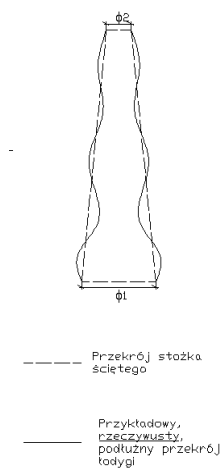
Doskonalenie metody szacowania...



Rys. 2. Wyniki pomiarów średnicy pędów
 Fig. 2. Results of sprout diameter measurements



Rys. 3. Odchylenia wyników pomiarów średnicy łodyg od wymiarów przewidywanych (tj. wymiarów stożka ściętego)
 Fig. 3. Deviations of stem diameter measurement results from expected dimensions (that is truncated cone dimensions)



Rys. 4. Poglądowe porównanie przekroju stożka i łodygi wierzby energetycznej

Fig. 4. Visual comparison of sections of energy willow cone and stem

Uzyskane wyniki skłaniają nas do ukierunkowania dalszych badań na określenie obwodu i rzeczywistej powierzchni przekroju pędów (a nie ich średnic) na całej długości pędów oraz analizy różnic pomiędzy zmierzoną i przewidywaną powierzchnią przekroju. Zakładamy, że wyniki te pozwolą dokładniej przewidywać objętość łodyg wierzby energetycznej, a zatem i przewidywać szacunkowy plon.

Wnioski

1. Metody obliczeniowa objętości wierzby energetycznej, bazujące na założeniu iż łodyga główna przypomina kształtem stożek ścięty są niedokładne, gdyż założenie jest błędne. Łodyga wierzby w swym przekroju różni się kształtem od przekroju stożka.
2. Zmierzona objętość łodygi głównej jest zwykle mniejsza od obliczonej z wzoru na objętość stożka ściętego co wskazuje, że powierzchnia przekroju pędu na całej swej długości jest – prawdopodobnie – zwykle mniejsza niż wynikałoby z teoretycznych przewidywań.
3. Uzyskane wyniki wskazują, że kolejnym etapem doskonalenia metod bardziej dokładnego szacowania plonu wierzby powinny być badania kształtu przekroju (obwodu i powierzchni) łodyg wzdłuż jej długości.

Bibliografia

- Dreszer K.A., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. PTIR. Kraków – Lublin – Warszawa. ISBN 83-917053-0-7.
- Fraćzek J., Mudryk K. 2006. Określenie objętości łodyg wierzby *Salix viminalis*. Inżynieria Rolnicza. Nr 13(88). Kraków. s. 99-107.

- Grochowski J.** 1973. Dendrometria. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Juliszewski T., Klamka K., Waligóra M.** 2007. Empiryczna weryfikacja metod szacunku objętości pędów na karpach wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(96). Kraków. s. 95-101.
- Juliszewski T., Klamka K.** 2007. Zmiany zawartości suchej masy i wody w wierzbie energetycznej w pierwszym roku wegetacji. Prace Komisji Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych Polskiej Akademii Umiejętności. s. 47-54.
- Szczukowski S., Budny J.** 2003. Wierzba krzewiasta – roślina energetyczna. Olsztyn. ISBN 83-9152241-5-9.

IMPROVEMENT OF THE METHOD USED TO ASSESS ENERGY WILLOW CROP

Abstract. The paper presents the results of geometrical measurements of energy willow sprouts and the analysis of measurement results in the context of possibility to assess anticipated plant crop. Obtained results indicate wrong assumption in previous crop assessment methods that sprouts have the shape of truncated cone. The work shows further research direction to improve crop assessment method.

Key words: energy willow, crop, crop assessment method

Adres do korespondencji:

Tadeusz Juliszewski; e-mail: juliszewski@ar.krakow.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków