

Dariusz Kwaśniewski, Michał Cupiał
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Akademia Rolnicza w Krakowie

ZAŁOŻENIA DO PROGRAMU WSPOMAGAJĄCEGO OBLICZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA BIOMASĘ DO CELÓW GRZEW CZYCH W GOSPODARSTWIE ROLNYM

Streszczenie

W pracy przedstawiono założenia wejściowe do programu komputerowego ułatwiającego obliczanie zapotrzebowania energetycznego na biomasę do celów grzewczych, w gospodarstwie rolnym. Przedstawione założenia dotyczą wykorzystywania biomasy z wierzby energetycznej, która może stanowić alternatywne źródło energii w gospodarstwach rolnych.

Słowa kluczowe: biomasa, wierzba energetyczna, założenia, zapotrzebowanie

Wprowadzenie

Zalety stosowania biomasy, jako źródła energii powodują wzrost zainteresowania biomasą wśród właścicieli gospodarstw rolnych. Jednym z przedstawicieli biomasy jako surowca energetycznego pierwotnego są rośliny energetyczne tzn. uprawiane głównie dla uzyskania biomasy [Dreszer i in. 2003]. Wśród energetycznych upraw polowych najbardziej znaczącą pozycję zajmuje wierzba energetyczna, a w formie krzewiastej tzw. wierzba wiciowa *Salix viminalis*.

Od kilku lat wzrasta zainteresowanie rolników uprawą wierzby z przeznaczeniem jej, między innymi, na opał. Zainteresowanie to wynika z konieczności ograniczenia wydatków w gospodarstwie. Ma to szczególne znaczenie zwłaszcza teraz, kiedy rolnikowi coraz trudniej sprzedać swoje produkty po korzystnej cenie [Dubas i in. 2005].

W literaturze przedmiotu oraz (ostatnio bardzo popularnych) źródłach internetowych jest wiele publikacji i opracowań dotyczących zapotrzebowaniu na biomasę do celów grzewczych. Jednak zauważalne są braki odnośnie obliczeń zapotrzebowania na biomasę do celów grzewczych w gospodarstwach rolnych. Jest to tym

bardziej istotne, że w przypadku gospodarstw, biomasę nie tylko można wykorzystać do ogrzania budynków mieszkalnych (na cele tzw. socjalne), ale także na cele produkcyjne (np. ogrzanie tunelu foliowego lub szklarni, suszenie ziarna).

W Katedrze Inżynierii Rolniczej i Informatyki AR w Krakowie podjęta została próba opracowania takich założeń wejściowych, które posłużą do zaprojektowania programu komputerowego, ułatwiającego szacowanie zapotrzebowania biomasy z wierzby energetycznej jako alternatywnego źródła energii w gospodarstwie rolnym.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie założeń wejściowych do programu wspomagającego obliczanie zapotrzebowania na biomasę w gospodarstwie rolnym. Biomasa ta ma być wykorzystywana do celów grzewczych.

Zakresem pracy objęto określenie założeń wejściowych dotyczących zapotrzebowania energetycznego na biomasę pozyskaną z wierzby energetycznej. Zostanie ona wykorzystana do ogrzania domu mieszkalnego oraz do celów produkcyjnych w gospodarstwie. Na podstawie tego zapotrzebowania będzie można oszacować minimalną powierzchnię uprawy wierzby, niezbędną do zabezpieczenia odpowiedniej ilości biomasy w postaci zrębków wierzbowych o założonej wilgotności.

Wykorzystanie wierzby do celów grzewczych

Pozyskiwanie drewna z wierzby energetycznej rozpoczyna się zwykle po dwóch latach uprawy w cyklach:

- jednorocznych,
- dwuletnich,
- trzyletnich.

Po ścięciu pędów tuż nad powierzchnią gleby, na wiosnę niskie karpy wypuszczają nowe łodygi, które można eksploatować w powyższym cyklu zbioru [Szcukowski, Budny 2003].

Jednostkowa wielkość plonu ma zasadniczy wpływ na opłacalność produkcji zrębków wierzbowych. Na jego wielkość ma wpływ wiele czynników, jak rodzaj gleby, wielkość opadów, zakres temperatur, długość okresu wegetacji, wiek rośliny, częstotliwość zbiorów, szkodliwość szkodników, wysokość wód gruntowych. Według dostępnych w Polsce opracowań podaje się, że wysokość plonu może wynieść średnio do 20 ton świeżej masy z hektara rocznie. Według zaleceń wielu autorów do spalania należy stosować tzw. suchą masę z wierzby. W celu zorientowania się, jak duże mogą być plony wierzby, w tabeli 1 przedstawiono plony

suchej masy z wierzby energetycznej w zależności od częstotliwości zbioru oraz jej wartość kaloryczną. Podane plony mogą być wykorzystane, jako dane orientacyjne, w stworzonym programie do obliczeń zapotrzebowania biomasy do celów grzewczych w gospodarstwie.

Tabela 1. Plony suchej masy wierzb krzewiastych (t/ha/rok) i wartość kaloryczna [MJ x kg⁻¹s.m.]

Table 1. Crops of shrub willow dry matter (t/ha/year) and calorific value [MJ x kg⁻¹s.m.]

Gęstość sadzenia zrzesów (tys.szt/ha)	Częstotliwość zbioru pędów			Średnio
	co rok	co 2 lata	co 3 lata	
20	12,82	14,50	21,47	16,26
40	14,90	16,05	21,55	17,50
60	16,71	17,65	21,40	18,59
Wartość kaloryczna	18,56	19,25	19,56	19,12

Źródło: [Szczukowski, Budny, 2003]

Podstawowe założenia do programu

Podstawowe założenia wyjściowe:

- zapotrzebowanie na energię do celów grzewczych (socjalnych) w gospodarstwie rolnym można pokryć wykorzystując m.in. biomasę z wierzby energetycznej,
- łączne potrzeby gospodarstwa na energię do celów grzewczych - (E_C), to:

$$E_C = E_W + E_D + E_P \quad [\text{MJ}] \quad (1)$$

gdzie:

- E_D – energia na ogrzanie domu [MJ],
- E_W – energia na ogrzanie wody [MJ],
- E_P – energia na cele produkcyjne [MJ].

W celu oszacowania rocznego zapotrzebowania energii [MJ/rok] do ogrzania wody (E_W) należy przyjąć:

- i – ilość osób w gospodarstwie [szt],
- q – dobowe zużycie wody ciepłej [l/os],
- T_C – temperaturę wody ciepłej [°C],
- T_Z – temperaturę wody zimnej [°C],
- c_w – ciepło właściwe wody [MJ/kg K] [Frączek i in. 2004].

Zakładając, że ciepła woda będzie potrzebna przez cały rok czyli 365 dni, zapotrzebowanie energii do ogrzania wody zostanie obliczone według wzoru:

$$E_W = i \cdot q \cdot (T_C - T_Z) \cdot c_w \cdot 365 \text{ [MJ/rok]} \quad (2)$$

Z kolei, w celu oszacowania rocznego zapotrzebowanie energii [MJ/rok] do ogrzania domu (E_D) należy przyjąć:

- F – ogrzewaną powierzchnię domu [m^2],
- X_E – wskaźnik zużycia energii dla domu [MJ/ m^2 rok].

W literaturze można spotkać różne wartości wskaźników zużycia energii dla domu. Różnice spowodowane są zmieniającymi się przepisami oraz technologią budowy. Dlatego w stworzonym programie będą zamieszczone różne wskaźniki zużycia energii dla domu. W ten sposób, w zależności od technologii budowy domu, będzie można wybrać różne warianty obliczeń.

Zapotrzebowanie energii do ogrzania domu obliczono jako:

$$E_D = F \cdot X_E \text{ [MJ/rok]} \quad (3)$$

Zużycie na cele produkcyjne jest zróżnicowane i uzależnione od rodzaju i intensywności produkcji w gospodarstwie. Cele produkcyjne to przykładowo: zużycie energii do suszenia ziarna, zielonki, do ogrzania tunelu foliowego lub szklarni.

Do określenia wielkości powierzchni uprawy wierzby energetycznej, która zapewni obliczone zapotrzebowanie energetyczne, należy przyjąć:

- W_{en} – wartość energetyczną zbieranej wierzby (różne warianty w zależności od wilgotności),
- η – sprawność spalania kotła (różne warianty),
- P_{sm} – plon suchej masy przy określonej wilgotności.

Najkorzystniejszym, ze względu na przyrost biomasy wierzbowej jest zbiór co trzy lata. W trzecim roku przyrost biomasy drzewnej jest największy. Gdyby całość przyrostu w okresie trzech lat potraktować jako 100%, to rozkład nie jest równy i w zależności od odmiany wierzby kształtuje się następująco: I rok – 25%, II rok – 35%, III rok – 40% [Dubas i in. 2005].

Na tej podstawie przyjęto założenie końcowe, że całkowitą powierzchnię uprawy wierzby należy podzielić na trzy części. Każda z nich zapewnia biomasę potrzebną na pokrycie potrzeb energetycznych do ogrzania domu w ciągu 1 roku.

Całkowitą powierzchnię uprawy wierzby 3-letniej i areal realizujący roczne zapotrzebowanie biomasy z wierzby (1/3 powierzchni całkowitej), obliczono jako:

$$A = 3 \cdot A_{1/3} = 3 \cdot \frac{E_c}{W_{en} \cdot \eta \cdot P_{sm}} \text{ [ha]} \quad (4)$$

gdzie:

- A – całkowita powierzchnia uprawy wierzby [ha],
- $A_{1/3}$ – powierzchnia uprawy wierzby, z której zbierana masa pokrywa roczne zapotrzebowanie energetyczne

Podsumowanie

Przedstawione założenia stanowią podstawę do stworzenia programu komputerowego umożliwiającego określenie rocznego zapotrzebowania na biomasę z wierzby energetycznej do celów grzewczych w gospodarstwie rolnym. Program komputerowy w prosty i szybki sposób pozwoli ustalić szacunkowe zapotrzebowanie na biomasę z wierzby potrzebną do ogrzania domu mieszkalnego, a także na cele produkcyjne (zależy od rodzaju i intensywności produkcji). Końcowy efekt to oszacowanie niezbędnej powierzchni uprawy wierzby, która zapewni realizację tego zapotrzebowania.

Bibliografia

Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna - możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR Kraków-Lublin-Warszawa.

Dubas J.W., Tomczyk A. 2005. Zakładanie, pielęgnacja i ochrona plantacji wierzby energetycznych. Wydawnictwo SGGW Warszawa.

Szczukowski S., Budny J. 2003. Wierzba krzewiasta – roślina energetyczna. Biblioteka praktycznego ekologa. Olsztyn.

Frączek J., Mudryk K., Ślipek Z. 2004. Wierzba *Salix viminalis* alternatywą energetyczną dla gospodarstw rolnych w Małopolsce. Inżynieria Rolnicza 3/58, tom I, Kraków.

**ASSUMPTIONS TO THE COMPUTATION AID PROGRAM
CALCULATING DEMAND FOR BIOMASS
FOR HEATING PURPOSES IN THE FARMSTEAD**

Summary

The paper presents input assumptions to the computer program facilitating calculation of energy demand for biomass for heating purposes, in a farmstead. Presented assumptions refer to the use of biomass from power willow, which can be regarded as an alternative source of energy in farmsteads.

Key words: biomass, power willow, assumptions, demand