

KONCEPCJA KOMPUTEROWEGO SYSTEMU OBLICZEŃ I DORADZTWA DOTYCZĄCEGO SUBSTYTUCJI BIOMASĄ KONWENCJONALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Tadeusz Juliszewski, Maciej Waligóra

Institut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Krzysztof Molenda, Dariusz Kwaśniewski, Sylwester Tabor, Michał Wacięga

Institut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Jan Radoń

Katedra Budownictwa Wiejskiego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję systemu doradczego umożliwiającego samodzielne obliczanie przez jego użytkownika potrzeb energetycznych budynku mieszkalnego do ogrzewania, nakładów robocizny, energetycznych oraz kosztów wytwarzania i przetwarzania biomasy w celu jej dostosowania do konstrukcyjnych wymagań kotłów i kominków do spalania biomasy. Określono modułową strukturę systemu, opisano parametry wejściowe każdego z modułów i zasady ich wzajemnej komunikacji. Przedstawiono założenia dotyczące modelu obliczeniowego aplikacji oraz wytyczne dotyczące interfejsu użytkownika. Przedstawiona koncepcja stanowi podstawę implementacji systemu.

Słowa kluczowe: system doradczy, koncepcja, aplikacja, biomasa

Wstęp

Jedną z podstawowych barier upowszechniania się idei zastosowań biomasy jako nośnika energii jest brak wiedzy przekazanej w przystępny sposób przeciętnemu użytkownikowi (np. właścicielowi domu mieszkalnego). Wstępne oszacowanie możliwości wykorzystania biomasy jako paliwa wymaga bowiem analizy wielu czynników – energetycznych, organizacyjnych, ekonomicznych – co przekracza, na ogół, możliwości przeciętnego, potencjalnego, inwestora [Dreszer i in. 2003]. W zadaniu tym mógłby pomóc specjalnie opracowany komputerowy system doradczy.

Cel i zakres projektu

Celem realizowanego projektu jest opracowanie komputerowego systemu obliczeń i doradztwa dotyczącego substytucji biomasą konwencjonalnych nośników energii, który umożliwi samodzielne obliczanie przez użytkownika:

- potrzeb energetycznych budynku mieszkalnego do ogrzewania (w tym, szacunkowy audyt energetyczny),

- nakładów robocizny, nakładów energetycznych oraz kosztów wytwarzania biomasy i energii z różnych gatunków roślin,
- nakładów robocizny, nakładów energetycznych i kosztów przetwarzania biomasy w celu jej dostosowania do konstrukcyjnych wymagań kotłów i kominków do spalania biomasy (w tym także brykietowanie i peletowanie biomasy).

Ponadto program zawierać będzie bazę danych urządzeń do spalania biomasy (kotły, kominki) oraz przetwarzania biomasy (np. rębarki, prasy do słomy, brykietarki itp.).

Przygotowywany program w swych założeniach ma umożliwić:

- wstępną, wieloczynnikową analizę, pozwalającą na szacunkową ocenę możliwości produkcji i zastosowania (substytucji) biomasy, jako nośnika energii,
- przygotowanie potencjalnego inwestora do sformułowania założeń do opracowania szczegółowego projektu systemu grzewczego dla danego budynku.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników analizy dziedziny problemu oraz określenie koncepcji funkcjonowania systemu.

Koncepcja systemu

Funkcjonalność udostępniana przez projektowaną aplikację (BiOBKalkulator) logicznie pogrupowano w ramach czterech modułów:

1. Moduł 1: Określenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania danego obiektu.
2. Moduł 2: Określanie nakładów pracy i kosztów produkcji różnych rodzajów biomasy.
3. Moduł 3: Określanie nakładów pracy i kosztów przetwarzania różnych rodzajów biomasy w produkt końcowy.
4. Moduł 4: Bazy danych urządzeń do wytwarzania, przetwarzania oraz spalania biomasy.

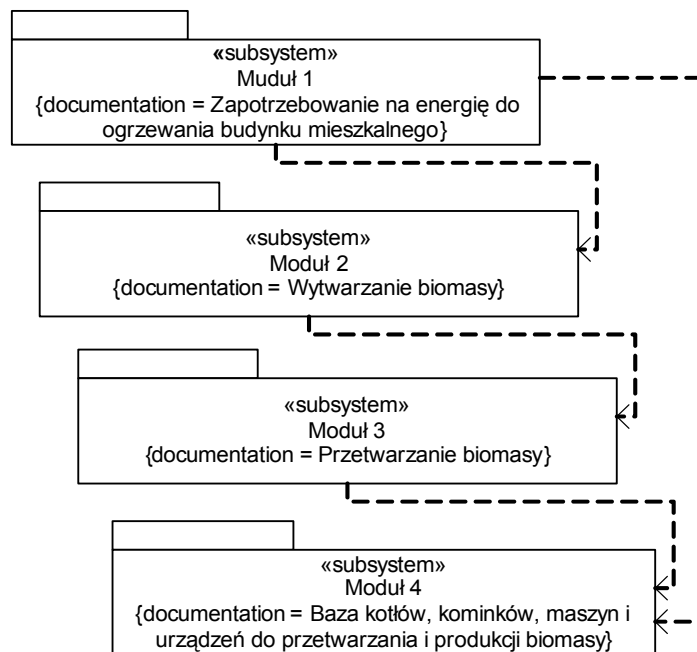
Przewidziano modułową architekturę programu o luźnych zależnościach (rys. 1), możliwe będzie korzystanie z każdego modułu niezależnie lub w powiązaniu z pozostałymi. Przykładowo, zapotrzebowanie na energię obliczone w module 1 może być wykorzystane tylko do szacunkowego audytu energetycznego lub do określenia powierzchni uprawy roślin energetycznych do pokrycia zapotrzebowania energetycznego (moduł 2), albo do wyboru kotła do ogrzewania (moduł 4).

Moduł 1 – zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku mieszkalnego

Funkcjonalny cel modułu obejmuje:

- szacunkowe obliczenia ilości energii (kWh) potrzebnej do ogrzewania obiektu (budynku mieszkalnego) dla założonych parametrów izolacyjności termicznej i wody do celów socjalnych (cwu),
- szacunkowy audyt energetyczny budynku (szacunkowa ocena izolacyjności termicznej budynku i sprawności systemu grzewczego),
- określenie mocy normowej urządzeń grzewczych, wyznaczenie ilości biomasy potrzebnej do ogrzewania budynku i wytwarzania cwu.

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania wykonane zostanie w oparciu o metodę uproszczoną wg normy PN B-02025. Dane wejściowe do wyznaczenia zapotrzebowania ilości ciepła do ogrzewania budynku i przygotowania cwu obejmują: pole powierzchni i współczynniki U przegród zewnętrznych, ilość powietrza wentylacyjnego oraz ilość ciepłej wody użytkowej.



Rys. 1. Modułowa architektura projektowanego programu BiOBKalkulator
 Fig. 1. The modular architecture of the designed program BiOBKalkulator

W celu ułatwienia wprowadzenia przegród zewnętrznych planowane jest określenie ich rodzaju i powierzchni w oparciu o kształt rzutu poziomego i wymiary budynku, liczby i wysokości kondygnacji, rodzaju dachu i przyziemia (podpiwniczenie lub jego brak). Użytkownik wprowadza dodatkowo tylko powierzchnię i orientację przegród przezroczystych (okien). Współczynniki U dla przegród będą określone przez wybór odpowiedniej konstrukcji z bazy danych. Nie przewidywana jest bezpośrednia edycja przegród przez użytkownika poprzez definiowanie poszczególnych warstw i ich właściwości fizycznych (wsp. przewodzenia ciepła). Z tego względu w bazie danych znajdzie się znaczna liczba gotowych przegród obejmująca zarówno stan obecny jak i po ewentualnej termomodernizacji. Wyborowi przegrody będzie towarzyszyć ilustracja graficzna, ułatwiająca identyfikację i przypisanie do konkretnego budynku. Po wybraniu przegrody program „zestawi” poszczególne warstwy za pomocą odpowiednich zapytań do bazy danych. W bazie danych musi znajdować się tabela z danymi fizycznymi wszystkich materiałów wchodzących w skład przegród. Dane normowe będą pozyskane z normy PN-EN ISO 6946. Norma ta nie zawiera informacji o najnowszych materiałach budowlanych, stąd konieczne będzie uzupełnienie danych o informacje podawane przez producentów. W skład przegród zewnętrznych wchodzi również okna i drzwi. Dane odnośnie tych elementów również będą zgromadzone w bazie danych, a ich wybór ułatwiony poprzez prezentację graficzną (np. fotografie okien i drzwi). Minimalny zestaw danych obejmuje współczynnik U oraz współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego TR.

Określenie ilości powietrza wentylacyjnego wyznaczone zostanie wg PN-83/B-03430. Zapotrzebowanie ciepłej wody jak również określenie sprawności systemu grzewczego i wytwarzania cwu do wyznaczenia energii końcowej wykonane będzie w oparciu o metodykę zawartą w Projekcie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dane odnośnie systemu grzewczego, a w szczególności sprawności poszczególnych jego elementów będą również umieszczone w bazie danych. Użytkownik wybierze jedynie poszczególne pozycje, a program dokona odpowiedniego zestawienia i wyliczenia sprawności.

Oszacowanie mocy normowej urządzenia grzewczego nastąpi w oparciu o PN-B-03406, zaś obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (strefa klimatyczna) z PN-82/B-02403.

Ocena ciepłochronności budynku przeprowadzona będzie w oparciu o obowiązujące Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz obowiązujące standardy zużycia ciepła w budynkach. Obecnie uważa się, że budynek jest energooszczędny, jeśli zapotrzebowanie na energię nie przekracza $70\text{--}100\text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Przewidziane jest uwzględnienie w programie możliwości wariantowego ujęcia budynku i techniki grzewczej. W ten sposób użytkownik będzie miał możliwość analizy zapotrzebowania ciepła i biomasy w kilku wersjach ocieplenia przegród czy instalacji grzewczej. Umożliwi to także przeprowadzenie wstępnej analizy pod kątem ewentualnej termomodernizacji i zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło. Zasadna jest bowiem wcześniejsza poprawa energochłonności, jeśli budynek ma wysokie zużycie ciepła, a potem rozważenie możliwości przejścia do ogrzewania biomasą.

Moduł 2 – wytwarzanie biomasy

Pod określeniem wytwarzanie biomasy rozumiemy jej połowę produkcję, łącznie z wstępnym przetworzeniem w polu (np. prasowanie słomy).

Funkcjonalny cel modułu obejmuje szacunkowe obliczenie:

- nakładów czasu pracy na wytwarzanie biomasy [$\text{rbh}\cdot\text{t}^{-1}$, $\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$],
- nakładów energetycznych na wytworzenie biomasy [$\text{kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{kWh}\cdot\text{t}^{-1}$],
- kosztów wytwarzania biomasy [$\text{zł}\cdot\text{t}^{-1}$],
- kosztów wytworzenia jednostki energii w biomasie [$\text{zł}\cdot\text{kWh}^{-1}$].

Podstawą w/w obliczeń będą karty technologiczne wytwarzania różnych rodzajów biomasy (gatunków roślin). Przewidywane są dwa ich warianty: (a) typowa technologia wytwarzania biomasy, (b) technologia formowana przez użytkownika z bazy danych czynności i maszyn do ich wykonania. Parametry wymagane do obliczeń przechowywane będą w bazie danych, z możliwością ich zmiany przez użytkownika w warstwie interfejsu graficznego programu.

Koszty eksploatacji maszyn obliczane będą według metodyki zalecanej przez IBMER [Muzalewski 2009]. W wersji końcowej programu zadeklarowane zostaną aktualne w tym czasie ceny rynkowe składników obliczania kosztów eksploatacji. Użytkownik będzie miał także możliwość zadeklarowania własnych (zmiennych w czasie) składników kosztów.

Dane wejściowe do modułu 2 obejmują:

- rodzaj biomasy (słoma zbóż chlebowych, słoma kukurydzy zbieranej na ziarno, wierzba wiciowa, miskantus, ślazier, inne rośliny),
- przewidywany plon biomasy [$t \cdot ha^{-1}$] i jej wilgotność podczas zbioru,
- wymagana powierzchnia uprawy dla pokrycia zapotrzebowania na energię budynku mieszkalnego (wprowadzona przez użytkownika lub obliczona w module 1),
- parametry umożliwiające oszacowanie kosztów technologicznych czynności wytwarzania biomasy wraz z zestawami czynności jej pozyskiwania (zbiór) i transportu, dla samodzielnego formowania kart technologicznych.

Pod określeniem karta technologiczna czynności rozumiany jest zespół prac maszynowych związanych z pozyskiwaniem biomasy (np. prasowanie słomy) wraz z zestawami maszynowymi jakie te prace wykonują (np. ciągnik Ursus 3512 z prasą Z 224/1).

Moduł 3 – przetwarzanie biomasy

Pod określeniem przetwarzanie biomasy rozumiemy czynności zmierzające do zmiany formy (postaci) biomasy – związane na ogół ze zmianą gęstości – oraz zmiany wilgotności. Przetwarzanie biomasy zwykle wykonywane jest w warunkach stacjonarnych. Poza suszeniem biomasy w warunkach naturalnych (sezonowanie) przetwarzanie biomasy wymaga nakładów energetycznych, co będzie uwzględniane w obliczeniach nakładów czasu pracy, nakładów energetycznych i kosztów przetwarzania biomasy.

Funkcjonalny cel modułu obejmuje szacunkowe obliczenie:

- nakładów czasu pracy [$rbh \cdot t^{-1}$]
- nakładów energetycznych [$kWh \cdot t^{-1}$, $MJ \cdot t^{-1}$]
- kosztów produkcji [$zł \cdot t^{-1}$]
- kosztów przetwarzania jednostki energii w biomacie [$zł \cdot t^{-1}$].

Podstawą obliczeń nakładów energetycznych są: moc silników zainstalowanych w urządzeniach do przetwarzania biomasy, ich sprawność mechaniczna oraz wydajność pracy.

Dane wejściowe obejmują:

- surowiec do przetwarzania (pobrany z modułu 2 lub wprowadzony przez użytkownika) wraz z ceną jego zakupu i wilgotnością. Ten drugi parametr może określać potrzebę suszenia surowca, dla podniesienia jego wartości opałowej i wstępnego przygotowania do dalszego przetwarzania;
- wybór technologii przetwarzania, który jest zarazem wyborem maszyny (maszyn) do przetwarzania biomasy (np. brykietowania). Parametry techniczne i eksploatacyjne maszyn w powiązaniu z przewidywaną skalą produkcji określają nakłady robocizny i nakłady energetyczne oraz koszty przetwarzania biomasy;
- warunki produkcji, które określają techniczne, osobowe (zatrudniony personel) i budowlane (pomieszczenia do przetwarzania biomasy) parametry przekształcania biomasy w biopaliwo stałe. Parametry te są uzupełniane o dane niezbędne do obliczeń kosztów przetwarzania biomasy, np. stopa oprocentowania kapitału, narzut kosztów pośrednich, przewidywany czas eksploatacji urządzeń, itp.;
- warunki przechowywania, które umożliwiają obliczenie kosztów magazynowych.

Moduł 4 – przetwarzanie biomasy

Moduł 4 umożliwia użytkownikowi dostęp do baz danych wykorzystywanych w modułach poprzednich. Bazy maszyn i urządzeń zawierają:

- urządzenia do wytwarzania biomasy, tj. urządzenia stosowane w technologiach produkcji polowej (ciągniki, prasy, przyczepy itp.),
- urządzenia do przetwarzania biomasy (rębarki, brykociarki itp.),
- urządzenia do spalania biomasy (kotły, kominki).

Uwarunkowania projektu

Implementacja aplikacji opierała się będzie o dostępne rozwiązania „open source” na licencji GNU lub pochodnych (co uniezależni wykonawców i użytkowników programu od zakupu licencjonowanego oprogramowania). Przygotowane zostaną dwie, równorzędne, wersje – internetowa oraz „off-line”. Konstrukcja systemu winna zapewnić łatwą jego modyfikowalność w miarę poszerzania wiedzy i bazy danych w zakresie, jaki program obejmuje.

Aplikacja budowana będzie w technologiach Java EE, z uwzględnieniem klasycznej architektury wielowarstwowej: warstwa prezentacji zrealizowana webowo (*JavaServer Faces* w implementacji *RichFaces*, z uwzględnieniem technik AJAX), warstwa biznesowa z wyróżnieniem warstw: logiki, opartej o POJO (*Plain Old Java Objects*) i trwałości danych (*persistence layer*) oraz warstwy bazy danych. Budowa systemu umożliwić będzie jego przenaszalność pomiędzy platformami (przy niewielkim wysiłku, głównie w zakresie konfiguracji).

Podsumowanie

Przedstawiona w pracy koncepcja systemu pozwala na zbudowanie wizji jednorodnego i spójnego jego funkcjonowania. Określa modułarną budowę systemu i zakres komunikacji między modułami. Pozwala na określenie wymaganych zasobów informacyjnych, wstępnie opisuje model obliczeniowy aplikacji i założenia interfejsu użytkownika. Ze względu na fakt, iż projekt realizowany jest przez grupę osób – programistów oraz ekspertów dziedzinowych – koncepcja ta pośrednio wyznacza role i zakresy odpowiedzialności członków zespołu.

Dzięki zastosowaniu architektury komponentowej oraz wyraźnemu rozdzieleniu interfejsu użytkownika od logiki zajmującej się obliczeniami, system będzie łatwy w rozbudowie w miarę poszerzania wiedzy i bazy danych w modelowanym zakresie.

Bibliografia

- Dreszer K., Michalek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR Kraków-Lublin-Warszawa. ISBN 83-917053-0-7.
- Muzalewski A. 2009. Koszty eksploatacji maszyn rolniczych. IBMER, Warszawa. Nr 24. ISBN 978-83-806-31-4.
- PN B-02025, 2001 – Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego.
- PN-82/B-02403 – Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.

PN-83/B-03430 – Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

PN-B-03406, 1994 - Ogrzewnictwo. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m³.

PN-EN ISO 6946, 1999 - Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

Projekt rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami). Dz. U. Nr 75, poz. 690.

Praca zrealizowana w ramach Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-MNiSW-1/3/2006 „Nowoczesne technologie energetycznego wykorzystania biomasy i odpadów biodegradowalnych /BiOB/ – konwersja BiOB do energetycznych paliw gazowych”, zadania nr FZP/CPC/36/08 pt. „Komputerowy system obliczeń i doradztwa dotyczący substytucji biomasa konwencjonalnych nośników energii”.

THE CONCEPT OF COMPUTER SYSTEM FOR COMPUTATIONS AND CONSULTANCY CONCERNING SUBSTITUTION OF CONVENTIONAL ENERGY SOURCES FOR BIOMASS

Abstract. The paper presents the concept of an advisory system allowing its user to carry out independent computations of energy demand for residential building heating purposes, amount of labour, energy expenditure, and biomass production and processing costs to adapt it to constructional requirements of boilers and fireplaces for biomass combustion. The research allowed to determine modular structure of the system, and to describe input parameters for each module, as well as the principles of communication among them. The work presents principles for the application computational model and guidelines concerning user's interface. Presented concept constitutes the basis for the system implementation.

Key words: advisory system, concept, application, biomass

Adres do korespondencji:

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