

**Dorota Wójcicka-Migasiuk\***

## **TECHNICZNE I SPOŁECZNE ASPEKTY ZASTOSOWANIA ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW POZYSKIWANIA ENERGII**

**Streszczenie.** W artykule omówiono wpływ wybranych czynników na proces projektowania odpowiedniego układu pozyskiwania energii oraz możliwości realizacji obiektów wykorzystujących energię promieniowania słonecznego. Przedstawiono przykłady skojarzonych układów pozyskiwania ciepłej wody i wytwarzania ciepła pochodzącego z energii słonecznej. Pokazano istniejące instalacje kolektorów cieplnych działające zarówno w dużych obiektach jak i w domach jednorodzinnych. Omówiono ponadto sposoby modelowania i symulacji przydatne do projektowania układów zintegrowanych ze źródłami odnawialnymi. Przedstawiono przykłady obliczeń modelowych uzyskanych za pomocą programów komputerowych TRNSED, ESOP, WUFI oraz stosując algorytmy opracowane metodą zastępczej sieci cieplnej. Pokazano korzyści i wady stosowania tych programów. W końcowej części artykułu skupiono się na sposobach tworzenia i realizowania strategii optymalnego wykorzystania odnawialnych źródeł energii dla regionu lubelskiego. Stwierdzono, że region ten wystarczająco zasobny jest pod względem dostępności energii promieniowania słonecznego.

### **1. WSTĘP**

Systemem zintegrowanym w odniesieniu do pozyskiwania energii nazywamy układ, w ramach którego współpracują podsystemy wykorzystujące kilka odnawialnych źródeł energii oraz układ tradycyjnego źródła energii. Określeniem używanym zamiennie jest także: system hybrydowy. O połączeniu poszczególnych składowych, których warunki eksploatacji bardzo zależą od właściwej lokalizacji i dostępności źródła energii decydują wyniki wnikliwej analizy rodzaju dostępnych zasobów oraz innych czynników, które mają wpływ na racjonalne wykorzystanie energii. Należy również uwzględnić:

- lokalne czynniki klimatyczne,
- uwarunkowania społeczne wpływające na harmonogram poboru energii,
- charakter obiektu,
- aspekty techniczne wynikające z projektowanych do zainstalowania urządzeń,
- aspekty ekonomiczne decydujące o możliwościach inwestycyjnych w ramach danego przedsięwzięcia oraz
- koszty eksploatacyjne.

---

\* Dorota WÓJCICKA-MIGASIUK – Katedra Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska.

W artykule przedstawiono omówienie wpływu wybranych czynników na proces projektowania odpowiedniego układu pozyskiwania energii oraz możliwości realizacji obiektów wykorzystujących energię promieniowania słonecznego (eps), wynikające z obowiązującego systemu uregulowań.

## 2. HIERARCHIA KRYTERIÓW PROJEKTOWYCH

Oczywistością dla inżynierów jest, że chęć posiadania systemu pozyskiwania energii odnawialnej nie może być decydująca przy wyborze składowych zasilania w energię obiektu. Powstaje jednak pytanie czy niechęć (powszechna w niektórych środowiskach) może decydować o rezygnacji, a nie, na przykład, racjonalne uzasadnienie względami technicznymi oraz warunkami naturalnymi. Jednakże, ażeby takie uzasadnienie mogło zmusić lub zniechęcić potencjalnych inwestorów należy zmienić zarówno przepisy i normy regulujące dobór źródeł energii, jak i mentalność oraz poczucie współodpowiedzialności za środowisko w społeczeństwie. Na tej dalekiej drodze pomocą staje się powszechna edukacja w tej dziedzinie zwracająca uwagę na wszelkie uwarunkowania. Dopiero ich pełna świadomość pozwala ustawić właściwą hierarchię kryteriów projektowych.

Zwykle przystępując do procesu projektowania obiektu znamy jego lokalizację oraz charakter. Niekiedy mamy także możliwość dopasowania usytuowania w celu uzyskania lepszej ekspozycji na promieniowanie słoneczne czy korzystniejsze rozmieszczenie wymiennika gruntowego. Ideą stosowania systemów zintegrowanych nie jest jak najszersze wykorzystanie wszystkich form energii w jednym układzie, ale najbardziej racjonalne zintegrowanie tych, które są dostosowane do danej lokalizacji i charakteru obiektu. Stosunkowo dużą elastycznością w dopasowaniu możliwości lokalizacyjnych do wymagań stawianych systemom ogrzewania charakteryzują się obszary poza miejskie. Jest to istotne tym bardziej, że dotychczas istniejące w nich instalacje ogrzewania są zwykle przestarzałe i np. zawierają mało efektywne kotły opalane węglem lub są kosztowne tak jak kotły opalane gazem płynnym lub olejem z powodu wysokiej ceny dostarczanego paliwa.

W pierwszej fazie projektowania następuje rozważenie rodzaju dostępnych zasobów. Ze względu na mnogość zagadnień, w artykule ograniczamy się do omówienia szeroko pojętego wykorzystania energii słonecznej. Energia promieniowania słonecznego może być transformowana na ciepło za pomocą kolektorów słonecznych (system aktywny) lub ścian słonecznych (system bierny) oraz drogą konwersji fotoelektrycznej za pomocą ogniw fotowoltaicznych na prąd elektryczny stały. W sposób pośredni energia słoneczna zakumulowana w gruncie w formie ciepła może być przetwarzana działaniem pompy ciepła wspomaganą zasilaniem elektrycznym. Bardziej złożonemu procesowi konwersji podlega energia słoneczna w roślinach, których spalanie, bezpośrednie lub w postaci przetworzonej na oleje, pelety itp., pozwala na jej wykorzystanie w procesie spalania tzw. biopaliw. W określonych przypadkach rów-

niez energia złóż geotermalnych może być wykorzystana do celów ogrzewania całych zespołów obiektów takich jak osiedla lub całe miejscowości. Poszczególne, szeroko rozumiane sposoby pozyskiwania eps posiadają określone uwarunkowania, poniżej wymieniono podstawowe [5]:

1. Układy pozyskiwania promieniowania słonecznego bezpośredniego wymagają ekspozycji południowej z możliwością regulacji nachylenia do powierzchni poziomej, a więc najdogodniej na powierzchni terenu lub dachach niskich, najlepiej parterowych, zabudowań. Wymagają także dopasowania trybu zużycia tej energii do cyklu jej pozyskiwania aby uniknąć uszkodzeń na skutek przegrzania elementów oraz strat ciepła z powodu stygnięcia masy podgrzanej wody. Znajdują one zastosowanie:
  - do podgrzewania wody użytkowej (kolektory słoneczne) w przetwórstwie rolno-spożywczym, dla celów sanitarno bytowych w obiektach o stałym zasiedleniu, dla celów produkcji żywności w zbiornikach hodowlanych, nawadniania roślin szklarniowych i ogrzewania podłóża,
  - w suszarnictwie i wspomaganiu ogrzewania pomieszczeń produkcyjnych (kolektory powietrzne i bierne systemy słoneczne), suszenie biomasy na biopaliwa stałe,



**Rys. 2.1.** Obiekt eksperymentalny w Budach Grabskich [8]

Zaprezentowany na rys. 2.1. obiekt posiada słoneczne kolektory rurowe (na dachu) oraz płaskie (wolnostojące), a na terenie przed kolektorami zakopana jest instalacja wymiennika gruntowego. Dostarczają one ciepło do instalacji ciepłej wody użytkowej pracującej na potrzeby ośrodka szkoleniowego z zapleczem hotelowym na 30 osób. Dla porównania skali instalacji słonecznej przedstawiono rys. 2.2., na którym znajduje się fotografia 2 kolektorów zasilających instalację cwu w domku jednorodzinny.



**Rys. 2.2.** Kolektory zainstalowane w instalacji przygotowania ciepłej wody domku jednorodzinny, lokalizacja – Legionowo k. Warszawy [9]

2. Układy współpracujące z pompami ciepła dla celów grzewczych zarówno na potrzeby ogrzewania centralnego jak i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), wymagają zapewnienia odpowiedniej mocy chłodniczej urządzenia ze źródła energii o niższym, tzw. dolnym potencjale energetycznym np. z gruntu. Mogą one być w postaci:
  - studni wody gruntowej, które wymagają odpowiedniej chłonności gruntu dla odbioru wody z otworów chłonnych, lokalizacji tych otworów we właściwej odległości oraz odpowiedniej jakości gruntu zapewniającego trwałość obiektu,
  - wymienników gruntowych poziomych i pionowych, które wymagają dużych powierzchni niezabudowanych.
3. Kotły mogą być opalane biopaliwami, ale w takim przypadku należy rozważyć, czy lokalizacja jest uzasadniona ekonomicznie, ze względu na koszt transportu takiego paliwa.

4. Wszelkiego rodzaju systemy odzysku ciepła technologicznego np. z chłodnictwa – częste przypadki w przetwórstwie żywności, lub odzysku ciepła z głębokiej ściółki np. w chlewni.
5. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznych znajduje uzasadnienie w przypadku, gdy tradycyjny wariant przyłączenia do sieci związany jest z podwyższonymi kosztami, zwłaszcza jeżeli zwiększenie poboru prądu w gospodarstwie wymaga dodatkowych nakładów ze strony terenowego Zakładu Energetycznego, które często przenoszone są na użytkownika. W układach zintegrowanych na terenach wiejskich traktuje się je zazwyczaj jako instalacje dodatkowe do wspomagania zasilania w energię elektryczną urządzeń o niewielkim zapotrzebowaniu mocy (panele PV do pomp cyrkulacyjnych w instalacjach wodnych). Nie bez znaczenia są także względy ekologiczne na terenach znajdujących się w sąsiedztwie parków przyrodniczych. W takich sytuacjach instalacja montowana jest często na niewielkich obiektach. Najbardziej znanym w naszym kraju przykładem takiego zastosowania jest schronisko w Dolinie Pięciu Stawów Polskich. Praktykowane są także w obiektach służących do okresowego przebywania ludzi (np. schroniska, osady leśne, pokoje gościnne, chaty pasterskie), ale tam wymagają uwzględnienia sposobu magazynowania energii i zabezpieczenia układu w okresie braku zapotrzebowania.
6. Ściany słoneczne, w naszych warunkach klimatycznych, powinny być uzupełnione o elementy z transparentnych materiałów izolacyjnych i w tej postaci poprawiają całkowity bilans energii budynku, prowadząc do zmniejszenia zużycia energii na cele ogrzewania. Należy także pamiętać o współtowarzyszącej prawidłowej izolacji budynków i odpowiednim przygotowaniu terenu wokół obiektu. Posłużymy się tutaj przykładem studium przypadku przeprowadzonym na potrzeby projektu dla Domu Pomocy Społecznej dla kobiet w Jadwinowie k. Lubartowa.

Z powodu niskiego natężenia strumieni energii w postaci ciepła pochodzącego ze źródeł odnawialnych takich jak grunt czy promieniowanie słoneczne, układy pozyskujące z nich energię mają względnie rozbudowane rurociągi. Jest to jedna z przyczyn znacznych strat ciepła pozyskanego w elementach czynnych. W porównaniu z grzejnictwem tradycyjnym wydajność systemów odnawialnych źródeł energii silnie zależy od samego przebiegu obciążenia. Zwłaszcza układy zasilające pracujące przy obciążeniu niższym od przyjętego w projekcie jako obliczeniowe, mają znacznie mniejszą efektywność, co wpływa bezpośrednio na poziom opłacalności rozwiązania. Badania prowadzone przez Chochowskiego i in. [2, 3] wykazały, że parametry energetyczne poszczególnych sekcji systemu odbiegają od przewidywanych na podstawie charakterystyk statycznych. Nierównomierne obciążenie systemu w kolejnych dobach prowadzi do obniżenia sprawności przemian. W zaprojektowanym systemie udało się uniknąć długich rurociągów gdyż kotłownia zlokalizowana jest

w części parterowej budynku z dachem o odpowiedniej dla kolektorów słonecznych ekspozycji południowej i zachodniej. Proces opracowania koncepcji systemu zintegrowanego przeprowadzono gdy rozważano modernizację zakładu opiekuńczego oraz zmianę paliwa z gazu płynnego magazynowanego w zbiornikach na terenie posesji na gaz ziemny z sieci lubartowskiej. Projektowany system miał wspomagać system podstawowy. Zaprojektowana instalacja słoneczna ma składać się z baterii dwunastu płaskich kolektorów słonecznych firmy Paradigma typ SOLAR 750. Dziewięć kolektorów planowanych jest na południowej stronie dachu kotłowni, natomiast pozostałe trzy na zachodniej stronie dachu ze skierowaniem w kierunku południowym. Ewentualne uzupełnienie baterii kolektorów o 8 paneli możliwe byłoby na terenie uzyskanym po usunięciu zbiorników na gaz. Spełniony został zatem warunek dostępności źródła.



**Rys. 2.3.** Budynek kotłowni i garaży – elewacja południowa, na której projektuje się zamontowanie 12 kolektorów [8]

Kolejnym kryterium do rozpatrzenia było dopasowanie obciążenia do cyklu wytwarzania ciepła. W tym przypadku okazało się, że zarówno w cyklu rocznym jak i dobowym występuje idealna zgodność cyklu zużycia ciepłej wody i wytwarzania ciepła pochodzącego z energii słonecznej. Ze względu na podeszły wiek pensjonariuszek i małą odporność na zmiany temperatury kąpiele w okresie zimowym zredukowane są do absolutnie niezbędnego minimum. Natomiast, w okresie letnim, kiedy otrzymujemy więcej energii z promieniowania słonecznego pensjonariuszki mogą częściej korzystać z kąpiele. Ponadto w cyklu dobowym również obserwujemy zgod-

ność, gdyż kąpiele odbywają się w godzinach popołudniowych gdy obsługa domu uporała się już ze sprzątnięciem i przygotowaniem posiłków, a zbiorniki magazynujące posiadają wtedy maksymalną ilość ciepłej wody ogrzanej z baterii kolektorów. W godzinach wieczornych rozpoczyna się powolne stygnięcie, a obsługa poza osobami dyżurującymi udaje się do domu. Domy opieki nie pustoszeją w okresie wakacyjnym tak jak osiedla mieszkaniowe czy dzielnice biurowe. Rysunek 2.3. przedstawia pożądaną lokalizację kolektorów i z żalem można tylko stwierdzić, że przy tylu sprzyjających okolicznościach nie skorzystano z tego rozwiązania.

Ośrodki akademickie, szczególnie podatne na edukacyjny aspekt zastosowania źródeł odnawialnych powinny wnikliwie rozważyć kwestię dopasowania. Rozwiązaniem byłby tutaj obiekt gościnnie sportowy z basenem użytkowany także w okresie przerwy w zajęciach. Nie jest uzasadnione zaopatrywanie w energię słoneczną budynków wyłącznie z pomieszczeniami wykładowymi i biurowymi gdyż wtedy należy zagospodarować największe ilości energii, gdy zużycie ciepłej wody spada do zera. Przegrzane kolektory ulegają uszkodzeniu, a magazynowana zbyt długo ciepła woda staje się środowiskiem sprzyjającym rozwojowi bakterii. Problem ten należy również rozważyć przy projektowaniu instalacji ciepłej wody w domach jednorodzinnych. Pod tym względem lokalizacje miejskie są uprzywilejowane, gdyż w osiedlach domów wielorodzinnych część mieszkańców pozostaje przez cały rok i nawet jeśli nie są to te same osoby przy centralnym przygotowaniu ciepłej wody zużycie jest wystarczające do zapewnienia ciągłego przepływu przez kolektory. Należy jedynie pamiętać, że zbiorniki magazynujące powinny być jedynie co kilka dni przegrzane powyżej 60 °C, jeżeli nie dochodzi do tego samoistnie w czasie działania instalacji.

Innym podejściem do kwestii dopasowania może być rozważenie integracji systemu z siecią ciepłowniczą lub energetyczną, która mogłaby odbierać ewentualne nadmiary energii. Jest to w obecnym stanie administracyjno-prawnym w naszym kraju niezwykle trudne przedsięwzięcie. Jak dotychczas, najlepiej sprawdza się połączenie źródeł geotermalnych z siecią ciepłowniczą lub kotłowni z kotłami opalanymi biopaliwem w zintegrowaniu z gazowymi zasilanymi gazem sieciowym. W tym ostatnim przypadku, jednak sieć nie odbiera energii, a jedynie daje możliwość zredukowania ilości pobieranego paliwa lub całkowitego wyłączenia. Szczególnie pożądane są takie połączenia w przypadku instalacji fotowoltaicznej i sieci energetycznej. Uzupełniają się w nim dwa aspekty autonomicznej pracy układu odnawialnego oraz profilu regularnej dostawy energii sieci energetycznej.

Kolejnym przykładem dobrego dopasowania byłaby koncepcja połączenia technologii produkcji i instalacji kolektorowej rozważana w ramach studium przypadku dla zakładu przetwórstwa mięsnego w Księżpolu. Ze względu na technologię masarni wykorzystuje się gorącą wodę o temp. do 80 °C na potrzeby zmywania pomieszczeń technologicznych (rozbiór intensywny ok. godz. 15) oraz ciepłą wodę do 60 °C na potrzeby higieny pracowników i technologii produkcji (rozbiór równomierny w godzinach pracy na dwie zmiany). Woda gorąca pozyskiwana jest z systemu chłodniczego oraz kotłów parowych, które równocześnie pracują na potrzeby c.o. W kon-

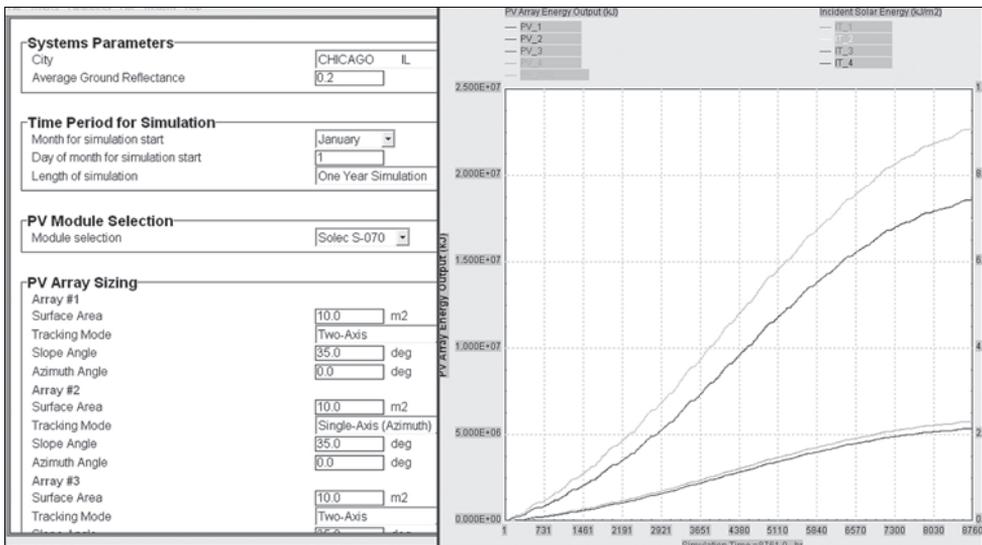
cepcji proponuje się zasilenie z systemu chłodniczego oraz z kolektorów słonecznych, w których cykl pozyskiwania ciepła jest zgodny z rozbiorem wody w porze dnia, a także konwencjonalne wspomaganie z parowych kotłów gazowych.

Nawet przy drobiazgowo opracowanej procedurze walidacji kryterium doboru systemów niezbędne jest opieranie procesu projektowania o symulację która podawałaby użytkownikowi oczekiwaną ilość i rozkład zapotrzebowania na energię przez obiekt w połączeniu z efektami pracy systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji czy oświetlenia. W przypadku systemów zintegrowanych także rozkład tych efektów na poszczególne moduły z jednoczesną możliwością dostosowywania do lokalnych warunków klimatycznych, danego typu produkcji czy sposobu użytkowania obiektu.

W kolejności zostaną omówione techniki symulacyjne szczególnie przydatne w pracy układów zintegrowanych ze źródłami odnawialnymi, a więc modelowanie i symulacja na potrzeby inżynierów projektantów, inwestorów czy przedstawicieli środowisk regionalnych zajmujących się planowaniem rozwoju lokalnej infrastruktury w budownictwie, transporcie czy społecznej.

Najbardziej zaawansowane techniki symulacji przydatne są dla projektantów, którzy w przypadku projektowania systemów nietypowych mogliby sprawdzać ich efektywność. Możliwości takie posiadają programy TRNSYS, ESOP, WUFI oraz algorytmy opracowane metodą zastępczej sieci ciepłej.

Na rysunku 2.4 przedstawiono przykładową symulację wykonaną za pomocą oprogramowania TRNSYS na potrzeby zasilania ogniw PV dla Chicago z zestawem 4 paneli Solec 070 w czasie 1 roku. Oprogramowanie to pozwala na symulacje

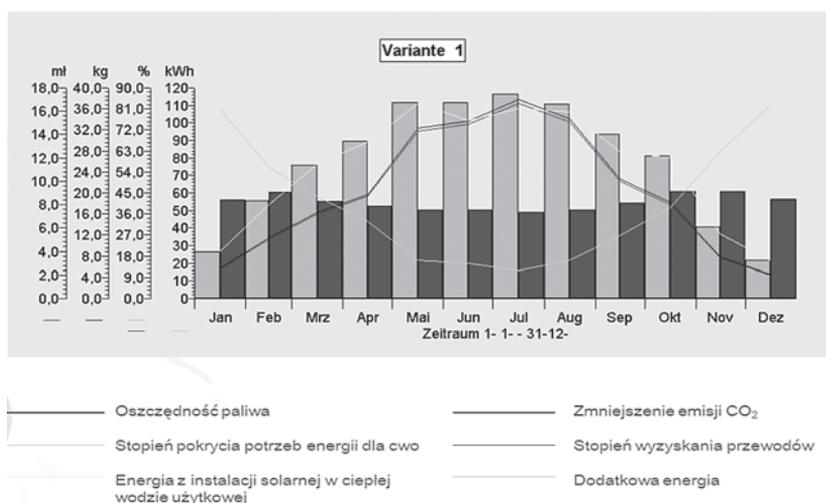


Rys. 2.4. Symulacja dla paneli PV z oprogramowania TRNSYS – pakiet TRNSED [6]

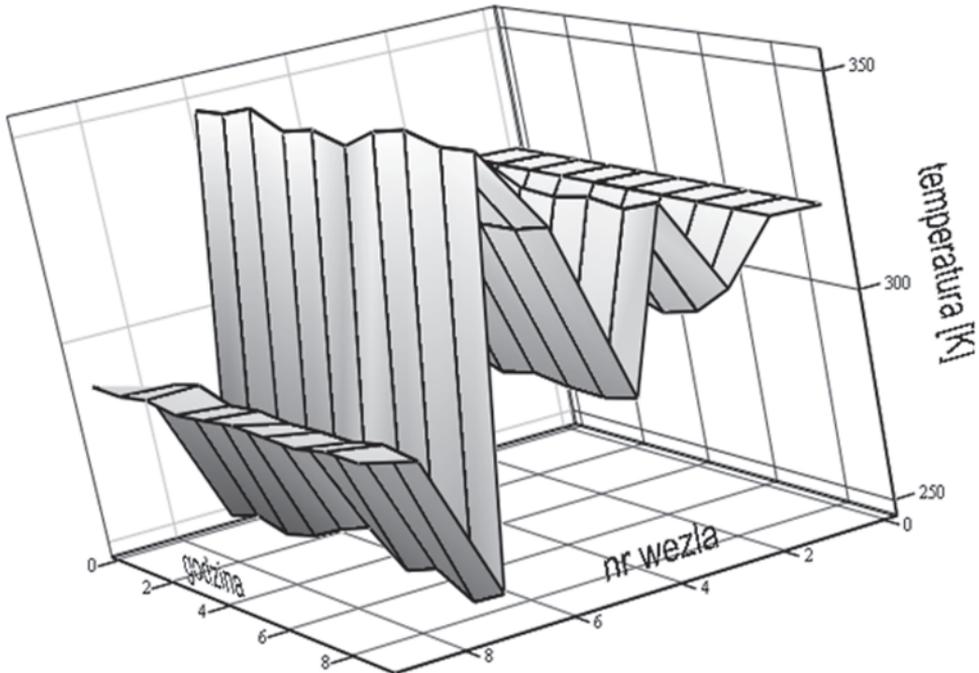
zmian parametrów termodynamicznych w różnych urządzeniach i ich konfiguracjach wchodzących w skład systemów eps., a także ich finansowych konsekwencjach. Jest ono bardzo użyteczne, posiada różne pakiety dla poszczególnych typów instalacji, jednakże jest kosztowne, a dostępne bezpłatne pakiety pracują wyłącznie na danych pochodzących z terenu USA, zarówno geograficznych, klimatycznych jak i rynkowych lub tak jak WUFI – niemieckich [4].

Również producenci urządzeń dostępnych powszechnie na rynku polskim dostarczają projektantom programy symulacyjne ale bez możliwości wglądu w uproszczenia obliczeń. Są one proste w obsłudze i udzielają informacji o ilości pozyskanej energii, emisji CO<sub>2</sub> i oszczędności paliw konwencjonalnych. Bardzo przydatne mogą być dla pracowników administracji lokalnej, aczkolwiek dostosowane są jedynie do instalacji w niewielkich obiektach mieszkalnych. Program taki jak ESOP został opracowany dla niewielkich obiektów o ustalonej technologii pozyskiwania eps bez możliwości wprowadzania zmian. Na rysunku 2.4 wyniki symulacji całorocznej wykonane dla budynku jednorodzinnego w programie ESOP.

Można także zaproponować polskie rozwiązanie oparte na modelowaniu za pomocą układów elektrycznych, które jest uniwersalne gdyż w jednym złożonym układzie można modelować przepływ energii różnymi nośnikami, nadaje się zatem dla systemów zintegrowanych. Określa się je mianem zastępczej sieci cieplnej i nie zostało jeszcze skomercjalizowane. Korzystanie z niego jest niewątpliwie bardziej pracochłonne, ale umożliwia kontrolę i zmianę sposobu przeprowadzania symulacji dostarczając projektantowi informacje o wszelkich uproszczeniach i ich wpływie na wyniki obliczeń. Przykładowy wynik symulacji wykonanej tą metodą przedstawiony jest na rysunku 2.5.



Rys. 2.5. Wynik symulacji z programu ESOP Viessmann [7]



**Rys. 2.6.** Graficzny obraz wyników symulacji temperatury poszczególnych węzłów założonego układu zintegrowanego zamodelowanego zastępczą siecią cieplną w ciągu 10 godzin dnia [8]

### 3. STRATEGIA OPTIMALNEGO WYKORZYSTANIA ŹRÓDEŁ ENERGII

Współpraca środowisk administracji lokalnej z ośrodkami badawczymi, środowiskami projektantów i dostawców urządzeń dla promocji zrównoważonego rozwoju regionalnej infrastruktury, z racjonalnym poszanowaniem środowiska naturalnego zarówno w miastach, jak i na terenach wiejskich jest bardzo pożądana. Może ona przybierać również sformalizowane postaci w oparciu o założone programy promocji rozwoju edukacji, przemysłu, a także szeroko rozumianej komercji w regionie, czy przedsiębiorczości akademickiej, która łączy w sobie aktywne postawy środowiska akademickiego, jego otoczenia, wobec zagadnienia komercjalizacji dorobku naukowego uczelni oraz sposobów ułatwiania przepływu nowych wyrobów i technologii do przemysłu. Wśród przejawów zaangażowania w rozwój przedsiębiorczości akademickiej wyróżnia się działania nie tylko związane z komercjalizacją wyników badań ale także nauczaniem przedsiębiorczości czy tworzeniem firm typu spin-off. W regionie lubelskim niewątpliwie należy zwrócić uwagę na program Rozwój Polski Wschodniej, mając w zamyśle współtworzenie i realizację strategii rozwoju dla naszego

regionu, w tym strategii optymalnego wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Zwłaszcza, że pod względem dostępności EPS region nasz jest dość zasobny, o czym świadczy ilość 1600 godzin nasłonecznienia rocznie [5].

W celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Polski, projekt polityki gospodarczej w tej dziedzinie, opracowany do 2030 roku, przewiduje w dalszym ciągu oparcie się na węglu jako głównym paliwie elektroenergetycznym. Przewiduje także rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE), poprawę efektywności energetycznej, a w konsekwencji również ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko. Podejście takie wydaje się w pełni uzasadnione jeśli jednocześnie współgra z rozwojem konkurencyjnych rynków paliw i energii. Oczekuje się osiągnięcia poziomu wykorzystania OZE w wielkości 20% udziału w bilansie energii. Znaczną rolę mają tu odgrywać biopaliwa, których krajowe technologie produkcji zostały rozwinięte na tyle aby można było wdrażać je do zastosowań komercyjnych, jednakże wskazuje się na konieczność utrzymania zwolnienia z akcyzy energii pochodzącej z OZE.

W przypadku bezpośredniego wykorzystania energii słonecznej osiągnięto również zadowalający poziom rozwoju technologii pozyskiwania utrzymujący się na poziomie sprawności 60–80% urządzeń konwersji termicznej i 25% modułów do konwersji fotowoltaicznej (PV). W tym sektorze jednak utrzymanie konkurencyjności wymaga wprowadzenia wielu mechanizmów np. poprzez wdrażanie stymulujących programów wsparcia tak jak w innych krajach europejskich o podobnym potencjale rozproszonych źródeł energii. Czynnikiem pogarszającym wskaźniki ekonomiczne OZE jest właśnie niewielka skala urządzeń i produkcji energii w danej lokalizacji. Sprzyjającym natomiast to, że urządzenia mogą być produkowane przez średnie i małe przedsiębiorstwa bez angażowania takiego potencjału jak dla stojącej na przeciwnym biegunie uwarunkowań energetyki jądrowej.

W Polsce wydaje się istnieć sprzyjająca atmosfera do tworzenia klastrów regionalnych, czyli grup przedsiębiorstw i powiązanych z nimi instytucji znajdujących się w sąsiedztwie, a zajmujących się określoną dziedziną i wzajemnie się uzupełniających zmierzających do zrównoważonego rozwoju infrastruktury i tworzenia nowych miejsc pracy w regionie. Konieczne rozwiązania prawne już istnieją, a nowopowstałe grupy mogą korzystać z doświadczeń już działających, takich jak Bałtycki Klastr Energetyczny, Małopolski klastr czystych technologii czy Regionalny Klastr w Lublinie.

Na podstawie przeglądu literatury [1, 10] omawiającej wpływ uwarunkowań prawnych, regulowanych określonymi dokumentami, na rozwój OZE w naszym kraju, najistotniejsze znaczenie mają:

- Polityka Energetyczna Polski do 2025 roku, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, Zespół do Spraw Polityki Energetycznej – dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 04.01.2005,
- Wspólnotowe zasady ramowe dotyczące pomocy państwa na działalność badawczą, rozwojową i innowacyjną, Dz. U. UE, C323 z dn. 30.12.2006,

- Krajowy Plan Działań Energetyki dotyczący efektywności energetycznej (EEAP), Warszawa 2007,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 16 stycznia 2008 r. w sprawie szczególnych warunków udzielania pomocy publicznej na przedsięwzięcia będące inwestycjami, związanymi z odnawialnymi źródłami energii, Dz. U. Nr 14, poz. 89 z 29 stycznia 2008,
- Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku – projekt Ministerstwa Gospodarki z dnia 04.09.2008.

Niestety, w opiniach znajdują się zarówno stwierdzenia o pozytywnym jak i negatywnym wpływie wymienionych dokumentów na rozwój OZE.

#### 4. PODSUMOWANIE

W podsumowaniu można stwierdzić, że należy dążyć do zdynamizowania rozwoju OZE, szczególnie w naszym regionie – energii promieniowania słonecznego. Nie będzie to jednak możliwe bez każdorazowego wnikliwego przygotowania studium przypadku, współdziałania wielu animatorów gospodarki lokalnej oraz uruchomienia bodźców pozytywnie wpływających na wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych.

#### LITERATURA

1. Borowski P., Powalka M. (red.): Planowanie i zarządzanie w energetyce. Wyd. SGGW, Warszawa 2009.
2. Chochowski A. i in.: The analysis of energy flux flow in the hybrid system of renewable sources. In: Mikieliewicz J & Nowak W. (editors) Heat transfer and renewable sources of energy. Wyd. Polit. Szczecińskiej, Szczecin 2002, pp. 245–250.
3. Chochowski A. (red.): Technologiczne, ekologiczne i ekonomiczne aspekty energetyki odnawialnej. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2001.
4. Chwieduk D., Domański R. (red.): Renewable Energy. Innovative Technology and New Ideas. Warszawa 2008.
5. Gogół W.: Konwersja Termiczna Energii Promieniowania Słonecznego w Warunkach Krajowych, Ekspertyza. KTIS PAN, Warszawa 1993.
6. <http://sel.me.wisc.edu/trnsys> październik 2009.
7. Viessmann, ESOP 23.03.2003.
8. Wójcicka-Migasiuk D.: Modelowanie zintegrowanych systemów ogrzewania na obszarach wiejskich. Inżynieria Rolnicza 1(89)/24, KTR PAN PTIR, Kraków 2007.
9. Wójcicka-Migasiuk D.: Zastosowanie metody potencjałów węzłowych do analizy i projektowania instalacji słonecznych ciepłej wody. Acta Agrophysica Nr 39, 2001, Inst. Agrofizyki PAN w Lublinie.
10. [www.pi.gov.pl](http://www.pi.gov.pl), październik 2009.

## **Technical and social aspects of integrated energy supply systems**

### **Summary**

The paper defines and describes factors that should be considered by designers of integrated energy supply systems that incorporate solar systems in particular. In the first point, the author establishes the hierarchy of criteria to apply at subsequent phases of the decision processes carried out when renewable energy systems are to be used. To do this, she takes the advantage of the following case studies: a solar hot water system in an elderly house and an integrated system of steam boilers, heat recovery from a cooling system in connection with solar heating in a food production plant. The images of thermal collectors in experimental objects, i.e.,: the educational centre and the small detached house are presented. Then, the paper indicates the necessity of energy simulations prior to: taking up the decisions of localization and to final verification of the project. Moreover, the examples of simulation results derived from different software such as TRNSED, ESOP and from the method called equivalent thermal network are presented. The advantages and disadvantages of this software are described. The third chapter is focused on forms of promotion that can be applied to positively stimulate the sustainable development of the use of renewable sources in the central eastern region of Poland. It is also explained why this region is predestinated for solar energy use. The most important legislative documents for renewable energy applications are listed.