

ANALIZA MOŻLIWOŚCI PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA WYBRANYCH APLIKACJI KOMPUTEROWYCH DO SYMULACJI INSTALACJI SOLARNYCH

Marcin Figler*, Karol Maliński*, Adam Mroziński**

**Kolo Naukowe TOPgran. **Zaklad Systemów Technicznych i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

Streszczenie

W pracy przedstawiono zasady praktycznego wykorzystania występujących na polskim rynku aplikacji komputerowych do wspomagania projektowania instalacji solarnych i ich porównanie wg przyjętych kryteriów. Szczegółowo skupiono się na trzech najczęściej wykorzystywanych w Polsce aplikacjach, tzn. Polysun Designer v. 5.5, GetSolar v. 10.1.1 oraz Kolektorek v. 2.0.

1. WPROWADZENIE

Aktualnie na polskim rynku jest duże zainteresowanie małymi i dużymi instalacjami solarnymi. Niestety po analizie bieżącej sytuacji można stwierdzić, że tylko nieliczne zespoły projektowe i wykonawcze mają stosowną wiedzę i umiejętności do wykonania takich układów kolektorów słonecznych.

Aplikacje komputerowe wspomagające projektowanie instalacji solarnych dają możliwość symulacji zaprojektowanego systemu i są niezbędne szczególnie w przypadku dużych inwestycji, gdzie dokładność obliczonych efektów powinna być maksymalnie wysoka. Ma to decydujący wpływ na sprawne działanie instalacji oraz jakość zainstalowanego systemu [5, 8].

Zalety stosowania programów komputerowych przy projektowaniu instalacji solarnych [4, 8, 9]:

- zapobieganie popełnieniu błędów w obliczeniach,
- oszczędność czasu poprzez wprowadzanie niewielkiej ilości danych i otrzymywanie wielu wyników: zysku, sprawności, pokrycia solarnego itp.,
- oparcie obliczeń na rzeczywistych danych meteorologicznych (większa dokładność oczekiwanych efektów stosowania systemu),
- możliwość łatwej i szybkiej zmiany urządzeń, które wprowadza się uprzednio do bazy, podając określone parametry,
- częste podawanie wyników obliczeń w formie tabelarycznej, opisowej, graficznej, raportu zbiorczego, pozwalające na lepszą orientację wśród możliwych wariantów,
- szybkie przeprowadzanie analizy ekonomicznej i ekologicznej wybranego systemu.

2. PROJEKTOWANIE INSTALACJI SOLARNYCH

Rynek kolektorów słonecznych w Polsce rozwija się nieustannie od 1995 r. W 2010 r. w naszym kraju było zainstalowanych 656 tys. m² kolektorów słonecznych, co stanowi odpowiednik mocy bloku elektrowni węglowej rządu 500 MW.

Zastosowanie instalacji solarnych w budynkach mieszkalnych jako źródła energii do podgrzewania wody użytkowej przynosi określone efekty ekologiczne oraz znaczne korzyści finansowe [1-3, 5-7]. Wraz ze wzrostem popularności systemów solarnych w Polsce coraz więcej osób ma problem z prawidłowym doбором instalacji solarnej do własnych potrzeb, zastanawiając się, ile kolektorów słonecznych zastosować, jaki zasobnik solarny wybrać itd.

Po to, aby rozwiązać wątpliwości przy doborze systemu solarnego na początku należy rozważyć:

- czy chcemy wykorzystać system solarny do wspomaganie ogrzewania w budynku czy tylko do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.)?
- ile osób będzie korzystać z c.w.u.?
- jakie jest dzienne zużycie wody na osobę (średnio 30-50 litrów)?
- jaki okres używania (wiosna, lato, jesień, zima)?
- jaki będzie kierunek umiejscowienia powierzchni kolektora?

Przed przystąpieniem do projektowania instalacji solarnych należy przeprowadzić audyt energetyczny, gdyż funkcjonowanie systemów solarnych jest uwarunkowane wysokością zapotrzebowania na energię w obiektach, w których są zastosowane. Dlatego trzeba najpierw zminimalizować straty energii i zmaksymalizować jej zyski, a następnie określić dokładną ilość potrzebnej energii i zastosować odpowiednie rozwiązanie technologiczne.

Po wykonaniu i przeanalizowaniu poprzednich czynności należy podjąć się właściwej części projektowania instalacji solarnych.

2.1. Dobór powierzchni kolektorów

Efektywność układu nie jest wprost proporcjonalna do liczby kolektorów słonecznych. Czynnikiem decydującym o efektywności układu są zmienne, zależne od pory roku, wielkości napromieniowania itp. Dlatego po przekroczeniu pewnej wielkości instalacji każdy dodany kolektor ma stosunkowo mały udział w efektach energetycznych, a duży we wzroście ceny. Przewymiarowana instalacja w okresie letnim będzie wytwarzać zbyt wiele ciepła, które trudno w tani i praktyczny sposób zakumulować. Dobór liczby kolektorów opiera się na założeniu, że w okresie letnim mają zapewnić prawie 100% energii potrzebnej do podgrzania wody użytkowej do temperatury 45°C w ilości odpowiadającej dobowemu zużyciu.

2.2. Dobór pojemności zbiornika

Ciepło zaabsorbowane przez kolektory słoneczne jest akumulowane w zasobnikach solarnych. Pojemność zbiorników oblicza się na podstawie przeciętnego dobowego zużycia wody w obiekcie. W instalacjach solarnych, w których występują znaczne wahania odbioru ciepłej wody, zaleca się zbiorniki o 25-35% większe w stosunku do dobowego zużycia ciepłej wody użytkowej. Przy dobieraniu pojemności zasobnika ciepłej wody użytkowej należy pamiętać, że po zachodzie słońca kolektory nie będą funkcjonować, a rano następnego dnia nie zdążą przygotować odpowiedniej ilości cie-

plej wody. Pojemność zasobnika powinna być zatem tak dobrana, aby ilość nagrzanej wody w ciągu jednego dnia wystarczyła do połowy dnia następnego.

Średnio w małych instalacjach solarnych na jeden metr kwadratowy kolektora przyjmuje się ok. 50 litrów pojemności zbiornika, czyli jeżeli chcemy zamontować 4 kolektory o łącznej powierzchni 10 m^2 , zbiornik powinien mieć 500 litrów pojemności. Jeżeli instalacja ma służyć również do wspomaganiania ogrzewania, należy zastosować bufor ciepła.

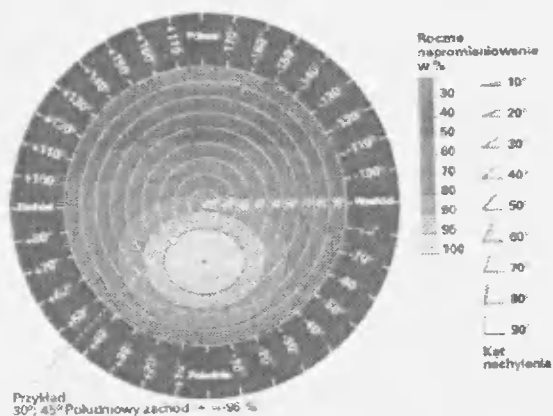
2.3. Dobór naczynia zbiorczego

Naczynia zbiorcze muszą być odpowiednio pojemne, aby móc pomieścić dodatkowy płyn solarny powstały w wyniku rozszerzalności termicznej oraz parowania płynu solarnego. Wymagane informacje:

- liczba oraz pojemność kolektorów,
- pojemność wymienników,
- długość oraz rodzaj orurowania,
- wysokość statyczna H.

2.4. Wpływ skierowania, nachylenia i zacienienia na ilość odzyskiwanej energii

Na rysunku 1 przedstawiono roczne napromieniowanie w zależności od kierunku i kąta nachylenia kolektorów.



Rys. 1. Roczne napromieniowanie w zależności od kierunku i kąta nachylenia kolektorów

Przy odchyleniu sięgającym 30° od strony południowej oraz przy kącie nachylenia kolektorów 45° traci się tylko 5% rocznego napromieniowania; jeżeli założy się, że z 1 m^2 kolektora usytuowanego bezpośrednio na południe zyska się 525 kWh rocznie, to przy stracie ok. 5% napromieniowania zyska się z 1 m^2 ok. 500 kWh. Jeżeli nie ma możliwości zamocowania kolektorów *stricte* na południe, warto zatem przeanalizować, czy jest sens stosowania stelaży wychylających kolektor na południe, zyskując przy tym parę procent uzysku.

Problem pojawi się wówczas, gdy połacie dachu skierowane są na wschód-zachód? Istnieją wtedy dwa rozwiązania.

Jednym z nich jest zastosowanie układu „wschód-zachód” – układ ten charakteryzuje się podziałem obiegu solarnego na dwa obiegi – jeden zasilający zbiornik solarny z kolektorów zamocowanych na części wschodniej oraz drugi – zasilający zbiornik solarny z kolektorów zamocowanych na części zachodniej.

Za prawidłową oraz bezobsługową pracę systemu odpowiada dwubiegowy sterownik solarny, który obsługuje czujniki temperatury umieszczone w polu kolektorów zarówno na części wschodniej, jak i zachodniej. Do południa załączy on tylko kolektory na części wschodniej (zabezpiecza tym przed wychładzaniem zgromadzonego ciepła z kolektorów zamocowanych na połaci wschodniej przez kolektory zamocowane na połaci zachodniej). Jeżeli temperatury na połach kolektorów zamocowanych zarówno na połaci wschodniej, jak i zachodniej zbliżą się do siebie, wówczas sterownik uruchomi dwa obiegi jednocześnie do momentu, gdy temperatura na polu kolektorów na połaci wschodniej będzie znacząco niższa od temperatury kolektorów na połaci zachodniej, wtedy obieg wschodni zostanie wyłączony (zabezpieczenie przed wychładzaniem).




Wadą tego systemu jest potrzeba zastosowania podwójnego orurowania (zasobnik-kolektor) oraz drugiej pompy solarnej, co podnosi cenę instalacji. Zaletą natomiast jest większy uzysk solarny.

Gdy koszty instalacji układu „wschód-zachód” są za wysokie, wówczas należy zainstalować wszystkie kolektory na połaci zachodniej.

3. APLIKACJE WYKORZYSTYWANE DO KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA

Przykładowe programy wykorzystywane obecnie w Polsce do doboru instalacji solarnych zestawiono w tabeli 1. Na rynku funkcjonuje oczywiście więcej aplikacji – wyróżniono jednak najczęściej wykorzystywane i najwyżej oceniane przez użytkowników [4, 8].

Tabela 1. Porównywane programy symulacyjne

Program	Kolektorek 2.0 	GetSolar 	PolySun 
Właściciel	Bogdan Szymański	Dipl.-Ing. (FH)Axel Horn	Vela Solaris
Dystrybutor	Kolektorek.pl	DorSystem	B-Angel
Produkcja	Polska	Niemcy	Szwajcaria
Język polski	dostępny	dostępny	dostępny

Zarówno program Kolektorek (rys. 2), jak i GetSolar (rys. 3) charakteryzują się prostotą obsługi, przyjaznym interfejsem, tabelaryczną formą wyników oraz końcowym raportem. Sam raport jest często wykorzystywany przez firmy instalacyjne jako karta ofertowa dla rzeczywistych instalacji. Szczególnie ważnym elementem raportu jest szacowany przez aplikację okres zwrotu inwestycji. Poniżej przedstawiono przykładowe obliczenia przeprowadzone przez programy. Najwięcej informacji podaje nam ostatni PolySun (rys. 4), lecz niestety tylko w języku angielskim. Bardzo podobne dane – już w języku polskim – zawarte są w programach Kolektorek (rys. 2) i GetSolar (rys. 3).

W odpowiedniej zakładce można również wygenerować wykresy charakterystyk solarnych.

Wybrana liczba kolektorów Szacowany roczny zysk z kolektora 638.49 [kWh/m²]

Miesiąc	Wzrost straty (m ²)	Przewidywana produkcja (kWh)	Ujemna produkcja	Miesiąc	Przewidywana produkcja (kWh)	Przewidywana produkcja (kWh)	Przewidywana produkcja (kWh)	Przewidywana produkcja (kWh)	Przewidywana produkcja (kWh)	Przewidywana produkcja (kWh)
Styczeń	20.8%	38.2	0.0	Styczeń	19.3	2.7%	1.8	-282.4	58.2	23.94
Luty	17.3%	34.5	0.0	Luty	12.88	1.84	0.3	-289.7	45.4	20.5
Martec	26.5%	46.6	0.0	Martec	26.1	4.84	0.8	-288.5	28.4	26.82
Kwiecień	36.7%	61.1	4.1	Kwiecień	43.1	1.33	0.4	-247.7	17.4	44.34
Maj	45.8%	87.9	2.8	Maj	137.7	10.7	3.6	-210.7	20.8	88.61
Czerwiec	67.9%	136	1.6	Czerwiec	412.4	1.3	0.1	-131.2	46.4	170
Lipiec	86.2%	159.8	5.7	Lipiec	485.6	0.11	0.0	-88.7	48.8	200
Sierpień	87.4%	161	1.5	Sierpień	407.7	10.6	0.1	-37.57	53.44	100
Wrzesień	76.7%	167.6	0.6	Wrzesień	353.7	7.8	0.0	-146.7	57.66	136.8
Październik	54.0%	113.5	0.8	Październik	21.2	4.73	1.7	-107.3	56.78	74.68
Listopad	34.3%	78.7	0.8	Listopad	39.18	3.7	0.0	-188.4	65.76	26.82
Grudzień	15.7%	28.6	1.1	Grudzień	62.31	2.61	0.0	-289.7	100	17.42

Rys. 2. Szacowany roczny zysk z kolektora (Kolektorek)

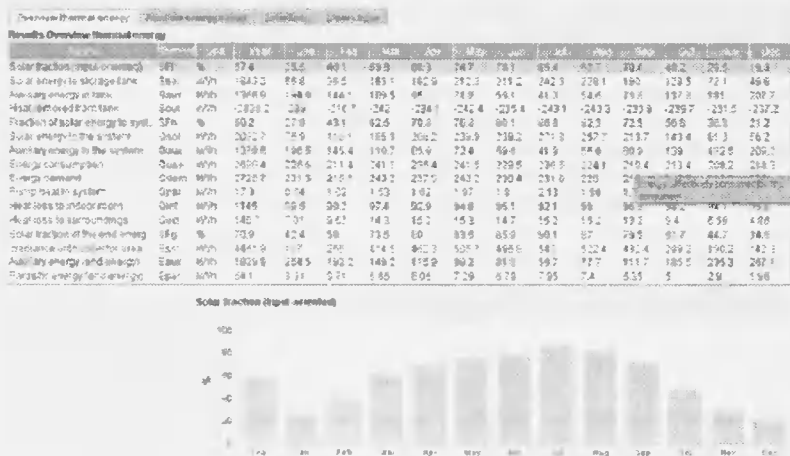
Uzysk solarny [GetSolar] [Wykres] [Zysowe]

Projekt: Solar zysowy (Z)
 Lokalizacja: Warszawa, 52° 10' 00" N, 21° 00' 00" E
 Rodzaj: Kolektor słoneczny
 Typ instalacji: Czysła woda
 Ciężar cieplej: 12.19 kWh/m² (12.19 kWh/m² przy 10°C na 55°C)
 Energia słoneczna: 12.19 kWh/m² (12.19 kWh/m² przy 10°C na 55°C)
 Wydajność: 93% (93% przy 10°C na 55°C)

Miesiąc	Zysk solarny [kWh]	Oszczędność [kWh]	CO ₂ [kg]
Styczeń	13	14	1
Luty	37	40	4
Martec	79	75	7
Kwiecień	121	119	13
Maj	169	181	18
Czerwiec	193	197	20
Lipiec	190	205	20
Sierpień	177	180	19
Wrzesień	135	143	15
Październik	93	98	10
Listopad	27	29	3
Grudzień	11	16	1
Suma	1227	1318	132

Tabela z wykresami i opcjami interakcyjnymi.

Rys. 3. Szacowany roczny zysk z kolektora (GetSolar)



Rys. 4. Szacowany roczny zysk z kolektora (PolySun)

Wszystkie ocenianie aplikacje wykorzystują rzeczywiste bazy danych podzespołów instalacji, obejmujące kolektory, zasobniki, naczynia wzbiorcze czy kompletne zestawy solarne. Podzespoły tych instalacji do bazy danych mogą bezpośrednio wprowadzać ich producenci. W celu przyspieszenia obliczeń programy oferują gotowe przykłady systemów możliwych do doboru typu: sama ciepła woda użytkowa, woda użytkowa i centralne ogrzewanie, jeden bądź dwa zasobniki oraz dodatkowy basen.

Praktyczne różnice pomiędzy programami to:

- nasłonecznienie podawane w jednostkach na dzień (GetSolar), na miesiąc (Kolektorek),
- rozbieżności w podanych temperaturach ściągniętych ze stacji meteorologicznych,
- baza zdefiniowanych miast w programie GetSolar obejmuje mniejszą liczbę w Polsce, ale dodatkowo podane są większe miasta zagraniczne, natomiast Kolektorek ma dość dobrze rozbudowaną listę, ale tylko miast w Polsce,
- w programie GetSolar jest więcej możliwości zmiany parametrów lokalizacji.

Kolektorek i GetSolar zasadniczo przeznaczone są do projektowania tylko instalacji solarnych. PolySun to przykład tzw. „kombajnów” obliczeniowych. W aplikacjach tych można dokupić dodatkowe moduły, pozwalające symulować wykorzystywanie do ogrzewania poza systemami solarnymi również pompy ciepła, instalacje fotowoltaiczne bądź kotłownię na biomasę. Wiąże się to jednak ze znacznie wyższą ceną aplikacji.

Wszystkie aplikacje mają wbudowany system ekspertowy, który usprawnia proces doboru i analizy instalacji.

4. PODSUMOWANIE

Programy komputerowe jako narzędzia informatyczne wspomagające projektowanie instalacji solarnych mają wiele zalet. Nie tylko ze względu na wygodę użytkownika, ale także na to, że w wielu przypadkach są niezbędne dla otrzymania wysokiej dokładności wyników obliczeń oczekiwanych efektów. Pomimo niewielkiej ilości wprowadzanych danych oraz prostego układu i niemalże intuicyjnego ich użytkowania należy pamiętać, że programy te oparte są na wielu często bardzo skomplikowanych algorytmach oraz danych meteorologicznych zbieranych przez wiele lat w różnych stacjach badawczych.

Takie programy w zdecydowany sposób ułatwiają ustalenia inwestycyjne z potencjalnymi klientami poprzez szybką i dokładną analizę proponowanych rozwiązań, a także ich natychmiastowe porównanie symulacyjne. Dotyczy to nie tylko dużych inwestycji, ale także indywidualnych odbiorców. Biorąc pod uwagę polski rynek, wydaje się, że prostota, cena oraz wsparcie edukacyjne wskazują na celowość wykorzystania na poziomie inwestycyjnym programu Kolektorek bądź GetSolar.

LITERATURA

- [1] Malinski K., Figler M., 2011. Współczesne konstrukcje kolektorów solarnych – trendy rozwojowe. III Kongres Studenckich Kół Naukowych Uczelni Bydgoskich „Studenci Miastu i Regionowi”. Bydgoszcz. 156-160.
- [2] Kiełtyka Sz., Dominik M., Gil M., Buca M., Uchman Ł., Królak S., 2010. Badania efektywności działania laboratoryjnej instalacji solarnej z kolektorem płaskim. II Kongres Studenckich Kół Naukowych Uczelni Bydgoskich „Studenci Miastu i Regionowi”. Bydgoszcz. 14-17.
- [3] Lewandowski W.M., 2010. Proekologiczne odnawialne źródła energii. WNT Warszawa.
- [4] Pluta Z., 2008. Słoneczne instalacje energetyczne. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej.

- [5] Praca zbiorowa. 2008. Odnawialne i niekonwencjonalne źródła energii. Poradnik. TARBONUS Kraków.
- [6] Projektowanie instalacji solarnej – www.cieploprojekt.pl/download/projektowanie.pdf (22.12.2011).
- [7] Uchman Ł.. 2010. Wspomaganie komputerowe projektowania instalacji solarnych. VII Warsztaty Naukowe „Komputerowe Wspomaganie Nauki i Techniki” CAX`2010. Duszynki Zdrój. 4-9.
- [8] Wiśniewski G., Gołębiowski S., Gryciuk M., Kurowski K.. 2006. Poradnik wykorzystywania energii słonecznej. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa Warszawa.
- [9] Zawadzki M.. 2003. Kolektory słoneczne. pompy ciepła – na tak. Wyd. Zawadzki, Polska Ekologia Warszawa.

POSSIBILITY ANALYSIS OF PRACTICAL USE OF CHOSEN COMPUTER APPLICATION TO SIMULATION OF SOLAR INSTALLATION

Summary

In the paper were presented principles of practical use of existing on polish market computer applications to computer aided design of solar installation and their comparison according to received criterions. In the paper were concentrated on the most often used in Poland application, it mean: Polysun Designer v. 5.5, GetSolar v. 10.1.1 and “Kolektorek” v. 2.0.