

SYSTEMY I URZĄDZENIA SŁONECZNE

Niskotemperaturowe kolektory bez osłon są to absorbery w postaci elastycznych czarnych elementów rurowych, mat lub płytek. Najczęściej kolektory te układane są na dachu lub bezpośrednio na ziemi tworząc swoistego rodzaju czarną wykładzinę, zwane są one często matami pochłaniającymi. Tego typu kolektory stosowane są wtedy, gdy wymagane jest podgrzewanie względnie dużej masy wody przy niewielkim przyroście temperatury, co ma miejsce w niektórych zastosowaniach rolniczych, a przede wszystkim przy podgrzewaniu wody dla odkrytych basenów i dla systemów grzewczych z sezonowym magazynowaniem energii w gruncie. W kraju wykorzystywane są w niewielkim stopniu.

Płaskie kolektory słoneczne są obecnie najbardziej rozpowszechnioną i dojrzałą technologicznie konstrukcją energetyki słonecznej. Mają one ze wszystkich typów kolektorów największą powierzchnię absorpcyjną. Ze względu na swoje rozwiązania konstrukcyjne, temperatura czynnika roboczego z reguły nie przekracza 80°C (co prawda latem mogą być uzyskiwane wyższe temperatury, ale z reguły system zabezpieczeń (automatycznej kontroli i sterowania działaniem instalacji) nie dopuszcza do przekroczenia tej temperatury. Kolektory płaskie działają z dużą wydajnością w dobrych warunkach napromieniowania, zwłaszcza, gdy temperatura ich powierzchni osłony przezroczystej jest bliska temperaturze otoczenia. Również zimą przy słonecznej pogodzie działają efektywnie. Przy zachmurzeniu i niskich temperaturach sprawność ich jest niewielka. Jeżeli temperatura otoczenia zewnętrznego spada, rosną straty ciepła do otoczenia. Jednakże, zjawisko to może mieć i pozytywny efekt, bowiem zimą na kolektorach płaskich nie zalega śnieg, który szybko topnieje ze względu na wyższą temperaturę powierzchni kolektora niż otoczenia. Podstawową zaletą kolektorów płaskich jest ich względnie niska cena, co wynika z niskich kosztów ich produkcji. Obecnie większość kolektorów jest wykonywana fabrycznie. Co prawda w pewnych zastosowaniach, np. instalacje wielkogabarytowe z kolektorami zintegrowanymi z połąciami dachu, kolektory wykonywane są na zamówienie. Niestety systemów zintegrowanych z dachem jest niewiele w kraju.

Innym rodzajem kolektorów słonecznych coraz powszechnie stosowanym jest kolektor próżniowy. Istnieją trzy podstawowe typy kolektorów próżniowych, tj. kolektor próżniowy rurowy, kolektor próżniowy z rurami ciepła i kolektor próżniowy płaski (tj. kolektory z wysokim podciśnieniem płasko-powierzchniowy) rzadziej stosowany. Wśród kolektorów rurowych wyróżniamy kolektory z pojedynczą rurą i metalowym żebrzem wewnątrz oraz kolektory z podwójną rurą próżniową zwana rurą Dewara tworzące termos cieplny. Zastosowanie próżni w kolektorze ma na celu znaczne ograniczenie strat ciepłych do otoczenia, przede wszystkim strat konwekcyjnych pomiędzy płytą absorbera a osłoną. Kolektor próżniowy rurowy składa się z szeregu elementów rurowych ułożonych względem siebie równolegle. W jednym module jest co najmniej 6 rur, z reguły kilkanaście lub nawet 20 - 30,

zależy to min. od typu kolektora rurowego. Kolektory próżniowe pracują nawet przy niskich temperaturach otoczenia i małym napromieniowaniu, dzięki znacznie ograniczonym stratom ciepła. Temperatura powierzchni kolektorów próżniowych (szklanych rur) jest bliska temperaturze otoczenia, dzięki czemu straty są małe, ale jednocześnie może to mieć negatywny skutek zimą. Przy opadach śniegu i niskich temperaturach otoczenia śnieg może długo zalegać na kolektorach zwłaszcza tych usytuowanych poziomo na dachu. Inną wadą spotykaną w kolektorach próżniowych jest to, że przy wysokich temperaturach czynnika grzewczego, która może być powyżej 150°C przy obecnie stosowanych mieszankach niezamarzających (z domieszką glikolu) może dochodzić do tzw. zesmolenia czynnika, czyli destrukcji mieszanki.

Należy sądzić, że następne dekady spowodują dalszy znaczny rozwój technologii słonecznych, a przyczyni się do tego przede wszystkim obecna sytuacja paliwowo – energetyczna na świecie i polityka środowiskowa. Istnieją technologie energetyki słonecznej, które są już traktowane jako technologie dojrzałe. Są to przede wszystkim technologie płaskich cieczowych kolektorów słonecznych dostępne od ponad 30 lat na rynku energetycznym. Sprawność urządzeń i instalacji słonecznych stale wzrasta, wprowadzane są nie tylko nowe rozwiązania konstrukcyjne, ale i materiałowe. Uważa się, że przyszłość należy do materiałów plastikowych i to stosowanych zarówno na osłony przezroczyste, jak i absorbery kolektorów. Instalacje słoneczne w większości są stosowane w budownictwie jednorodzinym i służą do podgrzewania wody użytkowej. Co prawda zmienia się zakres pracy instalacji słonecznych, coraz częściej są one wykorzystywane do wszystkich funkcji grzewczych, a więc nie tylko do podgrzewania c.w.u., ale i do ogrzewania pomieszczeń. Instalacje słoneczne łączące w sobie wszystkie funkcje grzewcze nazywane są „kombi” systemami. Powoli, choć na razie przede wszystkim jako projekty demonstracyjne, pojawiają się tzw. systemy „kombi plus”, które poza funkcją grzewczą służą również do chłodzenia.

W Polsce istnieją warunki do wykorzystania energii promieniowania słonecznego dzięki odpowiedniemu dostosowaniu typu systemów i właściwości urządzeń wykorzystujących tę energię do charakteru, struktury i rozkładu w czasie energii promieniowania słonecznego. Energia promieniowania słonecznego może być wykorzystywana do celów grzewczych w budownictwie, rolnictwie, turystyce, telekomunikacji i komunikacji drogowej.

Inną istotną metodą wykorzystania energii promieniowania słonecznego jest ogrzewanie pomieszczeń jest wprowadzanie odpowiednich rozwiązań architektonicznych związanych ze stosowaniem biernych systemów słonecznych. Rozwiązania pasywne pozwalają wykorzystać strukturę budynku do pochłaniania, magazynowania oraz rozprowadzania pozyskanej energii promieniowania słonecznego. Odpowiedni projekt architektoniczno - budowlany umożliwiający wykorzystanie energii słonecznej, przy jednoczesnym zapewnieniu właściwych warunków komfortu cieplnego, przyczynia się do oszczędności w zużyciu energii. Budynki powinny być z reguły od strony

południowej „zwrócone do Słońca”, przy zapewnieniu odpowiedniej izolacyjności przegród budowlanych z pozostałych stron i przede wszystkim , tzw. „szczelności” od strony północnej. We współczesnym budownictwie energooszczędnym dążąc do zmniejszenia jego energochłonności eksploatacyjnej coraz powszechniej stosuje się rozwiązania tzw. architektury słonecznej. Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania pomieszczeń może być w warunkach polskich zredukowane w około 30% dzięki zastosowaniu rozwiązań pasywnych.

Energia promieniowania słonecznego może ulegać bezpośredniej przemianie w energię elektryczną dzięki zastosowaniu odpowiednich metod i urządzeń. Fotowoltaiczna przemiana energii promieniowania słonecznego, ma miejsce gdy energia promieniowania słonecznego jest zamieniana w sposób czysto elektronowy na energię elektryczną. Efekt fotowoltaiczny polega na powstawaniu siły elektromotorycznej w materiale półprzewodnikowym, złącza p-n, w wyniku oświetlenia go promieniowaniem o odpowiedniej długości fali

Istnieje również możliwość wykorzystania oświetlenia światłem dziennym, co jest szczególnie istotne przy dużych obiektach budowlanych, mieszkalnych, przemysłowych, a przede wszystkim w budynkach użyteczności publicznej. W tych ostatnich może zmniejszyć o około kilkanaście procent zużycie energii elektrycznej niezbędnej do właściwego oświetlenia pomieszczeń.

Zastosowanie w budownictwie systemów aktywnych, rozwiązań pasywnych, instalacji z ogniwami fotowoltaicznym, rozwiązań umożliwiających wykorzystanie oświetlenia światłem dziennym nosi kompleksową nazwę budownictwa słonecznego. Energochłonność budownictwa w skali globalnego zużycia energii w krajach rozwiniętych jest wysoka, dlatego też coraz większą wagę przywiązuje się do nowoczesnych metod zmniejszania konsumpcji energii. Zasady i metody stosowane w budownictwie słonecznym są postrzegane jako istotny element kompleksowych działań na rzecz poszanowania energii i są one wykorzystywane zarówno w nowym budownictwie, jak i przy termomodernizacji istniejących obiektów.

Aktywne systemy słoneczne w warunkach krajowych są systemami autonomicznymi, t.j. systemami pracującymi na własną sieć grzewczą pojedynczego obiektu lub na wspólną sieć kilku budynków, lub całego osiedla. Podstawową zasadą działania wszystkich słonecznych autonomicznych systemów grzewczych niezależnie od ich wielkości (obciążeń energetycznych) jest skojarzenie i sterowanie funkcją pochłaniania i magazynowania energii promieniowania słonecznego, a następnie w sposób kontrolowany rozprowadzanie pozyskanego ciepła do odbiorcy. Pochłonięta przez kolektory słoneczne energia promieniowania słonecznego jest przekazywana przepływającemu czynnikowi roboczemu. Przepływ czynnika jest wymuszany działaniem urządzeń mechanicznych (napędzających), którymi są pompy cyrkulacyjne w systemach cieczowych.

Kolektory płaskie działają w naszych warunkach klimatycznych z różną efektywnością, przede

wszystkim w zależności od rozwiązania konstrukcyjno – materiałowego kolektora i miejsca oraz sposobu jego zainstalowania. Roczna wydajność cieplna kolektorów słonecznych płaskich może wahać się od 350 do 550 kWh/m² ich powierzchni. Kolektory próżniowe w zależności od typu, producenta i miejsca i sposobu zainstalowania w skali roku mogą dostarczać około 450 - 600 kWh/m² ich powierzchni.

Kolektory słoneczne (płaskie i próżniowe) funkcjonujące w cyklu całorocznym muszą być wspomagane przez pomocniczego źródło ciepła, inne odnawialne lub konwencjonalne [12]. Poziom technologiczny zastosowanych rozwiązań, rodzaj systemu, układ kontrolno sterujący działaniem instalacji muszą być dopasowane do typu odbiorcy i wymagań grzewczych. Im wymagany jest wyższy poziom temperatury czynnika grzewczego i większe obciążenia grzewcze, tym system jest bardziej skomplikowany, a w konsekwencji droższy. Dlatego też dla niewielkich obciążeń grzewczych, niskich wymagań temperaturowych należy stosować względnie proste i tanie rozwiązania. Stopień złożoności systemu rośnie wraz z wymaganiami grzewczymi i koniecznością zapewnienia niezawodności działania systemu we wszystkich warunkach. W systemach słonecznych, poza prostymi instalacjami z absorberami basenowymi, istotne jest zapewnienie niezawodności ich działania, dlatego też poza samymi kolektorami słonecznymi istotne staje się rozwiązanie problemu magazynowania energii słonecznej, w odpowiednio sterowanych zasobnikach ciepła, wspomaganych dodatkowymi (z reguły konwencjonalnymi) urządzeniami dogrzewającymi.

Systemy fotowoltaiczne (PV) są wykorzystywane do przetwarzania energii promieniowania słonecznego bezpośrednio na energię elektryczną. Podstawowym elementem systemu fotowoltaicznego jest panel fotowoltaiczny, który składa się z modułów, który z kolei tworzą ogniwa. Pojedyncze ogniwo zazwyczaj ma moc pomiędzy 1 a 2 W. Ogniwa są łączone szeregowo lub równoległe na sztywnym podłożu, tworząc moduł fotowoltaiczny, dzięki temu uzyskuje się większe napięcie lub prąd. Moc modułów (o powierzchni od 0,3 do 3 m²) wynosi od 30 do 300 W. Moduły tworzą panel, powstający prąd jest prądem stałym, jego poziom na wyjściu zależy od warunków nasłonecznienia i od sposobu łączenia modułów.

Energia promieniowania słonecznego jest absorbowana przez ogniwo, wykonane z materiał półprzewodnikowego. Przy napromieniowywaniu ogniwa podłączonego do obciążenia powstaje różnica potencjału i w obwodzie płynie prąd. W takich warunkach ogniwo funkcjonuje jako generator. Energia elektryczna powstaje w sposób czysty, cichy i niezawodny. Najczęściej stosowanym materiałem na ogniwa jest krzem, może on być krystaliczny: monokrystaliczny, polikrystaliczny lub cienkowarstwowy, lub też amorficzny. Stosuje się też jako materiał złożone półprzewodniki, do których należy CiS, ta technologia jest nadal bardziej w sferze badawczej i laboratoryjnej niż rynkowej. Ogniwa monokrystaliczne wykazują najwyższe sprawności konwersji spośród ogniw krzemowych, ale ich produkcja jest najdroższa. W laboratoriach pojedyncze ogniwa osiągają sprawności dochodzące

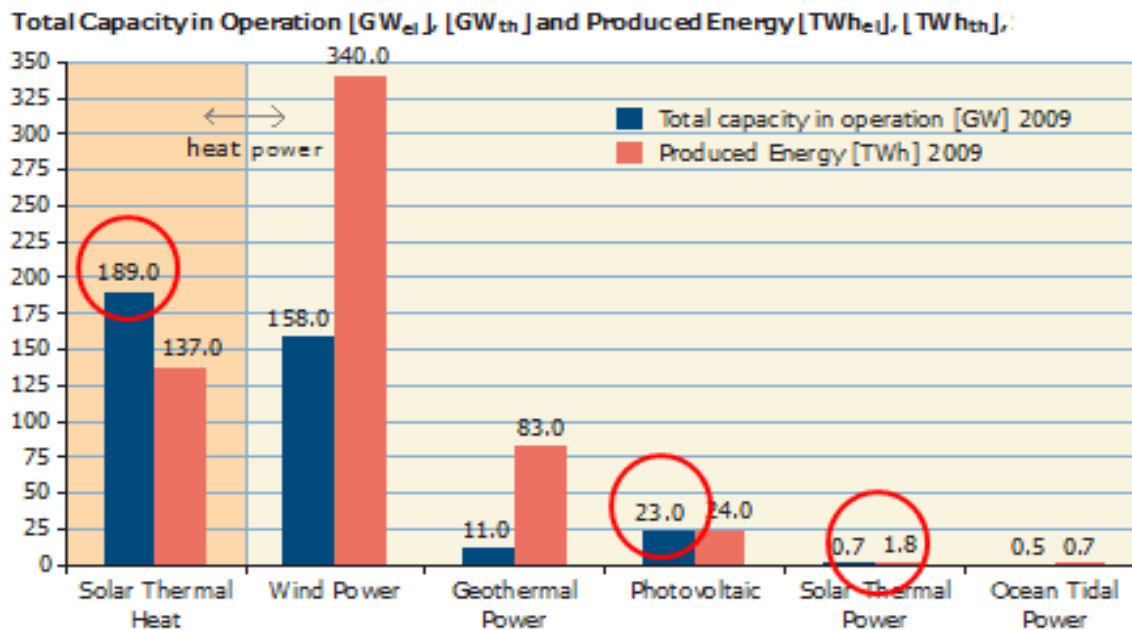
do 28%; te dostępne na rynku i produkowane na skalę masową mają sprawności rzędu 17 - 18%. Wysoką sprawność większą niż 30 % uzyskuje się w ogniwach z arsenku galu (GaAs) i jego związków. Są to jednak ogniwa bardzo drogie i dlatego stosuje się je w pojazdach kosmicznych lub systemach z koncentratorami promieniowania słonecznego.

Korzystając z najnowszych danych (wg W. Weiss, AEE INTEC, EUROSUN 2010) na rysunku 1 przedstawiono obecny stan zastosowań energetyki słonecznej cieplnej i fotowoltaiki na tle wykorzystania innych odnawialnych źródeł energii. W 2009 r. całkowita moc zainstalowana w kolektorach słonecznych różnego typu była na poziomie 189 GW_{th} mocy cieplnej, co odpowiadało około 270 000 000 m² kolektorów słonecznych. Na rysunku 2 przedstawiono światową pierwszą dziesiątkę państw przodujących w instalacjach z kolektorami słonecznymi różnego typu (płaskie cieczowe, próżniowe, bez pokryć). W Polsce w 2009 r. powierzchnię zainstalowanych kolektorów słonecznych można oszacować na około 300 000 m². Z kolei w 2009 r. całkowita moc zainstalowana w ogniwach fotowoltaicznych była na poziomie 23 GW_{el} mocy elektrycznej. W Polsce moc zainstalowana była na poziomie kilkuset kilowatów.

Wg W. Weiss, AEE INTEC, EUROSUN2010

Energetyka słoneczna – 2009 r.

całkowita moc zainstalowana w kolektorach słonecznych – 189 GW_{th}
całkowita moc zainstalowana w ogniwach fotowoltaicznych – 23 GW_{el}

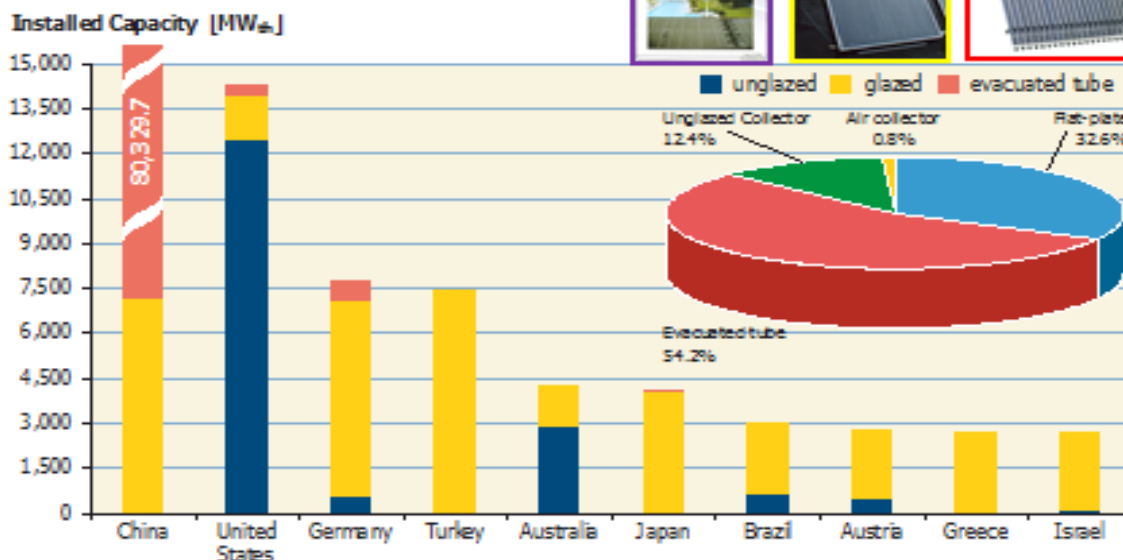


Rys. 1. Obecny stan zastosowań energetyki słonecznej cieplnej i fotowoltaiki na tle wykorzystania innych odnawialnych źródeł energii (danych (wg W. Weiss, AEE INTEC, EUROSUN 2010)

Systemy grzewcze z kolektorami słonecznymi

189 GW_{th} = 270 000 000 m²

Wg Solar Heating Worldwide – 2008, W. Weiss



Rys. 2. Światowa pierwsza dziesiątka państw produkujących w instalacjach z kolektorami słonecznymi różnego typu (płaskie cieczowe, próżniowe, bez pokryć). (wg W. Weiss, AEE INTEC, EUROSUN 2010)

Wizja rozwoju słonecznej energetyki cieplnej w Europie została zawarta w dokumencie *Solar Thermal Vision 2030*, przygotowanym w 2006 r. przez Europejską Platformę Słonecznej Energetyki Ciepłej (ESTTP - *European Solar Thermal Technological Platform*). Przyjęto, że dzięki wprowadzeniu aktywnej polityki wsparcia (m.in. związanej z realizowanym już od 2000 r. programem „*Sun in the Action*”) w 2015 r. moc zainstalowana w słonecznych instalacjach grzewczych w krajach Europy Centralnej wzrośnie do 70 GW_{th}, co będzie odpowiadało około 100 000 000 m² kolektorów słonecznych (płaskich i próżniowych z osłonami), a w 2030 r. wzrośnie do 200GW_{th}. Sytuacja taka zostanie zrealizowana, jeśli wejdą w życie założenia platformy ESTTP przedstawione w dokumencie *Solar Thermal Vision 2030*, w którym przyjęto, m.in. że większość budynków będzie wyposażona w słoneczne instalacje grzewcze. Stwierdzono, że tak powinno się stać ze względu na zmieniające się uwarunkowania ekonomiczne, społeczne i polityczne, a także czysto fizyczne, związane ze wspomnianym wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych.

Z kolei Międzynarodowa Agencja Energetyki opracowała również w 2006 r. scenariusz rozwoju

alternatywnej polityki APS – *Alternative Policy Scenerio*, zawarty w prognozie rozwoju energetyki do roku 2030, IEA 2006 *World Energy Outlook*, w którym uwzględniono rozwój energetyki odnawialnej. Przyjęto, że obecnie rozwijane mechanizmy wsparcia energetyki odnawialnej zostaną wdrożone do roku 2030. Wykorzystanie ciepła produkowanego ze źródeł odnawialnych wzrośnie, co najmniej w 20% w roku 2030 w porównaniu z 2003 r. Prognozy i przewidywania są mniej optymistyczne niż te opracowane przez platformę ESTTP. W przypadku kolektorów słonecznych prognozuje się szczególnie wysoki wzrost, bowiem przeszło dziesięciokrotny. Zgodnie ze scenariuszem APS ciepło wytwarzane w instalacjach z kolektorami wzrośnie z około 280 PJ w roku 2003 do 3000 PJ w 2030 r., w związku z gwałtownie rosnącą liczbą instalacji z kolektorami i mocą w nich zainstalowaną. Przewidywana roczna produkcja ciepła z kolektorów słonecznych, która może być wykorzystywana do celów grzewczych, jak i chłodniczych/ klimatyzacyjnych, w krajach europejskich należących do OCDE w 2030 r. będzie wynosić około 500 PJ i kraje te będą na drugim miejscu w odniesieniu do poszczególnych regionów świata. Na pierwszym miejscu będą Chiny z przewidywaną roczną produkcją dochodzącą do 800 PJ w 2030 r.