

I. Wstęp

Sektor budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, obejmujący większość wszystkich budynków we Wspólnocie Europejskiej, pochłania ponad 40% energii jako odbiorca końcowy. Wartość ta stale rośnie w wyniku rozwoju sektora, a co za tym idzie rośnie zużycie energii i emisja dwutlenku węgla. Na fakt ten zwraca uwagę dyrektywa DYREKTYWA 2002/91/EC PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY EUROPY z 16.12.2002r. Celem Dyrektywy jest wypromowanie poprawy efektywności energetycznej budynku we Wspólnocie Europejskiej, biorąc pod uwagę zewnętrzne i wewnętrzne warunki budynku i opłacalność przedsięwzięć. Jak czytamy w dokumencie: „Wzrost efektywności energetycznej stanowi ważną część pakietu ustaw i środków potrzebnych do wprowadzenia Protokołu z Kyoto, powinien zatem pojawić się w każdym pakiecie ustaw, co pozwoli sprostać przyszłym wymaganiom. Zarządzanie popytem na energię jest ważnym narzędziem umożliwiającym Wspólnocie wpływ na światowy rynek energii, a w efekcie zabezpieczającym dostawę energii w średnim i długim przedziale czasowym”.

W skutek wprowadzenia tej dyrektywy kraje UE wprowadziły obowiązek certyfikacji budynków. W Polsce w celu jej realizacji wprowadzono zmiany w prawie budowlanym ustawą z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane (Dziennik Ustaw Nr 191 pozycja 1373). I oto przykład jak wielka polityka wprost z Brukseli wkracza do naszych domów, a takie pojęcia jak protokół z Kioto przestają być czymś tak odległym jak Japonia, ale mają wpływ na nasze codzienne życie. Dlatego na początek rozważań zatrzymajmy się na moment nad tym i dokumentami by dokonać ich przeglądu.

II. Polityka sektorowa Polski, UE oraz z działaniami wspólnotowymi i krajowymi

• Polityka międzynarodowa

- **Protokoły siarkowe** (do Konwencji z 1979 r. i z 1994 r.)
- **Protokoły azotowe** (do Konwencji z 1979 r. i z 1998 r.)
- **Protokół z Kioto**- uzupełnia Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (United Nations Framework Convention on Climate); Sygnatariusze Traktatu zobowiązali się do roku 2012 zredukować o 5,2% w

porównaniu z 1990r. własne emisje gazów wywołujących efekt cieplarniany tj. CO₂, metan, tlenek azotu, HFC i PFC. Obniżka dla krajów UE wynosi 8%. Do 2050r. ma nastąpić redukcja średniej temperatury globalnej do 0,28°C. Protokół zobowiązuje kraje rozwinięte do wspierania rozwoju technologicznego w krajach słabszych, zwłaszcza w rozwoju alternatywnych źródeł pozyskiwania energii, w tym. m.in. energii słońca

- Deklaracja Madrycka

- Biała Księga

W Deklaracji Madryckiej i Białej Księdze Unii Europejskiej z 1997 roku pt. Energia dla przyszłości: odnawialne źródła energii wskazano konieczność wzrostu udziału OZE przede wszystkim ze względów środowiskowych, a także bezpieczeństwa energetycznego. Jako główny cel uznano wówczas podwojenie udziału energii odnawialnych w bilansie zużycia energii pierwotnej państw Unii do 12% do roku 2010. Przyjęty indykatywny cel 12 % udziału OZE w bilansie energetycznym UE w 2010 roku oznacza 21% energii pochodzącej z OZE.

- Zielona Księga

W Zielonej Księdze *„Ku europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego”* stwierdzono, że energetyka zależy w 50 % od importu paliw i energii, i że zależność ta może osiągnąć 70 % w latach 2020 -2025, Wdrażanie energetyki odnawialnej jest nieodzowne, by chociaż częściowo uniezależnić się od importu paliw i energii spoza krajów UE.

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii z OZE zmieniająca i uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2010/31/UE z 19 maja 2010 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

- Dyrektywa 2002/91/EC w sprawie charakterystyki energetycznej budynków uwzględnia konieczność wspierania produkcji wykorzystania ciepła z OZE oraz podkreśla rolę energii promieniowania słonecznego do zastosowaniach w budownictwie; wprowadzona ze względu na konieczność zmniejszenia energochłonności budownictwa, odpowiedzialnego za 40% strat energii finalnej i związanego z tym zanieczyszczenie środowiska; wymaga podejmowania działań na

rzecz rozwoju ciepłej energetyki odnawialnej, w tym m.in.: wykorzystywanie aktywnych systemów słonecznych i innych systemów grzewczych opartych na OZE

- **Dyrektywa 2003/96/EC** w sprawie restrukturyzacji ram wyznaczających podatki na produkty energetyczne. Ustala minimalne progi podatkowe na produkty energetyczne i energię elektryczną, gaz naturalny i węgiel. Jednocześnie zezwala krajom członkowskim na wprowadzanie częściowych lub całkowitych zwolnień podatkowych na pewne formy energii i ich wykorzystanie, w tym energii produkowanej ze źródeł odnawialnych, w tym energii słonecznej.

- **Polityka rządowa**

- **Ustawa Prawo Ochrony Środowiska - POŚ** z dnia 27 kwietnia 2001 r. wymaga, by wojewódzkie, powiatowe oraz gminne Programy ochrony środowiska zawierały problematykę OZE; wprowadza konieczność stosowania analizy wariantowej przy planowaniu każdego przedsięwzięcia związanego z wytwarzaniem energii z udziałem OZE, co wpływa na wzrost wykorzystania OZE. Jeżeli przekroczenie dopuszczalnych poziomów emisji do powietrza wynika ze stosowania energetyki konwencjonalnej, należy wdrażać energetykę odnawialną.

- **II Polityka Ekologiczna Państwa (z 2000 r.)** - zgodnie z przyjętymi celami średniookresowymi w latach 2003 - 2010 miało nastąpić co najmniej podwojenie wykorzystania OZE w stosunku do roku 2000, co musi być wprowadzone do wojewódzkich i powiatowych programów zrównoważonego rozwoju oraz do wojewódzkich, powiatowych i gminnych planów zagospodarowania przestrzennego; wymagane jest osiągnięcie dominującej roli OZE w bilansach paliwowo-energetycznych na terenach, na których występują najkorzystniejsze warunki do rozwoju OZE; konieczne jest uzyskanie przez OZE znaczącej pozycji w bilansach zużycia energii pierwotnej niektórych regionów kraju, uzyskanie poziomu wykorzystania energii porównywalnego ze średnimi wskaźnikami w państwach UE. Uaktualnienie II Polityki Ekologicznej zostało przeprowadzone w dokumencie. Polityka ekologiczna państwa na lata 2003-2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007- 2010.

- Polityka ekologiczna Polski na lata 2009-2012, z perspektywą do roku 2016 -

określa cele i priorytety ekologiczne, kierunek działań dla zapewnienia właściwej ochrony środowiska naturalnego. Władze samorządowe zobowiązane są do przygotowania odpowiednio wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska. Działania mają służyć poprawie jakości środowiska, realizacji zasady zrównoważonego rozwoju, powstrzymaniu niekorzystnych zmian klimatu oraz ochronie zasobów naturalnych, ważne są prace nad pakietem klimatyczno-energetycznym i wprowadzenie w życie dyrektyw unijnych w sprawie jakości powietrza. Dla terenów, które nie spełniają standardów określonych przez UE, zostaną opracowane i zrealizowane programy naprawcze. W ramach tej polityki przywiązuje się dużą wagę do promocji rozwoju odnawialnych źródeł energii i szybką modernizację przemysłu energetycznego. Przeprowadzenie ocen oddziaływania na środowisko musi być dokonywane na etapie studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, co zagwarantuje, że ochrona środowiska będzie uwzględniana w planach zagospodarowania przestrzennego. Polityka podkreśla też znaczenie edukacji poprzez podnoszenie świadomości ekologicznej społeczeństwa, zgodnie z zasadą "myśl globalnie, działaj lokalnie".

- Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (z późn. zmianami, w tym ostatnie z 11.03.br.) jest opracowywana zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju kraju i określa m.in. rozwój wykorzystania OZE. Organa samorządowe gminy mają obowiązek planowania i organizacji zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy. Wójt (burmistrz, prezydent miasta) opracowuje projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, uwzględniający wykorzystanie OZE. Przedsiębiorstwa energetyczne muszą w swoich planach też uwzględniać wykorzystanie OZE. Tzw. *Mała nowelizacja Prawa energetycznego* dostosowała *Prawo energetyczne* do Dyrektywy 2001/77/WE ws. *promocji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej produkowanej z OZE*, Tzw. *Duża nowelizacja Prawa Energetycznego* wprowadziła o 50% niższe opłaty za przyłączenie OZE o mocy nie wyższej niż 5 MW.

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych

źródłach energii określa udział ilościowy zakupionej energii wytworzonej w odnawialnych źródłach energii lub wytworzonej we własnych OZE

- **Polityka energetyczna Polski do roku 2025** dokument przyjęty w 2005 r. wskazuje kierunki rozwoju energetyki odnawialnej na najbliższe 20 lat, określa zadania związane z rozwojem wykorzystania OZE dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego, poprzez zapewnienie możliwości technicznych i ekonomicznych udziału energii z OZE w pokrywaniu potrzeb energetycznych społeczeństwa i gospodarki. Wymieniono zasady polityki energetycznej istotne dla rozwoju energetyki odnawialnej:

- autonomiczne wykonywanie zadań polityki energetycznej zgodnie z posiadanymi kompetencjami i tym samym odpowiedzialnością przez administrację rządową i przez administrację samorządową, a także ich współdziałanie w rozwiązywaniu wspólnych problemów.

- upowszechnianie idei partnerstwa publiczno-prywatnego na szczeblu regionalnym i lokalnym, w przedsięwzięciach świadczenia usług dystrybucyjnych i zapewnienia dostaw energii i paliw, szczególnie dla rozwoju OZE oraz skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

Podkreślono rolę władz lokalnych: powiatowych i gminnych w prowadzeniu aktywnej realizacji polityki energetycznej państwa na własnym terenie, co oznacza, że decyzje inwestycyjne o charakterze proekologicznym, w tym wykorzystania OZE powinny zapadać w powiatach i gminach, na co ma wpływ świadomość energetyczna w zakresie nowych technologii OZE i stanowisko władz powiatowych i gminnych, ich aktywne włączenie się do procesu kształtowania i realizacji tej polityki na własnym terenie.

- **Rozporządzenie Rady Ministrów** z 22 grudnia 2006 r. w sprawie ustanowienia programu pomocowego w zakresie regionalnej pomocy publicznej na niektóre inwestycje w ochronie środowiska, która weszła w życie 1 maja 2007r. rozszerzyła zakres rozporządzenia pomocowego o energetykę odnawialną. Na mocy tego dokumentu pomoc publiczna w obszarze OZE będzie udzielana zgodnie z mapą pomocy regionalnej. Według § 3 rozporządzenia Rady Ministrów z 13 października 2006 r. w sprawie ustalenia mapy pomocy regionalnej, maksymalna intensywność regionalnej pomocy inwestycyjnej liczona, jako stosunek ekwiwalentu dotacji brutto

do kosztów kwalifikujących się do objęcia tą pomocą, wynosi dla terenu objętego projektem 40 %. Dodatkowe preferencje mają MSP - małe przedsiębiorstwa mogą uzyskać + 20 punktów procentowych a średnie + 10.

- Strategia Rozwoju Kraju na lata 2007 - 2015

Głównym celem strategii jest podniesienie poziomu i jakości życia mieszkańców Polski. Wśród priorytetów Strategii, na temat której trwają właśnie konsultacje, by aktualizować ją do 2020r., znajdują się:

1. Wzrost konkurencyjności i innowacyjności gospodarki
2. Poprawa stanu infrastruktury technicznej i społecznej
3. Wzrost zatrudnienia i podniesienie jego jakości
4. Budowa zintegrowanej wspólnoty społecznej i jej bezpieczeństwa
5. Rozwój obszarów wiejskich
6. Rozwój regionalny i podniesienie spójności terytorialnej

• Polityka regionalna

- Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego „Małopolskie 2015”,

CEL STRATEGICZNY B: STWORZENIE WARUNKÓW DLA WSZECHESTRONNEGO ROZWOJU SPOŁECZNEGO I WYSOKIEJ JAKOŚCI ŻYCIA – co decyduje o atrakcyjności i spójności regionu jako bezpiecznego i przyjaznego miejsca zamieszkania oraz pobytu, a w konsekwencji o jego konkurencyjności jako wszechstronnego środowiska życia.

Obszar polityki rozwoju: B.VI - Ochrona Środowiska- ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza – wprowadzenie przyjaznych dla środowiska technologii, modernizacja procesów technologicznych, likwidacja źródeł niskiej emisji.

Cel pośredni: Wysoka jakość życia w czystym i bezpiecznym środowisku przyrodniczym- działania ukierunkowane na poprawę jakości życia mieszkańców poprzez umożliwienie im egzystencji w czystym i zdrowym środowisku; wzrost ekonomiczny poprzez racjonalizację zużycia energii, surowców i rozwój proekologicznych technologii; zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii – zakładanie plantacji roślin do produkcji bioenergii i budowa instalacji wykorzystujących energię odnawialną.

Kierunek polityki: B.VI.2 - Ochrona powietrza i zwiększenie wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii- Budowa, rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej do wykorzystania energii odnawialnej, pozyskanie energii

słonecznej zwłaszcza dla budynków użyteczności publicznej (szkoły, szpitale, ośrodki zdrowia itp.); Wprowadzanie nowoczesnych, przyjaznych środowisku technologii, modernizacja procesów technologicznych, hermetyzacja procesów produkcji i zmniejszanie materiałochłonności; Ograniczenie emisji zanieczyszczeń z dużych źródeł spalania paliw.

III. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

Efektywność energetyczna jest podstawowym narzędziem ochrony środowiska. Słońce jest źródłem czystej, niekończącej się, a przede wszystkim darmowej energii. Rosnące ceny tradycyjnych paliw takich jak: gaz, olej czy węgiel jeszcze bardziej zwracają uwagę w stronę niekonwencjonalnych rozwiązań. Ponadto coraz większa świadomość ekologiczna wpływa pozytywnie na promocję odnawialnych źródeł energii i wykorzystywanie promieni słonecznych.

Ilość energii potrzebnej do zapewnienia w budynku właściwego ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej określa nam również potencjał oszczędności energii. Istotą projektu jest aktualizacja istniejących systemów do przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz udział odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym.

Wspomaganie systemów ciepłowniczych zasilanych źródłami energii cieplnej i elektrycznej nowoczesnymi systemami z wykorzystaniem kolektorów słonecznych do pozyskiwania energii odnawialnej (słonecznej) sprawi, że nowa instalacja będzie technicznie i ekonomicznie efektywniejsza od dotychczasowej, a energia racjonalnie i świadomie wykorzystywana. Nastąpi także znacząca oszczędność energii, gdyż większość będzie pozyskiwana „bezpłatnie” z natury.

Rozwój infrastruktury techniczno – inżynierskiej posiada dwa aspekty. Jednym z nich jest podnoszenie jakości życia mieszkańców, drugim natomiast oddziaływanie na środowisko. Szereg działań mających na celu zwiększenie komfortu życia może mieć negatywne oddziaływanie na stan środowiska naturalnego. Rozwój sieci ciepłych ma pozytywny wpływ na redukcję niskiej emisji. Jednak, produkty spalania paliw – spaliny, pyły, gazy SO₂, NO_x, CO₂, CO, żużle, odpady z instalacji odsiarczania paliw – są głównymi czynnikami zanieczyszczenia atmosfery. O stopniu szkodliwości tych

zanieczyszczeń decyduje ich rodzaj, stężenie i czas oddziaływania. Gazowe i pyłowe zanieczyszczenia będące wynikiem spalania konwencjonalnych źródeł energii powietrza zwiększają także częstość zachorowań na choroby układu oddechowego, są przyczyną zamierania lasów, powodują efekt cieplarniany. Głównymi ogniskami zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego są:

- emisje z zakładów przemysłowych (głównie energetyka zawodowa i przemysłowa, procesy technologiczne, prywatne zakłady np. rzemieślnicze, rolnictwo),
- niska emisja z sektora komunalno - bytowego (kotłownie, indywidualne paleniska domowe)
- emisja komunikacyjna (transport drogowy, inne pojazdy i urządzenia).

Na terenach objętych projektem najistotniejszym źródłem zanieczyszczeń powietrza są emisje z zakładów przemysłowych oraz z sektora komunalno-bytowego. W celu ograniczenia emisji szkodliwych substancji należy dążyć do zmiany w strukturze grzewczej regionu, jednakże jest to trudne z uwagi na duże koszty przedsięwzięć modernizacyjnych. Prowadzenie edukacji ekologicznej może przyczynić się do wzrostu zainteresowania możliwością a nawet potrzeba wykorzystania czystych źródeł energii oraz źródeł odnawialnych.

Istnieje jednak szereg barier, które stanowią zespół czynników o charakterze psychologicznym, społecznym, instytucjonalnym, prawnym i ekonomicznym. Powodują one ograniczenia w rozwoju sektora energetycznego wykorzystującego źródła odnawialne.

Do podstawowych barier należą:

Bariera prawno- finansowa:

- brak stosownych regulacji prawnych określających jednoznacznie program i politykę w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii
- niewystarczające mechanizmy ekonomiczne, które umożliwiałyby uzyskiwanie odpowiednich korzyści finansowych w stosunku do ponoszonych nakładów inwestycyjnych na obiekty, instalacje, urządzenia przeznaczone do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych
- relatywnie wysokie koszty inwestycyjne technologii wykorzystujących energię odnawialną, jak również wysokie koszty prac niezbędnych do uzyskania energii ze źródeł odnawialnych.

Bariera informacyjna:

- brak powszechnego dostępu do informacji o rozmieszczeniu potencjału energetycznego poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii, możliwego do technicznego wykorzystania
- brak powszechnej informacji o firmach produkcyjnych, wykonawczych i projektowych oraz o firmach konsultacyjnych zajmujących się dziedziną energii odnawialnej
- utrudniony dostęp do informacji o procedurach realizacji inwestycji z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz o korzyściach ekonomicznych, społecznych i ekologicznych związanych z przedsięwzięciem

Bariera dostępności do urządzeń i nowych technologii:

- niedostateczna ilość krajowych organizacji gospodarczych zajmujących się na skalę przemysłową produkcją urządzeń wykorzystujących odnawialne źródła energii;
- brak preferencji podatkowych w zakresie importu i eksportu urządzeń przeznaczonych do systemów wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Bariera edukacyjna:

- niedostateczny zakres programów nauczania, uwzględniających odnawialne źródła energii i świadomość proekologiczną
- brak programów edukacyjno-szkoleniowych dotyczących odnawialnych źródeł energii adresowanych do inżynierów, projektantów, architektów, przedstawicieli sektora energetycznego, bankowości i decydentów.

Bariera wynikająca z potrzeby ochrony krajobrazu:

- brak wypracowanych metod uniknięcia konfliktów z ochroną przyrody i krajobrazu.

IV .Audyty energetyczne i studia wykonalności inwestycji

Aby prawidłowo zainwestować pieniądze w termomodernizację budynku należy przeprowadzić audyt energetyczny obiektu. Audyt taki daje odpowiedź na podstawowe pytania:

1. Które działania zmierzające do obniżenia zużycia energii są efektywne energetycznie i ekonomicznie
2. Jakie są koszty przewidywanych modernizacji oraz czas zwrotu poniesionych nakładów

Audyty energetyczne obejmują wszystkie ekonomicznie uzasadnione działania w celu zmniejszenia zużycia energii, oraz zmniejszenia jej kosztów ponadto zastosowania źródeł odnawialnych tam gdzie jest to ekonomicznie uzasadnione. Zatem choć pierwszym rozważanym celem jest docieplenie budynku w celu zmniejszenia zużycia energii audytor nie ogranicza pojęcia termomodernizacji tylko do tego działania.

Często wyniki audytu stanowią podstawę do przygotowania studium wykonalności danej modernizacji. Studia te zwykle stanowią załącznik do wniosku o dotację.

Aby to zilustrować posłużmy się konkretnym przykładem:

Budynek Publicznego Gimnazjum i przyległego basenu

Stan przed modernizacją:

W obecnie funkcjonującej kotłowni pracują dwa niskotemperaturowe kotły gazowe Paromat-Simplex. Kotły mają moc 460 kW każdy. Moc w stosunku do zapotrzebowania jest przewymiarowana, przez większość sezonu pracuje tylko jeden kocioł, drugi zaś pozostaje w rezerwie i uruchamia się go tylko w przypadku bardzo niskich temperatur zewnętrznych.

Budynek szkoły wyposażony jest w grzejniki żeliwne starego typu. Zasilanie c.o. w budynku szkoły ma parametry 65/45°C. Obiekt basenu zasilany jest wodą o parametrach 95/70°C, a instalacja wentylacyjna zasilana jest wodą o parametrach 90/70°C, a jego zapotrzebowanie mocy jest na poziomie $Q=150,4$ kW i na potrzeby wentylacji $Q=100$ kW

Celowe zatem jest przeprowadzenie zmian w celu obniżenia kosztów wytwarzania ciepła w budynku Publicznego Gimnazjum i przyległego basenu.

lp.	Rodzaj danych	Obiekt
-----	---------------	--------

		Gimnazjum	Basen
1.	Kubatura budynku	6 910 m3	6 910 m3
2.	Powierzchnia użytkowa	6 523 m2	2 118 m2
4.	Zapotrzebowanie na moc ciepłą	~380 kW	250,4 kW
5.	Liczba osób korzystających z obiektu	636 uczniów i nauczycieli	490 os/doba
6.	Zapotrzebowanie na energię ciepłą średnie z trzech ostatnich lat	2 534,3 GJ/rok	2 074,3 GJ/rok
7.	Zużycie wody [m3]	2695	1873
9.	Zużycie ciepłej wody	Brak zasilania w c.w.u.	873

Tabela 1. Dane Publicznego Gimnazjum i przyległego basenu

Proponowane zmiany w technologii kotłowni:

W celu obniżenia kosztów wytworzenia ciepła należy rozpatrzyć możliwe warianty zmian.

Zastosowanie automatyki regulacji c.o.

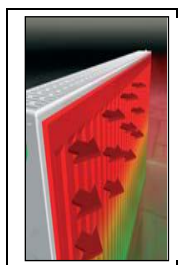
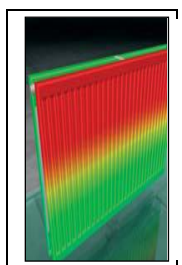
Obecnie eksploatowane kotły posiadają automatykę pogodową oraz sterowanie czasowe umożliwiające grzanie przez 5 dni w tygodniu 12 godzin na dobę. Aby osiągnąć dalsze oszczędności należy dodatkowo zastosować głowice regulacyjne na grzejnikach w każdym z pozostałych pomieszczeń poza pomieszczeniem gdzie jest zainstalowany czujnik temperatury wewnętrznej z kotła. Tego typu regulacja powinna przynieść oszczędności od 5 do 10% w stosunku do układu nieregulowanego.

Wymiana starych grzejników na bardziej sprawne grzejniki konwekcyjne

Obecna instalacja wyposażona jest w stare grzejniki żeliwne i pracuje na parametrach zasilanie/powrót 65/45°C.

Aby zwiększyć efektywność wymiany ciepła i pomniejszyć straty, które powoduje duża bezwładność tych grzejników, proponujemy ich wymianę na grzejniki nowego typu np. na grzejniki kompaktowe płytowe np. firmy Kermi typu Therm X2. Grzejniki Therm X2 charakteryzują się znacznie większym udziałem promieniowania. Natomiast zastosowanie zaworu z nastawioną wstępnie wartością kv znacznie skraca czas montażu i pozwala zrezygnować z wyrównania hydraulicznego. Wersja kompaktowa w wykonaniu modernizacyjnym występuje np. z rozstawem przyłączy odpowiednim do starych grzejników żeliwnych. Wyjątkowa technologia Therm X2 umożliwia oszczędność energii podczas przekazywania ciepła i to o 11% w porównaniu z grzejnikami tradycyjnymi i o 22% w porównaniu z grzejnikami żeliwnymi starego typu.

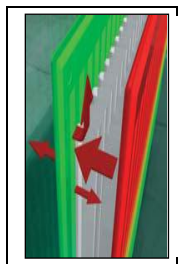
Technologia Therm X2 oferuje pracę grzejników według nowej, opatentowanej zasady przepływu szeregowego. Oznacza to, że najpierw zasilana jest przednia płyta. W typowych warunkach pracy wydajność przedniej płyty jest wystarczająca i kolejna płyta przejmuje funkcję ekranu przeciw wypromieniowaniu ciepła. Dopiero przy zwiększonym zapotrzebowaniu na ciepło kolejne płyty przyczyniają się, dzięki zwiększonej konwekcji, do szybkiego ogrzania pomieszczenia. Wynik: taki



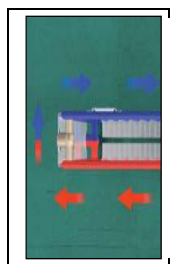
Do 25 % krótszy czas nagrzewania grzejnika. Wymuszony przepływ szeregowy powoduje krótszy cykl nagrzewania, krótszy czas działania i szybsze zamknięcie zaworu.

Do 100 % większy udział promieniowania. Wynik taki uzyskuje się dzięki

stopień sprawności energetycznej nie jest możliwy do osiągnięcia przez tradycyjne grzejniki płytowe. Ponadto ustawione fabrycznie wartości k_v oferują prawie idealne warunki hydrauliczne. Dodatkowym atutem grzejnika jest oszczędność ok. 20% energii elektrycznej koniecznej do zasilania pompy.



wyższej średniej temperaturze powierzchni płyty przedniej.



Zmniejszona strata promieniowania w kierunku powierzchni zewnętrznych, dzięki mniejszej średniej temperaturze powierzchni płyty tylnej

Większa efektywna oszczędność energii i zmniejszenie strat dzięki większemu Δt pomiędzy zasilaniem i powrotem.

Przez większą część sezonu grzewczego grzejniki pracują przy częściowym obciążeniu i małym strumieniu masy wody. Temperatura powierzchni wynosząca znacznie poniżej 40°C jest wprawdzie wystarczająca do uzyskania żądanej temperatury pomieszczenia, jednak nie zapewnia przyjemnego uczucia ciepła. Przepływ szeregowy powoduje znacznie wyższą temperaturę powierzchni płyty przedniej, a dzięki temu do 100% większy udział promieniowania.

Tego typu grzejniki doskonale znajdują zastosowanie dla nowoczesnych technik energii odnawialnej jak ekonomizery, pompy ciepła czy nawet kolektory słoneczne. Ma to duże znaczenie z uwagi na ekonomię pracy kotłowni:

umożliwia wspomaganie instalacji c.o. z poniżej opisanych źródeł odnawialnych : kolektorów słonecznych, pomp ciepła w tym umożliwia również odzysk ciepła ze zużytego powietrza wentylacyjnego.

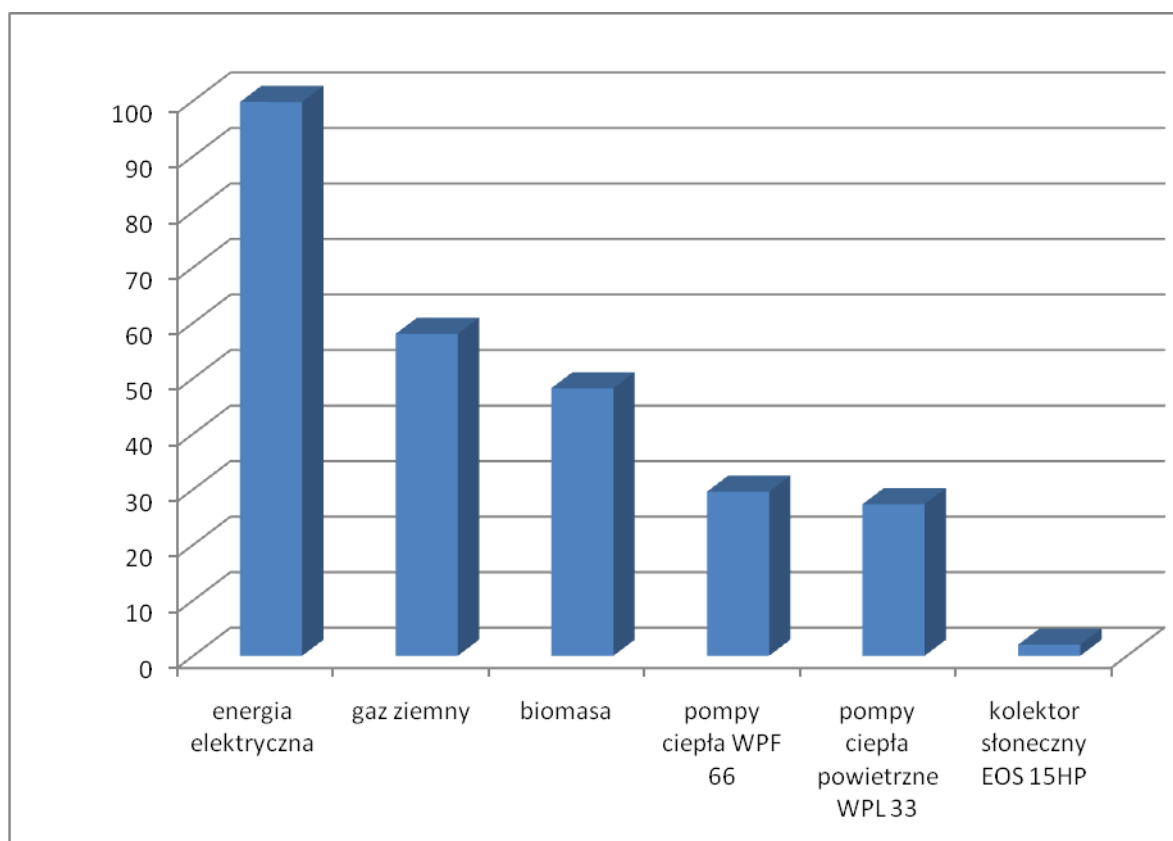
pozwała na zastosowanie ekonomizera. W zakresie niskich temperatur obiegu c.o. jest możliwość wykorzystania odzysku ciepła ze spalin zatem sprawność całej instalacji grzewczej w tym zakresie temperatur rośnie o kilka do kilkunastu procent w stosunku do obecnego wytwarzania ciepła.

Zatem wymiana grzejników powinna dać oszczędności rzędu kilku do kilkunastu procent dzięki lepszemu wykorzystaniu właściwości oddawania ciepła oraz od 20 nawet do 50% dzięki wspomaganie c.o. z wykorzystaniem energii odnawialnych – w zależności od stopnia wspomaganie i ilości zastosowanych usprawnień opisanych poniżej.

Zastosowanie tych grzejników pozwala na pełne wykorzystanie pomp ciepła proponowanych do stworzenia lodowiska przy obiekcie, poprzez wykorzystanie ich funkcji chłodniczych w dolnym obiegu pompy. Wykonanie takiej zmiany jest jednak kosztowne nie tylko ze względu na wysoki koszt samego urządzenia, ale i związane z tym przedsięwzięciem wymianę rur c.o. Ze względu na wysokie koszty tej modernizacji przy wprowadzanie tego rozwiązania proponuję powiązać z dotacją np. z programów rewitalizacji obszarów wiejskich. .

Zastosowanie kotła na biomasę (pelety)

Koszt 1GJ energii w zależności od źródła jego wytworzenia obrazuje poniższy wykres:



Wykres 2. Koszt wytworzenia 1 GJ energii cieplnej

Modernizację z zastosowaniem kotła na biomasę można przeprowadzić poprzez demontaż jednego z 2 kotłów gazowych i zastąpieniu go kotłem na biomasę o mocy ok. 465kW pracującego w osobnym obiegu w układzie otwartym odseparowanym od obiegu głównego płytowym wymiennikiem ciepła. Proponuje się przy tym pozostawić istniejący kocioł gazowy jako drugie rezerwowe źródło ciepła. Propozycja ta wynika z danych dostarczonych przez Inwestora, które przedstawiają, że moc 460kW jest wystarczająca przez zdecydowanie większą część sezonu grzewczego. W przypadku bardzo niskich temperatur pełne pokrycie mocy zapewnią oba kotły jednocześnie.

Zmiany te mają sens tylko wtedy, gdy demontowany kocioł zostanie wykorzystany w innym obiekcie gminnym. Kotłem ten nie wymaga jeszcze wymiany, ponieważ jest wysokiej klasy i znajduje się w dobrym stanie technicznym i może dalej służyć przez następne lata. Zatem w przypadku braku możliwości zagospodarowania wymienianego kotła gazowego w innym miejscu należy do tej modernizacji przystąpić dopiero gdy kocioł będzie

odpowiednio wyeksploatowany. Ze względu na planowaną rozbudowę obiektu o hotel w przypadku jej rychłej realizacji można pozostawić oba kotły gazowe w kotłowni oraz dołożyć kocioł na biomasę gdyż łączne zapotrzebowanie na ciepło wzrośnie o wartość dla nowego obiektu.

Kotły pracować będą na wspólny bufor c.o. o pojemności 3m³, który należy zainstalować w kotłowni. Proponowany kocioł to Bioflex typ HL400 firmy ThermoStahl o mocy do 465kW w raz z systemem podawania paliwa z zasobnika zewnętrznego. Kocioł charakteryzuje się wysoką sprawnością jak na kotły na paliwa stałe ok. 87 %. Dodatkową zaletą jest możliwość spalania różnorodnych paliw od peletu poprzez ziarna zbóż oraz zrębki drewna i trociny co uniezależnia na przyszłość Szkołę od ewentualnych nagłych i nieoczekiwanych wzrostów cen jednego rodzaju paliwa.



Opis kotła:

- Niskotemperaturowy stalowy kocioł grzewczy na paliwa stałe wykonany zgodnie z normą PN-EN 303-5 oraz odpowiadający normie DIN 4702. Kocioł posiada oznakowanie CE oraz Świadectwo Badania na "Znak Bezpieczeństwa Ekologicznego".
- Konstrukcja w technologii poziomej płomiennicowo - płomieniówkowej o swobodnym przepływie spalin z nawrotną komorą spalania, podwójna izolacja

termiczna (wełna mineralna w folii ALU 100mm) zapewniają wysoki współczynnik sprawności przy paliwie stałym $\geq 87\%$, oszczędność paliwa i bardzo niski poziom emisji szkodliwych substancji w spalinach.

- Kocioł przystosowany jest do spalania paliw stałych: drewno, węgiel, pellet, biomasa, zrębki drewna, trociny, jak również do pracy z nadmuchowymi palnikami gazowymi i olejowymi.
- System automatycznego podawania paliwa przy pomocy podwójnego podajnika ślimakowego umożliwia dokładniejsze i bardziej precyzyjne podawanie paliwa oraz niezawodne zabezpieczenie przed cofaniem się płomienia.
- Długi czas pomiędzy zasypami i utrzymania żaru przy zatrzymaniu kotła pozwala na kilkudniową pracę nie wymagającą dozoru.
- Duże frontowe drzwi przednie umożliwiają wkładanie paliwa bezpośrednio do kotła (np. większe kawałki drewna).
- Duża komora spalania oraz zasobnik na paliwo umożliwiają załadunek paliwa w ilości gwarantującej wielogodzinne spalanie.
- Posiada dodatkowy system - zawór wodny, zabezpieczający przed cofaniem się płomienia do zbiornika z paliwem
- kocioł standardowo wyposażony w regulator sterujący podawaniem, pracą kotła. Ponadto jest możliwość zakupu paneli sterujących z regulacją pogodową dobieranych w zależności od potrzeb instalacji.

Panele te realizują funkcję obniżenia nocnego temperatury oraz obniżenia weekendowego. Zastosowanie tej automatyki pozwoli na dodatkowe znaczne oszczędności wynikające z systemu regulacji energia dostawanego do czasu i dni pracy urzędu.

	KOCIOŁ WIELOPALIWOWY - Bioflex	Ceny jednostkowe [PLN]	Cena za zestaw [PLN]
1.	MODEL HL 400 Zawiera -Kocioł na biomasę HL400 ze sterownikiem	251 111,80	251 111,80

stałotemperaturowym -Podajnik przykotłowy -Podajniki ślimakowe do transportu peletu -Zewnętrzny magazyn pelletu STH 9 $V=14,9m^3$ -Zasobniki buforowe 2x PHW 1500 -Naczynie zbiorcze otwarte 60l -Wymiennik ciepła JAD XK 12.114.FF -Pozostałe elementy węzła cieplnego (rury, zawory, izolacje)		
- montaż	59 890,00	59 890,00
CENA		311 001,80

<i>Moc</i>	<i>Ilość godzin pracy</i>	<i>Energia</i>	<i>Cena</i>	<i>Roczny</i>
<i>[kW]</i>	<i>kotła</i>	<i>[GJ]</i>	<i>wytworzenia</i>	<i>koszt pracy</i>
			<i>[zł/GJ]</i>	<i>kotła łącznie</i>
				<i>z paliwem</i>
				<i>[zł]</i>
465	2100	4399,3	49,00	215 564,30

Czas zwrotu inwestycji **SPBT = 9,6 lat**

Uwzględniając szacunkową wartość białych certyfikatów (100 zł/MWh) wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie 50% czas zwrotu inwestycji będzie zdecydowanie poniżej 10 lat . Temat białych certyfikatów jest omówiony w rozdz. VIII.4. i wyniesie **1,2 roku**.

Uwzględniając wartość białych certyfikatów wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie 85% czas zwrotu inwestycji będzie wynosił **0,4 roku**.

Pompy ciepła z odzyskiem z zużytego powietrza wentylacyjnego

Kolejnym słusznym rozwiązaniem jest zastosowanie pomp ciepła, wykorzystujących jako dolne źródło zużyte powietrze wentylacyjne. Propozycja ta wynika z faktu, że w budynku szkoły w chwili obecnej jest wentylacja naturalna (grawitacyjna) natomiast na obiekcie basenu zastosowana jest rekuperacja o niskiej sprawności. Ciepło zużytego powietrza wentylacyjnego jest bezpowrotnie tracone. Straty ciepła na wentylację to zazwyczaj około 30% energii grzewczej obiektu. Przy zastosowaniu odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego możemy odzyskać około 20% energii grzewczej. Zyskując w tym przypadku 920 GJ. Zakładając średni cenę GJ energii z gazu jako 55,00 zł oznacza to koszt ok. 50,6 tys. zł za sezon grzewczy. Temperatura powietrza wentylacyjnego, bez względu na porę roku, jest na poziomie ok. 20°C na budynku szkoły i ok. 12-16 na basenie gdzie zastosowana jest rekuperacja. Pompy powietrzne uzyskują w takich warunkach wysoki współczynnik efektywności COP rzędu 3,5-4. Instalacja taka jest niezależna od warunków pogodowych.

Proponujemy zastosowanie 4 pompy ciepła WPL 33 mocy 20 kW po 2 dla budynku gimnazjum i 2 dla basenu

Pompy ciepła powietrzne WPL 33

		Ceny jednostkowe [PLN]	Cena za zestaw [PLN]
1.	MODEL WPL 33 E Zawiera -WPL 33E Pompa ciepła powietrze/woda z elektronicznym zaworem rozprężnym - urządzenie podstawowe -Obudowa WPL a do pomp ciepła WPL 33 wykonanie zewnętrzne -WPMW II Automatyka sterująca dla jednej lub dwóch pomp ciepła serii WPF 10/13/16 M, WPW 13/18/22 M, WPF 20/27/40/52/66, WPL 10/13/18/23/33, do montażu na ścianie	81 525,60	326 102,40

	-FE 7 Moduł zdalnego sterowania z czujnikiem temperatury wewnętrznej i trzema trybami pracy (normalna, obniżona, automatyczna) -TF 6 A Czujnik temperatury - zanurzeniowy, średnica 6 mm, długość kabla 1 m -SBP 700 Zasobnik buforowy, wiszący, bezwęzownicowy, z konsolą montażową -UP 32-80-180 Pompa obiegowa do instalacji pomp ciepła - strona WNA (bez półśrubunków) -Pozostałe elementy węzła cieplnego (rury, zawory, izolacje)		
	- montaż		35 760,00
CENA			361 862,40

<i>Moc</i> <i>[kW]</i>	<i>Ilość godzin</i> <i>odzysku ciepła</i>	<i>Energia</i> <i>[GJ/rok]</i>	<i>cena</i> <i>wytworzenia</i> <i>[zł/GJ]</i>	<i>Roczny</i> <i>koszt</i> <i>[zł]</i>
80	2628	756,9	23,50	17 787,15

Czas zwrotu inwestycji **SPBT= 16,9 lat**

Uwzględniając wartość białych certyfikatów (100 zł/MWh) wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie **50%** czas zwrotu inwestycji będzie poniżej 10 lat i wyniesie **4,7 roku**.

Uwzględniając wartość białych certyfikatów wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie **85%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **1,4 roku**.

Pompy ciepła do odzysku ciepła traconego wraz ze zużytą wodą z basenu.

Specyfika funkcjonowania basenu zmusza do podjęcia rozważań nad odzyskiem ciepła traconego wraz ze zrzutem wody zużytej do kanalizacji o temperaturze średnio wyższej niż 20°C w ilości 9,6m³/dobę. Schładzając taką ilość wody o ok. 10°C pozwala to odzyskać ok. 132,5GJ energii rocznie co nam daje ok. 7,3tys. zł oszczędności. Temperatura wody wypuszczanej do kanalizacji jest przeważnie stała waha się w granicach kilku stopni, co nam daje znakomite dolne źródło dla pompy ciepła. Aby wykorzystać to ciepło maksymalnie należałoby wykonać zbiornik np. metalowy emaliowany lub betonowy w którym zrzucana woda z basenu przebywałaby do momentu należytego schłodzenia, ponieważ zrzut wody odbywa się tylko przez około dwie godziny co utrudnia efektywny odzysk ciepła z tak sporej ilości wody. Zbiornik powinien być izolowany termicznie z zewnątrz w sposób szczelny (uniemożliwiający dostawanie się wody lub wilgoci do izolacji), gdyż np. wełna mineralna powszechnie stosowana w takich przypadkach traci swoje właściwości po zawilgoceniu. Jest to szczególnie ważne w przypadku umieszczenia zbiornika pod ziemią ze względu na możliwość oddziaływania wód gruntowych. Z tego samego względu zbiornik musi być zabezpieczony przed wynoszeniem przez te wody.

Pompa ciepła pracować będzie w układzie wymiennika gruntowego poziomego dogrzewanego na powrocie glikolu z wymiennika gruntowego zużytą wodą basenową. Pobieranie ciepła następować będzie poprzez wymiennik typu JAD lub spiralę rury wymiennika gruntowego zanurzona w zbiorniku ze zużytą wodą basenową.

Dodatkowym atutem przemawiającym za takim rozwiązaniem jest możliwość wykorzystania wężownicy-dolnego źródła jako urządzenie schładzające. Można by je zastosować do wykonania sztucznego lodowiska przy budynku Gimnazjum, co dałoby szkole dodatkowy dochód. Takie lodowisko mogłoby cieszyć się powodzeniem nawet do temperatury +8°C. W przyszłości można by pomyśleć na zadaszeniu lodowiska i przedłużeniu czasu jego użytkowania. Taki obiekt byłby znakomitą uzupełnieniem dla basenu i na pewno byłby zaaprobowany.

		Ceny jednostkowe [PLN]	Cena za zestaw [PLN]
1.	MODEL WPW 22 M Zawiera -WPW 22 M Pompa ciepła woda/woda z elektronicznym zaworem rozprężnym - urządzenie podstawowe -Obudowa WPW a do pomp -WPMW II Automatyka sterująca dla jednej lub dwóch pomp ciepła serii WPF 10/13/16 M, WPW 13/18/22 M, WPF 20/27/40/52/66, WPL 10/13/18/23/33, do montażu na ścianie -FE 7 Moduł zdalnego sterowania z czujnikiem temperatury wewnętrznej i trzema trybami pracy (normalna, obniżona, automatyczna) -TF 6 A Czujnik temperatury - zanurzeniowy, średnica 6 mm, długość kabla 1 m -SBP 700 Zasobnik buforowy, wiszący, bezwęzownicowy, z konsolą montażową -UP 32-60-180 Pompa obiegowa do instalacji pomp ciepła - strona WNA (bez półśrubunków) -wężownica + glikol -Pozostałe elementy węzła cieplnego (rury, zawory, izolacje)	77 159,70	308 638,80
	- montaż		41 150,00
CENA			349 788,80

<i>Moc</i> <i>[kW]</i>	<i>Ilość godzin</i> <i>odzysku ciepła</i>	<i>Energia</i> <i>[GJ/rok]</i>	<i>Cena</i> <i>wytworzenia</i> <i>[zł/GJ]</i>	<i>Roczny</i> <i>koszt</i> <i>[zł]</i>
112	1600	645	12,38	7 985,10

Czas zwrotu inwestycji **SPBT= 14,5 lat**

Uwzględniając wartość białych certyfikatów (100 zł/MWh) wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie **50%** czas zwrotu inwestycji będzie poniżej 10 lat i wyniesie **4,5 roku**.

Uwzględniając wartość białych certyfikatów wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu dotacji na poziomie **85%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **1,4 roku**.

Odzysk ciepła ze spalin.

W celu dodatkowego podniesienia efektywności pracy kotła na biomasę można zastosować ekonomizer. Możliwość techniczna takiego rozwiązania należy określić na etapie projektowym, gdyż ma on wpływ na ciąg kominowy - wymaga określonego jego przekroju, oraz wkładu kwasoodpornego co jest opisane w dalszej części.

Dobrze zaprojektowana instalacja odzysku ciepła ze spalin może spowodować uzyskanie dodatkowej energii przeciętnie na poziomie 6-10% dotychczas wykorzystywanej energii kotłów. Oznacza to, że przy wykorzystanej mocy rzędu 460 kW w kotłowni szkoły dodatkowo uzyskana w ten sposób moc będzie na poziomie do 27,5-46 kW. Uzależnione jest to od obciążenia cieplnego kotłów oraz temperatury powrotu c.o. Gdy obciążenie jest największe (zima) odzysk jest większy jednocześnie podniesienie temperatury obiegu c.o. wynikające ze spadku temperatury zewnętrznej może obniżyć efektywność lub uniemożliwić zastosowanie ekonomizera. Zatem jego zastosowanie najlepiej połączyć z wymianą grzejników w budynku w celu obniżenia parametrów pracy instalacji c.o. do poziomu 60/40 °C lub niższej.

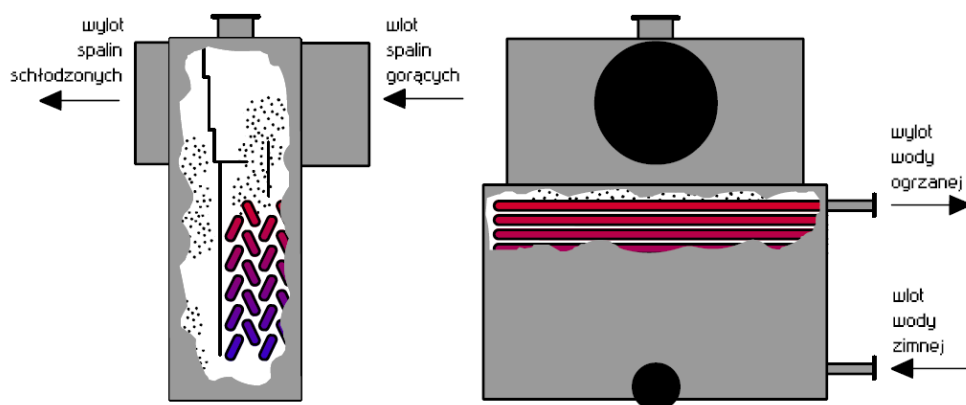
Temperatura spalin z kotła na biomasę ok. 220-230°C zatem stanowi dobre źródło dotychczas nie wykorzystanej energii.

Podczas eksploatacji systemu odzysku ciepła ze spalin następuje znaczne wykraplanie się pary wodnej wynikające z gwałtownego jej schłodzenia. Skropliny mają odczyn kwaśny.

Zastosowanie tej technologii wymaga zatem uwzględnienia paru dodatkowych czynników:

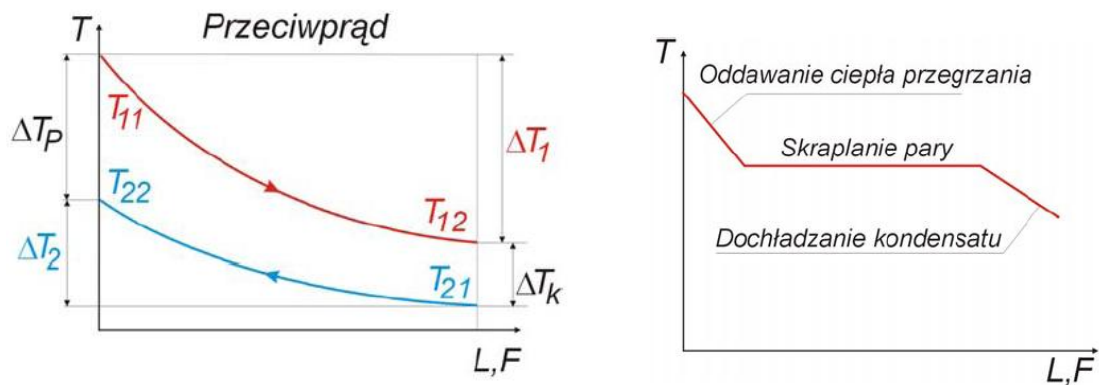
- a) kominy muszą być wykonane ze stali kwasoodpornej lub wyposażone w odpowiednie wkłady by skropliny nie doprowadziły do destrukcji komina.
- b) rekuperator ciepła musi być wyposażony w instalacje odprowadzenia skroplin wraz ze zbiornikiem na ich gromadzenie oraz systemem neutralizacji skroplin. Zgodnie z przepisami zrzut wody do kanalizacji jest możliwy tylko w określonych porach doby oraz po neutralizacji ich kwaśnego odczynu pH .

Najprostsze instalacje odzysku ciepła składają się z ekonomizera (rekuperatora ciepła) oraz wymiennika płytowego przekazującego ciepło do układu C.O., czy też podgrzewają wodę użytkową.



Rysunek 1. Schemat działania prostego odzysku ciepła ze spalin

Praca układu jest sterowana elektronicznym regulatorem. Układ taki charakteryzuje się tym wyższą efektywnością odzysku ciepła im większa jest różnica temperatur.



Wykres 3. Wpływ temperatury cieczy wpływającej do układu ekonomizera na pracę oddawaną do instalacji.

Dodatkowy średni uzysk mocy jest zatem na poziomie 6-8% mocy kotła. Efekt rekuperacji ze spalin jest możliwy tylko do temperatury wody obiegowej ekonomizera do 40°C. Z racji tego trzeba tak dobrać instalację, aby wykorzystać maksymalnie możliwości rekuperacji, czyli woda wodociągowa zimna powinna być podgrzewana w ekonomizerach. A dopiero później dogrzewana za pomocą innych źródeł ciepła.

Dobre efekty daje połączenie techniki rekuperacji z zastosowaniem pomp ciepła. Woda z ekonomizera po schłodzeniu w wymienniku płytowym ma temperaturę na poziomie temperatury powrotu C.O. czyli przeciętnie pow. 40°C. Po osiągnięciu tej temperatury proces oddawania ciepła ustaje. Dalsze schłodzenie jest w sposób konwencjonalnej wymiany niemożliwe. Przy zastosowaniu pomp ciepła uzyskujemy możliwość dalszego schłodzenia wody do poziomu nawet kilku stopni Celsjusza przy jednoczesnym jego przekazywaniu do obiegu C.O. na wyższym poziomie temperaturowym. Podnosi to efektywność pracy ekonomizera nawet dwukrotnie w stosunku do powyższych wyliczeń.

		Ceny jednostkowe	Cena za zestaw [PLN]
--	--	------------------	----------------------

		[PLN]	
1.	MODEL EPQ 25	57 120,00	57 120,00
	- montaż	17 100,00	17 100,00
		CENA	74 220,00

<i>Moc przy temperaturze wody powrotnej c.o. 40°C [kW]</i>	<i>Ilość godzin sezonu grzewczego z uwzględnieniem przerw odzysku ciepła</i>	<i>Energia [GJ/rok]</i>	<i>Cena wytworzenia [zł/GJ]</i>	<i>Roczny koszt [zł]</i>
27,6-46	2100	208	4,32	898,56

Czas zwrotu inwestycji **SPBT= 7 lat**

Uwzględniając pozyskanie dotacji na poziomie **50%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **3,5 roku**.

Uwzględniając pozyskanie dotacji na poziomie **85%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **1,05 roku**.

Dobór instalacji kolektorów słonecznych

		Ceny jednostkowe [PLN]	Cena za zestaw [PLN]
1.	MODEL EOS 15HP Zawiera -zestaw 112 kolektorów słonecznych próżniowych	447 535,00	447 535,00

-sterownik solarny -zasobnik buforowy 6m ³ -zasobnik c.w.u. 2m ³ -stacja solarna -grupa bezpieczeństwa S600 -wymienniki ciepła		
- montaż	81 370,00	81 370,00
CENA		528 905,00

Energia [GJ]	Cena wytworzenia [zł/GJ]	Roczny koszt [zł]
751	3,58	2 688,58

Czas zwrotu inwestycji **SPBT= 15,3 lat**

Uwzględniając pozyskanie dotacji na poziomie **50%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **7,7 roku**.

Uwzględniając pozyskanie dotacji na poziomie **85%** czas zwrotu inwestycji wyniesie **2,3 roku**.

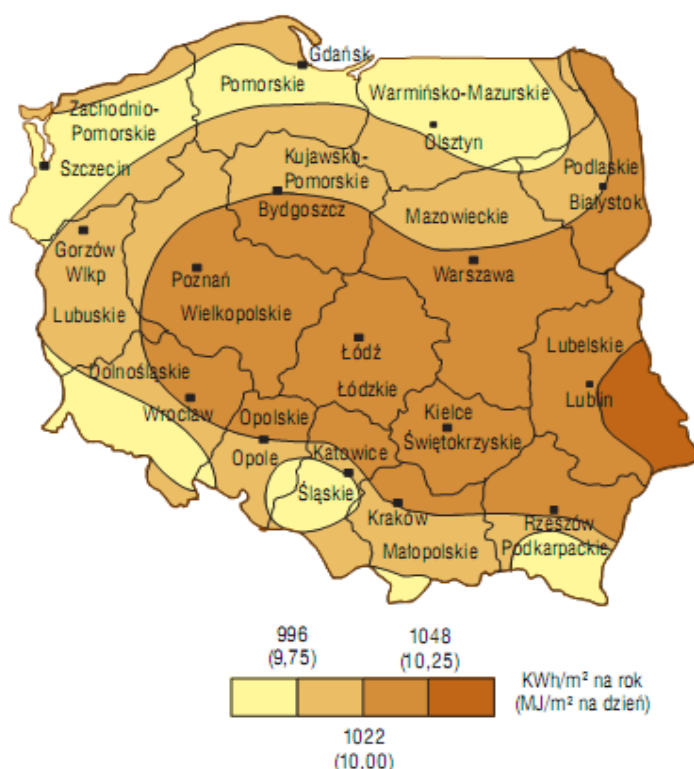
Jak widać z przedstawionych przykładów nawet w budynkach prawidłowo docieplonych można znaleźć znaczne oszczędności energii, a także obniżyć koszt jej wytwarzania. Drugi wniosek z tego przykładu jest następujący. Warto korzystać z zewnętrznych funduszy dotacyjnych gdy SA one dostępne gdyż umiejętne skorzystanie z nich znacznie skraca czas zwrotu wkładu własnego czyniąc inwestycję bardziej opłacalna i uzasadniona ekonomicznie.

V. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w procesach grzewczych

1. Kolektory słoneczne

Rejonizację zasobów energii słonecznej przedstawiono wg Atlasu Rzeczypospolitej Polskiej. W Atlasie zostały przedstawione cztery zakresy rozkładu natężenia promieniowania słonecznego

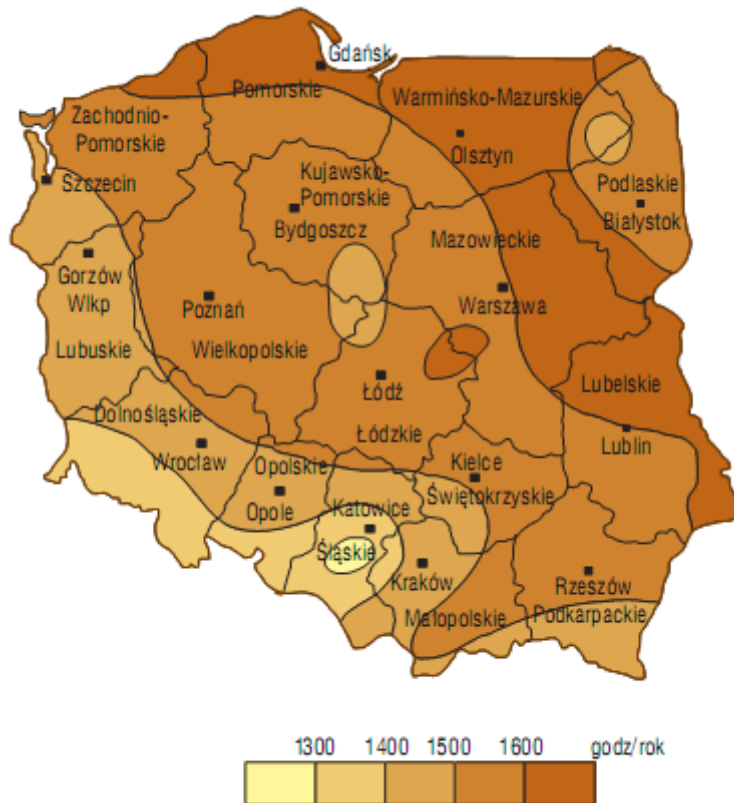
- 1) poniżej 996 kWh/m²/rok, tj. od 9,75 MJ/m²/dobę
- 2) 996-1022 kWh/m²/rok, tj. 9,75-10,00 MJ/m²/dobę
- 3) 1022-1048 kWh /m²/rok, tj. 10-10,25 MJ/m²/dobę
- 4) powyżej 1048 kWh/m²/rok, tj. ponad 10,25MJ/m²/dobę



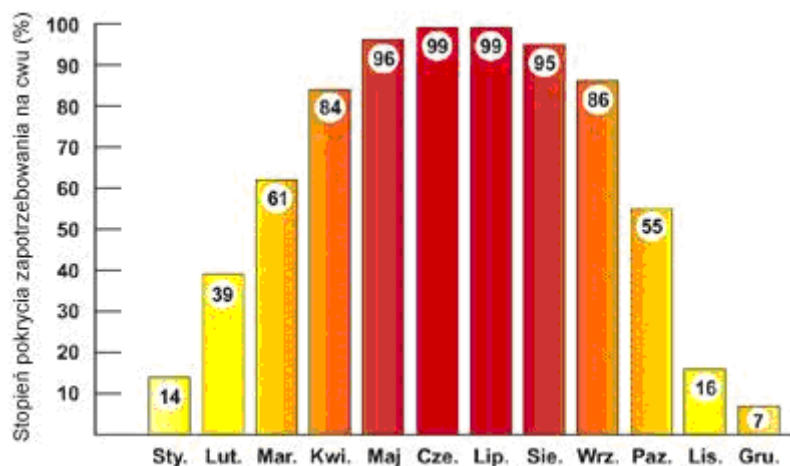
Rys.3. Rejonizacja średniorocznych sum promieniowania słonecznego całkowitego w Polsce [w kWh/m²/rok]. Atlas Główny Rzeczypospolitej Polskiej.

Wg mapy Atlasu Głównego Rzeczypospolitej Polskiej na terenie Polski południowej, gdzie zlokalizowana jest planowana inwestycja roczne sumy natężenia promieniowania słonecznego wynoszą ok. – 1022 - 1048 kWh/m²/rok, tj. 10,00 – 10,25 MJ/m²/dobę. Wartości te wskazują całkowite roczne zasoby energii promieniowania słonecznego, czyli potencjalną energię użyteczną.

Innym parametrem, decydującym o możliwościach wykorzystania energii promieniowania słonecznego w kolektorach są średnioroczne sumy promieniowania słonecznego, tzw. „nasłonecznienie”. Przedstawiono je na rysunku poniżej, podając



2010 年 12 月 1 日



Wys. 1. Stopień pokrycia zapotrzebowania.

Dane klimatyczne dla Tarnowa przedstawia tabelka poniżej:

RETScreen

Country

Poland

Province / State

n/a

Climate data location

Tarnow

Latitude

°N

50,0

Longitude

°E

21,0

Elevation

m

209

Heating design temperature

°C

-13,3

Cooling design temperature

°C

27,0

Earth temperature amplitude

°C

20,5

Source

Ground

Source

Ground

Source

NASA

	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Cooling degree-days
	°C	%	kWh/m²/d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Jan	-1,4	79,9%	1,02	98,4	2,1	-4,4	601	0
Feb	-1,2	78,2%	1,77	98,3	2,1	-3,1	538	0
Mar	3,5	74,9%	2,80	98,2	2,2	1,9	450	0
Apr	8,9	71,0%	3,68	97,9	2,0	8,9	273	0
May	14,2	72,1%	4,93	98,1	1,7	15,1	118	130
Jun	16,3	75,0%	4,87	98,0	1,6	18,1	51	189
Jul	18,3	75,1%	4,88	98,1	1,4	20,6	0	257
Aug	18,2	75,9%	4,33	98,1	1,3	20,3	0	254
Sep	14,0	79,6%	2,94	98,2	1,5	14,5	120	120
Oct	9,5	79,6%	1,76	98,4	1,8	8,4	264	0
Nov	3,4	82,1%	0,98	98,3	2,0	1,5	438	0
Dec	0,7	82,6%	0,78	98,4	2,1	-3,4	536	0
Annual	8,8	77,2%	2,90	98,2	1,8	8,3	3 388	951
Source	Ground	Ground	NASA	NASA	Ground	NASA	Ground	Ground

Measured at

m

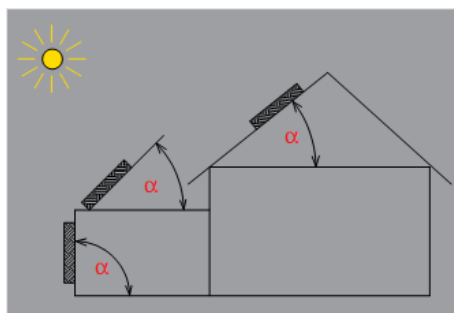
10

0

Najpowszechniej w Polsce stosowane są kolektory płaskie. Coraz częściej spotyka się jednak kolektory próżniowo-rurowe. Taki kolektor składa się z rur próżniowych w których element zbierający ciepło tzw. absorber znajduje się w próżni co znacznie poprawia działanie kolektora w obrębie szerokości geograficznych takich na jakiej znajduje się Polska. Absorpcja ciepła słonecznego nie jest wówczas uzależniona w tak znaczącym stopniu od temperatury zewnętrznej, dzięki czemu stosując panel tego typu możemy liczyć na znaczne zyski ciepła w instalacji nawet w mroźne zimowe słoneczne dni. Posiada on zwierciadło dodatkowo doświetlające absorber ze strony odsłonecznej, jest ono wykonane poza rurkami, bądź naniesione na rurkę próżniową w postaci lustra, w zależności od producenta.

Optymalny kąt nachylenia kolektora słonecznego do poziomu.

Kąt nachylenia α jest kątem między poziomem, a powierzchnią kolektora słonecznego. Przy montażu na dachu spadzistym kąt nachylenia narzucony jest przez nachylenie połaci dachu. Największą ilość energii absorber może wchłonąć wtedy, gdy płaszczyzna kolektora jest prostopadła do kierunku promieniowania słonecznego.



Rys. 5. Zorientowanie kolektorów z kątem nachylenia α

Przyjmuje się, iż budowane na świecie kolektory słoneczne o całorocznym okresie wykorzystania są nachylone do poziomu pod kątem $\alpha = \varphi \pm 15^\circ$, gdzie φ oznacza szerokość geograficzną. Kraków leży na szerokości geograficznej ok. 50° . W myśl tej zasady można przyjąć, że optymalny kąt pochylenia kolektora słonecznego do poziomu na terenie Krakowa zawiera się w przedziale od 34° do 64° .

Optymalny kąt nachylenia kolektora słonecznego zależy również od miejsca jego umieszczenia (dach, powierzchnia ziemi, ściana budynku itd.) oraz od okresów jego

wykorzystania w ciągu roku. W realizacji opisywanego przedsięwzięcia wszystkie lub zdecydowana większość kolektorów słonecznych będzie umieszczona na połaci dachu, co zamyka temat w tym względzie.

Z analizy danych dla miasta Krakowa wynika, że w dwóch miesiącach: czerwcu i lipcu wartości średnie dzienne promieniowania są większe dla powierzchni płaskiej niż dla optymalnego całorocznego kąta padania promieniowania. Uśredniona dwumiesięczna różnica energii jest jednak niewielka i wynosi około 0,1 kWh / m².

W tabeli nr 7 podano wartości optymalnego kąta pochylenia kolektora słonecznego w różnych okresach jego wykorzystania w Polsce.

Miesiące	Optymalny kąt nachylenia [°]	Miesiące	Optymalny kąt nachylenia [°]
I	60	IX	45
II	60	X	60
III	45	XI	60
IV	30	XII	60
V	<30	IV-IX	30
VI	<30	X-III	60
VII	30	VI-VIII	<30
VIII	30	I-XII	40

Tab. 13. Optymalny kąt pochylenia kolektora słonecznego w różnych okresach jego wykorzystania w Polsce

Na podstawie powyższej tabeli stwierdzamy, iż maksymalna różnica kąta pochylenia kolektora słonecznego w zależności od okresu jego wykorzystania, wynosi 30°, co odpowiada różnicy uzyskanej energii około 0,4 kWh/m², co stanowi nieznaczną jej wartość.

Orientacja kolektora słonecznego względem kierunków świata.

Maksymalne uzyski energii solarnej osiąga się, gdy płaszczyzna kolektora (a ściślej normalna do powierzchni kolektora) zorientowana jest na południe. Kolektory słoneczne nie powinny być lokalizowane w warunkach, w których odchylenie od normalnej do ich powierzchni od kierunku południowego przekracza kąt $\beta \pm 15^\circ$. Odchylenie normalnej od powierzchni kolektora o 45° na wschód lub zachód, wiąże się ze zmniejszeniem uzysków energetycznych o ok. 10%. Większe odchylenia ukierunkowania (kierunek wschód, zachód) należy kompensować poprzez zwiększanie powierzchni pola kolektorowego.

2. Energetyka oparta o wtórne źródła energii- odzysk energii z obiegu użytkowego, z gruntu i powietrza, w tym za pomocą pomp ciepła.

Wykorzystanie pomp ciepła do ogrzewania

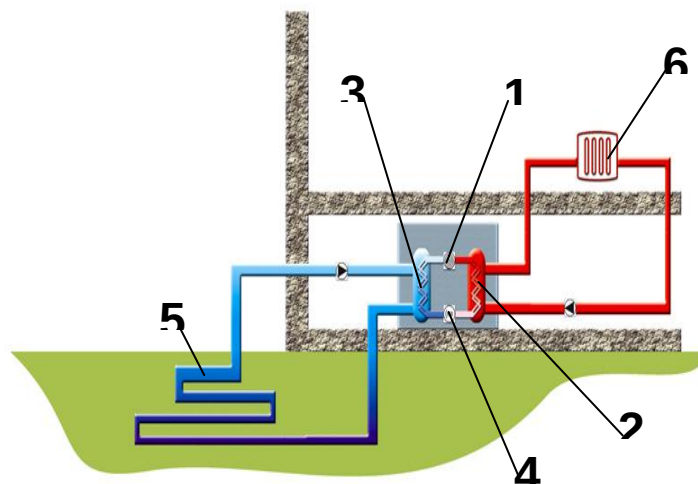
Zasada działania pompy ciepła

Pompa ciepła wykorzystuje niskotemperaturową energię słoneczną zakumulowaną w gruncie i wodach podziemnych tzw. dolne źródło ciepła i przekazuje energię cieplną o wyższej temperaturze, podniesionej nawet do $+60^\circ\text{C}$ do instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (górne źródło ciepła). Energia słoneczna

ogrzewa wierzchnie warstwy ziemi w okresie wiosenno –letnim, natomiast pompa ciepła potrafi wykorzystać tę energię również w okresie zimowym, gdy zapotrzebowanie na nią jest największe. Powłoka ziemi jako dolne źródło ciepła stanowi zatem swego rodzaju akumulator energii słonecznej pozwalający przechować ją do okresu zimowego. Pompa ciepła, dzięki zachodzącym w niej procesom, umożliwia efektywne wykorzystanie tego ciepła, gdyż energia z poziomu temperaturowego np. $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ przenoszona jest na poziom użyteczny najczęściej ok. $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ZASADA DZIAŁANIA POMPY CIEPŁA

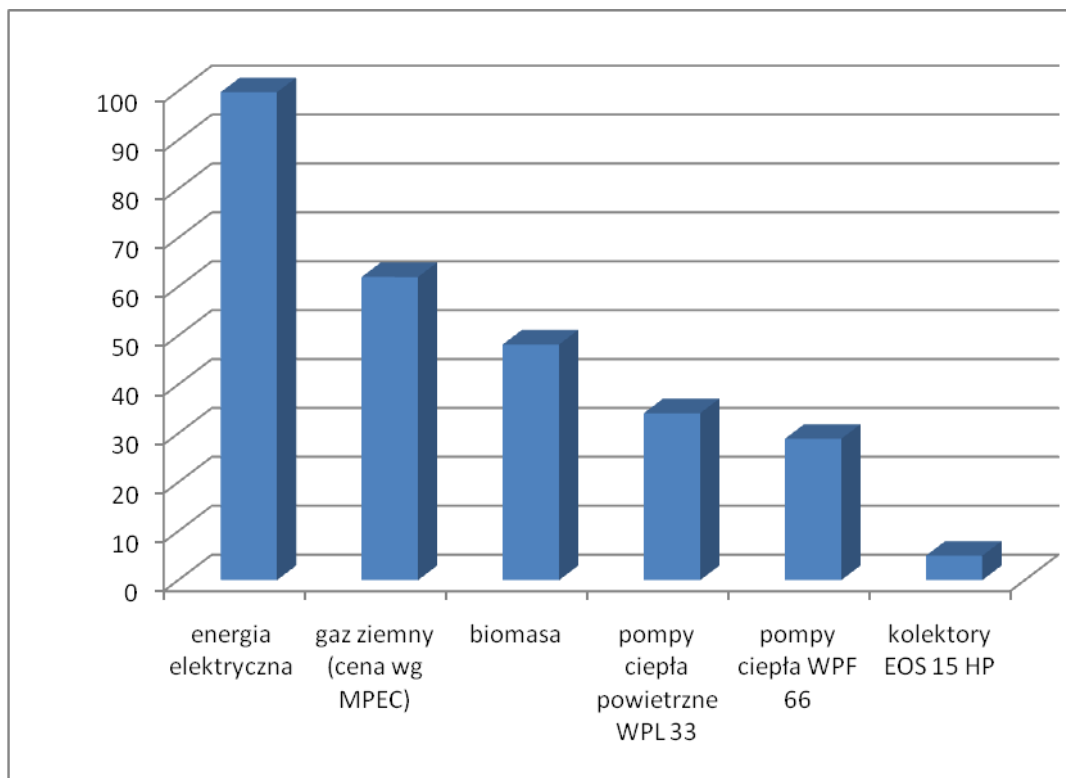
- 1 - sprężarka
- 2 - skraplacz
- 3 - parownik
- 4 - zawór rozprężny
- 5 - dolne źródło ciepła
- 6 - górne źródło ciepła



Zasada działania sprężarkowej pompy ciepła polega na wykorzystaniu właściwości czynnika roboczego - specjalnego płynu wypełniającego instalację wewnętrzną pompy ciepła. Czynnik roboczy przepływający przez wymiennik ciepła tzw. parownik (3) ogrzewa się od płynu wypełniającego instalację dolnego źródła ciepła (5) i parując zamienia się w gaz. Czynnik roboczy w postaci gazowej trafia do sprężarki (1), gdzie w wyniku kompresji znacznie wzrasta jego temperatura. Następnie przegrzana para ochładza się i skrapla w wymienniku ciepła, tzw. skraplaczu (2), podczas oddawania ciepła wodzie wypełniającej instalację górnego źródła ciepła, czyli centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (3). Po zredukowaniu wysokiego ciśnienia w zaworze rozprężnym (4), czynnik roboczy wraca do parownika i cały proces rozpoczyna się ponownie.

2. Ekonomia eksploatacji

Przedstawiony poniżej wykres obrazuje koszt uzyskania 1GJ energii z różnych źródeł. Ogrzewanie pompą ciepła jest tańsze od węgla oraz około połowę od gazu ziemnego. Różnica do pozostałych źródeł energii jest jeszcze bardziej wyraźna.



Jak wynika z opisu działania pompa ciepła wykorzystuje energię zgromadzoną w ziemi (lub inny dolnym źródle) – która jest bezpłatna. Dopiero energia zużywana do pracy urządzenia odzyskującego energię z gruntu wpływa na nasz rachunek. Energia ta napędza jedynie pracę sprężarki pomp obiegowych znajdujących się w pompie ciepła. Zatem jeśli w rachunku ekonomicznym pominiemy ciepła ziemi (gdyż za niego nie płacimy) okazuje się że pompa ciepła zużywając 1kWh energii elektrycznej dostarcza nam przeciętnie 3-4 kWh energii cieplnej. Stąd bilans kosztów ogrzewania wygląda tak zachęcająco.

Współczynnik ten nazywany jest współczynnikiem efektywności i oznaczany jako $COP = E_c / E_e$

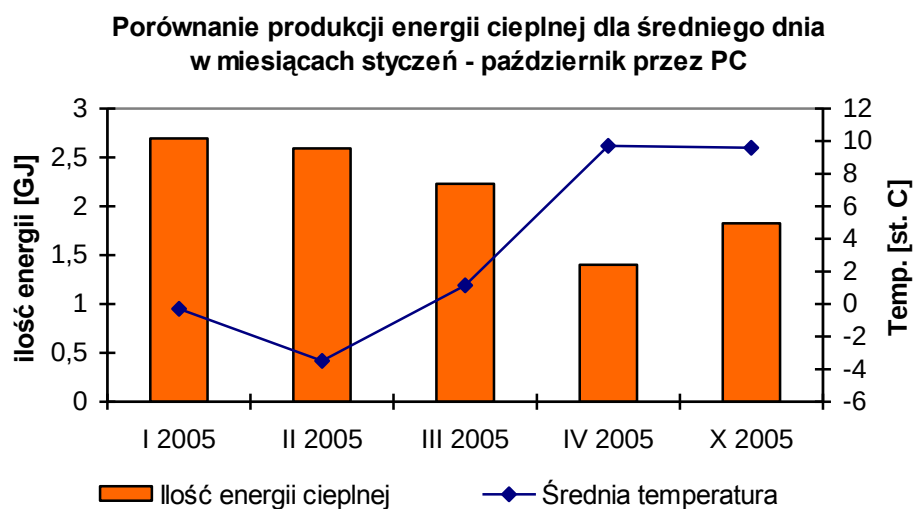
Gdzie: E_c - energia cieplna uzyskana

E_e - energia elektryczna zużyta

Nie należy mylić go ze sprawnością gdyż licząc prawidłowo sprawność urządzenia należałoby uwzględnić energię uzyskaną z ziemi

$n = E_c / (E_e + E_z)$ gdzie E_z –energia uzyskana z ziemi.

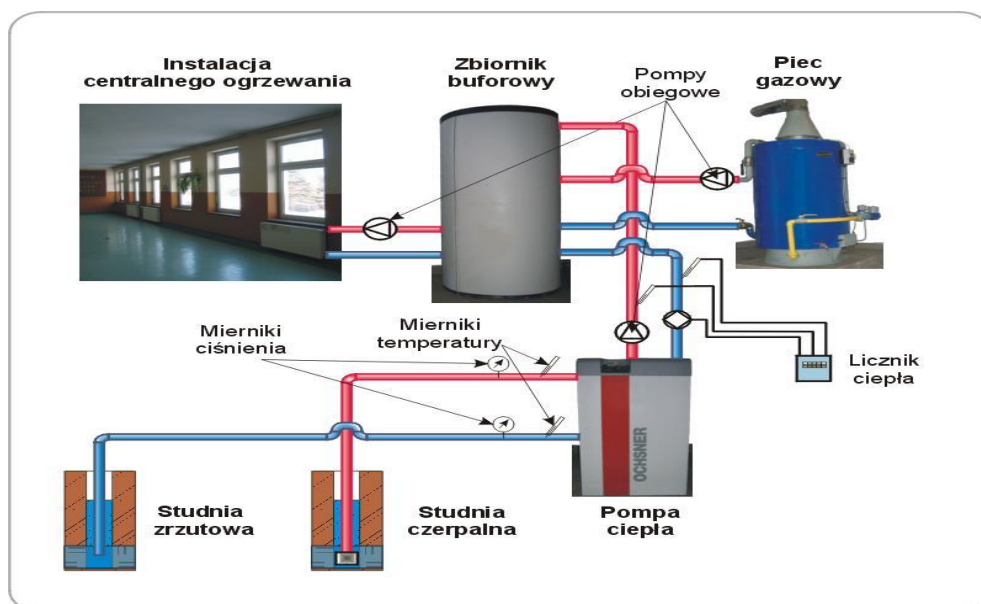
Ponieważ za energię pozyskaną z gruntu nie płacimy COP osiąga zwykle wartości 300-400% i ma charakter bardzo poglądowego wskaźnika ekonomicznego w



przeciwieństwie do technicznej sprawności.



Zdjęcie kotłowni z pompą ciepła w Wielkiej Wsi k/ Tarnowa, skąd pochodzą przedstawione powyżej wyniki pomiarów. Poniżej schemat zastosowanej instalacji :



COP jest tym wyższe im niższa jest temperatura w obiegu c.o. oraz im wyższa jest temperatura dolanego źródła. Zatem np. stosując ogrzewanie podłogowe lub ściennie o temp obiegu 35 °C a jednocześnie wykorzystując wodę ze studni o temp +10-12°C jako dolne źródło ciepła możemy uzyskać COP na poziomie 500-600%

Na wysokiej efektywności pompy ciepła nie kończą się jej zalety ekonomiczne. Nie wymaga zakupu paliwa np. węgla na zimę co wiąże się z pewnym prefinansowaniem (najpierw np. we wrześniu wydajemy pieniądze na węgiel na całą zimę a potem go dopiero zużywamy). Bardzo skromne rachunki za energię elektryczną dostajemy

dopiero po zużyciu. Oszczędza się też pracę związaną z rozładowaniem i składowaniem węgla, obsługą kotła (ładowanie węglem wynoszenie popiołu). W przeciwieństwie do jakichkolwiek kotłów pompa ciepła nie wymaga komina, co jest pewną oszczędnością miejsca w budynku które można przeznaczyć na inne cele oraz kosztów budowy. Warto tu podkreślić, że brak jakichkolwiek wyziewów z komina odróżnia pompę ciepła od najczęściej stosowanych kotłów: gazowych, węglowych, olejowych itd. I stanowi o jej zaletach w ekologii. Pompa ciepła nie zaruwa w najmniejszy nawet sposób środowiska naturalnego. Do pracy pompy oprócz dolnego źródła ciepła, czyli np. gruntu, wystarczy energia elektryczna, co też jest pewną zaletą w stosunku do gazu ziemnego, który nie wszędzie jest dostępny. Tam gdzie gaz również jest dostępny, pozostaje zaleta ekonomiczna- jedno przyłącze do budynku (prąd), jedna opłata przyłączowa - zamiast dwóch za gaz i prąd.

Typowe instalacje z pompą ciepła

Oczywiście podstawowym elementem instalacji jest pompa ciepła. Pompę kupuje się jako całość należy ją dobrać do zapotrzebowania energii w budynku. Dodatkowo należy zaopatrzyć się w pozostałe elementy węzła cieplnego według projektu. Warto pamiętać przy tym, że pompa ciepła powinna współpracować nie tylko ze zbiornikiem centralnej ciepłej wody użytkowej ale też ze zbiornikiem buforowym w obiegu centralnego ogrzewania. Bufor taki zapewnia bardziej płynną pracę pompy ciepła co wpływa dodatnio na jej trwałość i sprawność.

Najwięcej pytań budzi dolne źródło. Warto się przy nim zatrzymać na chwilę, gdyż prawidłowe jego wykonanie wpływa na działanie samej pompy jak i też np. na koszt inwestycji.

Najczęściej stosowane instalacje dolnego źródła ciepła



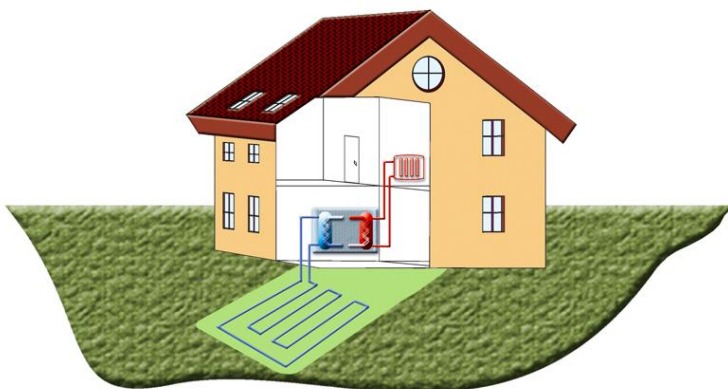
studnie pozwalające na pozyskiwanie energii

z wód gruntowych. Stała temperatura wód od $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ predysponuje to źródło do wykorzystania ze względu na wysoką roczną zdolność grzewczą. Woda po schłodzeniu o około $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ w pompie ciepła zostaje odprowadzona do drugiej studni chłonnej oddalonej o około 15 m.

Ten sposób wykonania instalacji dolnego źródła jest najtańszy, a jednocześnie bardzo efektywny zważywszy, że woda ze studni ma zwykle temperaturę wyższą od gruntu co wpływa na COP w sposób uprzednio opisany.

Studnia musi zapewniać wystarczającą wydajność wody – w przeciwnym razie jej brak doprowadzi do zatrzymania pracy pompy ciepła i zostaniemy bez ogrzewania.

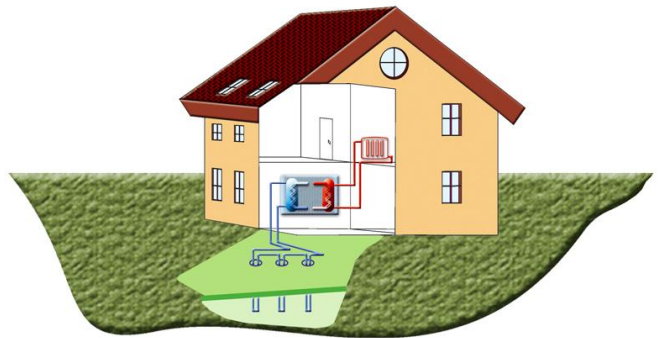
Zatem w przypadku gdy nie można uzyskać odpowiedniej ilości wody ze studni stosujemy inne rozwiązania:



kolektor gruntowy poziomy to rury polietylenowe, wewnątrz których krąży płyn niezamarzający transportujący ciepło. Polietylenowy płaszcz wyklucza możliwość powstania korozji. Kolektor ten układa się w gruncie poniżej strefy przemarzania. Powierzchnia ułożenia kolektora jest ok. 2 do 2,5 raza większa od powierzchni ogrzewanego budynku



Na zdjęciach przykłady realizacji kolektora gruntowego poziomego.



kolektor gruntowy pionowy, wykonany jest jako wymiennik w kształcie litery U z polipropylenowych rur wypełnionych niezamarzającym płynem. Umieszcza się go w pionowych odwiertach o głębokości 15 do 100 m. Średnia odległość między odwiertami wynosi około 4 m.

Pompa ciepła wyposażona jest w efektywny sterownik.

Układ sterujący:

Pompa ciepła wyposażona jest w sterownik zapewniający wysoki komfort użytkownika. Poprzez zastosowanie odpowiedniej aplikacji pompa ciepła ma możliwość dostosowania się do danego obiektu, obniżając koszty eksploatacji do minimum, spełniając przy tym wszystkie wymagania współczesnych regulatorów. Regulator pompy ciepła umożliwia jednocześnie sterowanie kilkoma układami w tym: obiegiem centralnego ogrzewania, ciepłą wodą użytkową, wodą lodową, układem ogrzewania podłogowego, dodatkowym obiegiem grzewczym, układem dezynfekcji ciepłej wody użytkowej, dodatkowym źródłem ciepła, układem pomp ciepła w kaskadzie i układem solarnym.

Wyposażenie standardowe:

- pompa ciepła w budowanym mikroprocesorowym regulatorem
- sterowanie podstawowym układem instalacji ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, cyrkulacji ciepłej wody użytkowej oraz źródłem biwalentnym

Wyposażenie dodatkowe:

- czujniki temperatury co, cwu, zewnętrznej i wewnętrznej
- sterowanie dodatkowymi układami grzewczymi i chłodzenia wraz z czujnikami temperatury i stycznikami pomocniczymi

Instalacje pomp ciepła- odzysk ciepła odpadowego

Energia odpadowa z procesów technologicznych jest najbardziej ekonomicznym dolnym źródłem ciepła. W zakładach produkcyjnych często występuje potrzeba jednoczesnego chłodzenia i ogrzewania. Zastosowanie pompy ciepła pozwala równocześnie dostarczyć energię do ogrzewania i obsłużyć procesy chłodnicze.

Przykładowe gałęzie przemysłu, w których są stosowane pompy ciepła:

- zakłady tworzyw sztucznych,
- mleczarnie,
- oczyszczalnie ścieków,
- przetwórstwo mięsa,
- zakłady wydobywcze (wykorzystanie ciepła z wód kopalnianych)

Przykład poniżej to zakład produkujący puszki i korytka elektrotechniczne.

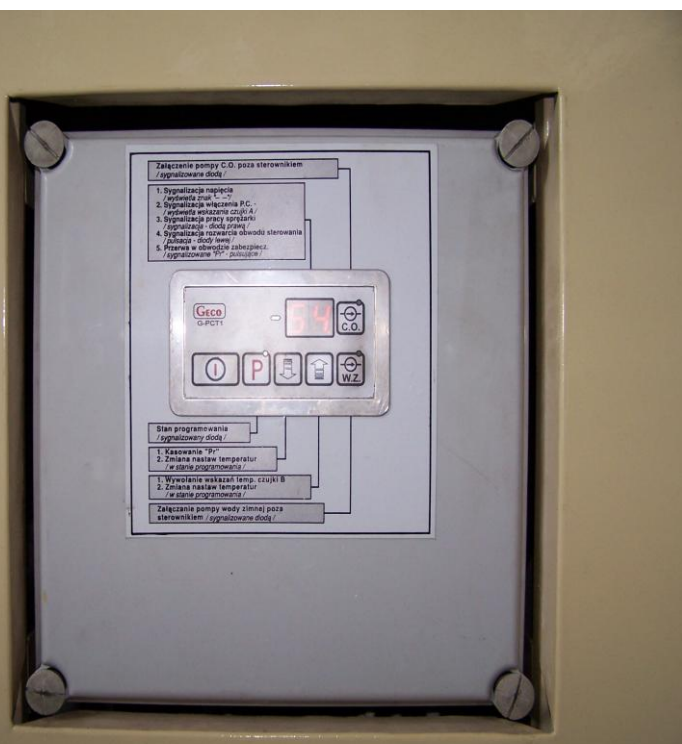
Produkcja odbywa się z tworzywa sztucznego. Zakład używa obrabiarek chłodzonych cieczą:



Temp cieczy chłodniczej wynosi ok. 30°C przy 40°C brak chłodzenia blokuje produkcję. Sytuacje takie zdarzały się w lecie przy pełnym obciążeniu produkcją zakładu. Aby rozwiązać problem stosujemy pompę ciepła. Jako dolane źródło wykorzystujemy zbiornik z cieczą chłodniczą z obrabiarek.



Po zastosowaniu pompy ciepła temperatura cieczy chłodniczej spada do ok. 12 °C, a odzyskanym ciepłem w zimie ogrzewamy magazyn. W lecie nadmiar ciepła jest odprowadzany na zewnątrz. Może też służyć do ogrzewania centralnej wody użytkowej. Uzyskaliśmy zatem nie tylko poprawę warunków produkcji ale wykorzystujemy ciepło odpadowe ogrzewając magazyn zimą bez dodatkowych kosztów.



Zdjęcie po lewej stronie pokazuje temp 54°C w obiegu C.O. Po prawej stronie układ pompy ciepła ze zbiornikiem buforowym.

Zasoby energii opartej o wtórne źródła w gminach

Oczyszczalnia ścieków

Do oczyszczalni wpływają duże ilości ciepłych ścieków ich temperatura waha się ale nawet w zimie wynosi ok. 16-20 °C. Jest to doskonałe źródło dolne do pompy ciepła gwarantujące nam uzyskanie wysokiego COP. Oczywiście nie ma możliwości przepuszczenia ścieków do pompy ciepła. W ostatniej fazie pracy oczyszczalni gdy mamy już do czynienia z oczyszczoną wodą, która ma być zrzucana do rzeki montujemy wymiennik w postaci rur PE z glikolem o odpowiedniej długości rury zanurzone w oczyszczonej, ale jeszcze ciągle ciepłej wodzie stanowią dolne źródło pompy ciepła. W ten sposób można ogrzać nie tylko budynki oczyszczalni, ale też sąsiednie zabudowania jeśli ich odległość nie jest na tyle duża by transport ciepła uczynić nieopłacalnym.

Przykładowa kalkulacja instalacji pomp ciepła wykorzystujących ciepło pochodzące z oczyszczanej wody i wspomagający kocioł gazowy dla ogrzewania budynków oczyszczalni ścieków i zaplecza technicznego wodociągów:

Stacje ujęcia wody

Również ujęcia wody są miejscami doskonałymi do montażu pomp ciepła.

Temperatura wody na ujęciu waha się między zimą a latem i zwykle wynosi od ok. +2 °C w zimie do ok. 12 °C w lecie. Mimo niższej temperatury niż na oczyszczalni jest to również doskonałe źródło dolne do pompy ciepła ze względu na duże przepływy wody z jakie występują na ujęciach wodociągów. Schłodzenie wody ze względu na te duże przepływy nie przekracza ułamka stopnia Celsjusza. Podobnie jak w przypadku oczyszczalni ciepłem tak pozyskanym można ogrzać nie tylko budynki ujęcia wody ale też sąsiednie zabudowania jeśli ich odległość nie jest na tyle duża by transport ciepła uczynić nieopłacalnym.

Przykładowa kalkulacja opłacalności inwestycji przedstawia się następująco:

Czas zwrotu inwestycji pomp ciepła zasilających budynki ujęcia wody

Obliczenia czasu zwrotu inwestycji dokonano na podstawie prognozy średnich cen za energię elektryczną wg Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska w Krakowie i danych dotyczących zużycia energii elektrycznej na potrzeby centralnego ogrzewania i założeniu że 10% energii zużywane jest na podgrzanie ciepłej wody użytkowej w obiektach Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2005	5 100	13 460	18 180	5 670	5 000	4 650	3 460	4 650	4 340	5 920	7 290	13 180
2006	20 530	19 180	17 370	8 010	5 580	5 460	5 600	5 820	3 900	6 000	7 530	6 300
2007	7 660	6 470	6 350	6 590	5 580	3 100	3 000	3 020	4 160	5 290	9 070	15 300
2008	19 990	22 200	9 790	5 880	4 740	4 280	4 180	4 310	5 670	6 470	5 270	9 170
2009	21 200	19 600	9 610	4 690	3 280	2 470	870	1 110				

Średnie zużycie	14 896	16 182	12 260	6 168	4 836	3 992	3 422	3 782	4 518	5 920	7 290	10 988
-----------------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

za m-c												
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dane dostarczone przez wodociągi dot. .kosztów zużycia mediów:

Rok	wartość zużycia energii przez pompy ciepła [zł/rok]	wartość energii ponoszonej na obecne ogrzewanie [zł/rok]	oszczędność roczna	średnia ceny energii elektrycznej wg WFOŚ dla I i II taryfy
2010	7258,972	28309,99	21051,02	0,4275
2011	7810,824	30462,21	22651,39	0,46
2012	8362,675	32614,43	24251,76	0,4925
2013	8829,627	34435,54	25605,92	0,52
2014	9254,128	36091,1	26836,97	0,545
2015	9763,529	38077,77	28314,24	0,575
2016	10188,03	39733,32	29545,29	0,6
2017	10485,18	40892,21	30407,03	0,6175
Suma oszczędności w kolejnych latach		208 663,6		
Czas zwrotu inwestycji w oparciu o prognozy cen energii		7,5		

elektrycznej wg WFOŚ [rok]	
-------------------------------	--

Magistrale wodociągowe

Jednym z bardzo ekonomicznych sposobów ogrzewania budynków jest zastosowanie jako dolnego źródła ciepła wody w wodociągu. Zasada schładzania wody jest identyczna jak w wyżej opisanym ujęciu wody. Różnica jest natomiast taka że woda płynąc rurami na duże odległości nabiera temperatury gruntu. Zatem odzysk ciepła ma miejsce na nieco wyższym poziomie temperatur (zwykle +4 do +6 °C w zimie). Jeżeli budynek jest położony przy magistrali wodociągowej o odpowiednio dużym i możliwie stałym przepływie schłodzenie wody np. o 1 °C. Natomiast woda płynąc dalej po przebyciu odpowiedniego odcinka ponownie odbierze ciepło z gruntu wyrównując temperaturę do poprzedniego poziomu.

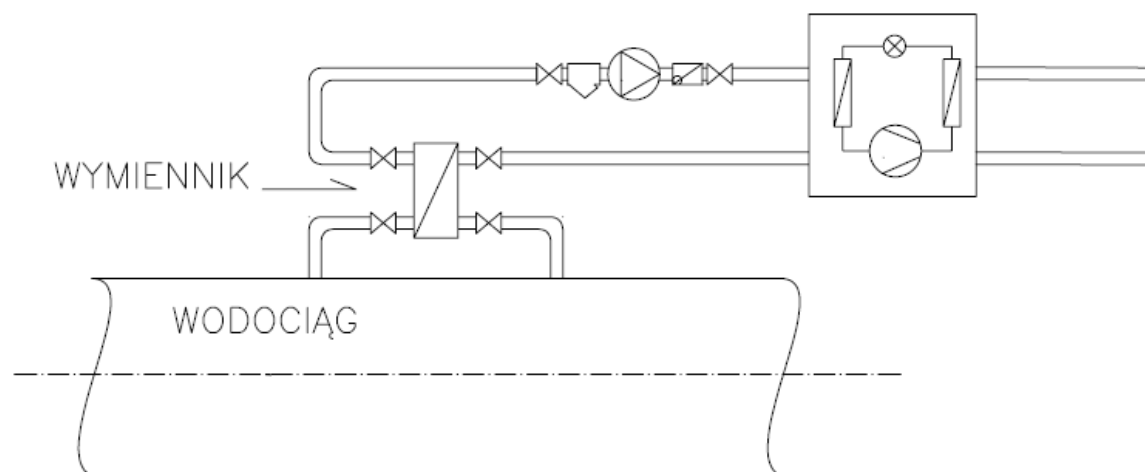
W ten sposób można ogrzewać nawet duże budynki (jeśli przepływ wody jest odpowiedni) czego przykładem jest Centrum Dialogu i Modlitwy w Oświęcimiu.



Instalacja grzewcza o mocy 300 kW w Centrum Dialogu i Modlitwy w Oświęcimiu (źródło www.vatra.pl)

Inne przykłady tego typu projektowanych rozwiązań:

Na podstawie ofert firmy Eco-Schubert z wykorzystaniem pomp ciepła Stiebel-Eltron:



POMPY CIEPŁA - WYTYCZNE PROJEKTOWE

Dane techniczne:

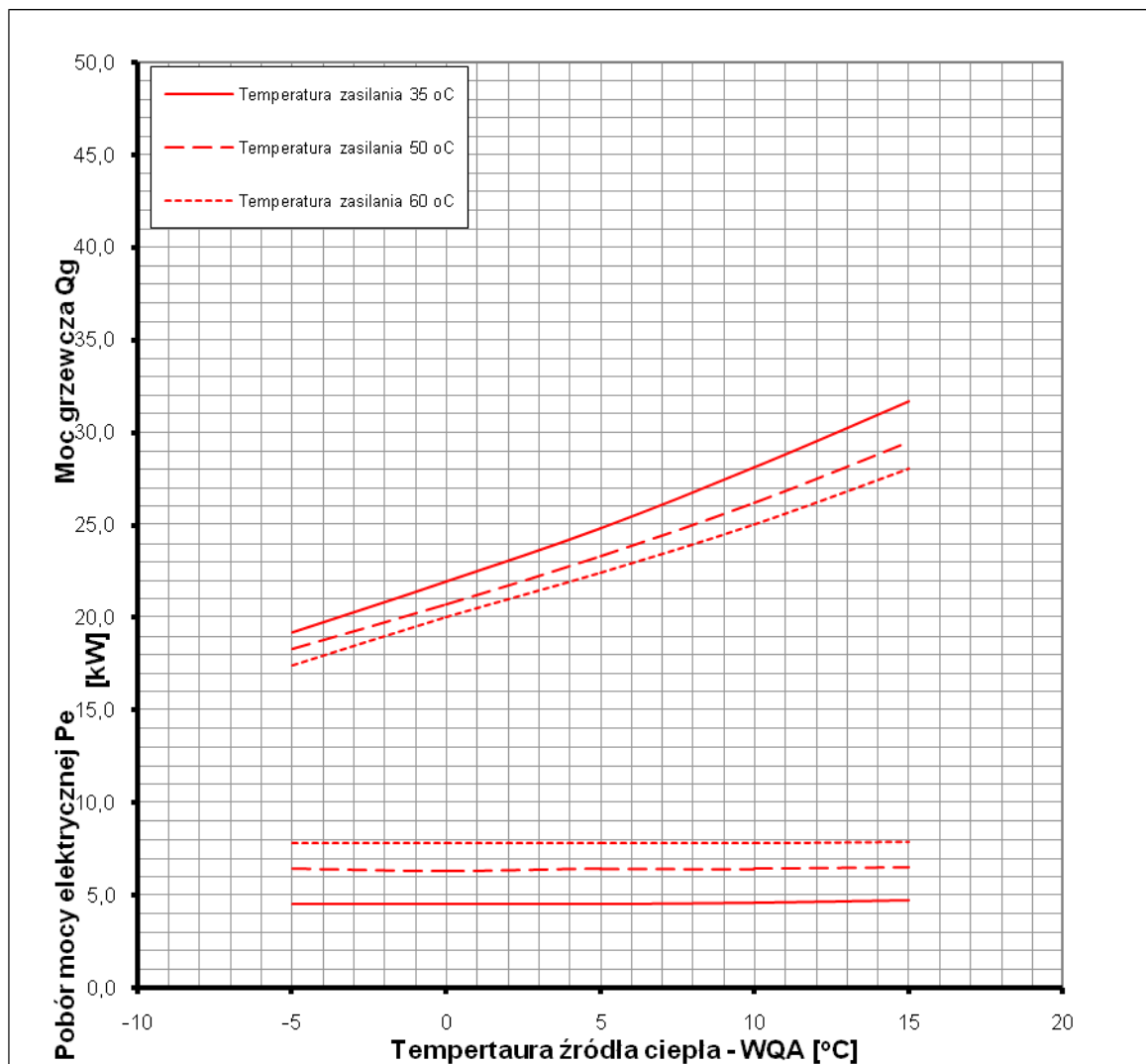
Typ		WPF 20	WPF 27	WPF 40	WPF 52	WPF 66										
Nr katalogowy WPF...		223374	223375	223376	223377	223378										
Dane techniczne																
Zakres stosowania WQA ¹⁾	°C	od -5 do +20; krótkotrwale (maksymalnie 30 min. do+40)														
Maksymalna temperatura zasilania (WNA) ²⁾	°C	+60														
Przepływ po stronie źródła (WQA) ¹⁾	m ³ /h	5,0	7,0	10,5	13,0	16,1										
Różnica ciśnień po stronie źródła (WQA) ¹⁾³⁾	hPa	150	140	160	150	160										
Przyłącza WQA zasilanie / powrót	"	G 2 zewnętrzny														
Przepływ masowy po stronie c.o. ΔT 5K	m ³ /h	3,7	5,0	7,5	9,2	11,51										
Różnica ciśnień po stronie c.o.	hPa	60	52	80	60	80										
Przyłącza c.o. zasilanie / powrót	"	G 2 zewnętrzny														
Czynnik chłodniczy	-	R 410A														
Ilość czynnika chłodniczego	kg	6,0	7,2	10	12	14,5										
Dane elektryczne																
Przyłącze główne sprężarki	n x mm ²	5 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 10	5 x 10										
Przewód sterujący	n x mm ²	3 x 1,5														
Zabezpieczenie sprężarki	A	35	35	35	50	50										
Zabezpieczenie obiegu sterującego	A	16	16	16	16	16										
Rodzaj ochrony	-	IP24														
Napięcie zasilania	V/Hz	Sprężarka 3/PE~400/50; sterowania 1/N/PE~230/50;														
Prąd rozruchowy	A	55	60	60	65	100										
Wymiary i ciężary																
Wys. x Szer. x Głęb. urządzenie podstawowe	mm	1154x1242x860														
Ciężar	kg	345	367	415	539	655										
Pozostałe szczegóły wykonania																
Zabezpieczenie antykorozyjne	-	cynkowanie ogniowe / częściowo lakierowanie														
Poziom hałasu	dB(B)	54	55	56	58	60										
Dane eksploatacyjne																
Dolne źródło solanka (system woda/woda z wymiennikiem pośrednim solanka/woda), z wykresu																
Temperatura wody	°C	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	
Temperatura zasilania	°C	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60
Moc grzewcza	kW	28,1	26,8	25,6	37,9	36,1	34,7	59,0	55,1	52,4	71,6	68,6	65,4	87,7	83,7	80,9
Pobór mocy	kW	4,9	5,7	7,1	6,2	7,6	9,5	9,7	11,8	14,4	11,9	14,5	17,7	14,1	17,9	22,0
Współczynnik efektywności COP	-	6,1	4,7	3,6	6,2	4,8	3,7	6,1	4,7	3,6	6,0	4,7	3,7	5,8	4,7	3,7
Różnica temp. przy W10 / W35 ³⁾ maks.	K	10 (optymalnie 5 K - zgodnie z DIN EN 145511)														
Dolne źródło solanka (system gruntowy)																
Temperatura solanki	°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura zasilania	°C	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60	+35	+50	+60
Moc grzewcza	kW	21.88	21.1	20.4	29.69	28.4	26.7	45.70	43.1	41.2	55.83	54.0	52.2	69.04	66.9	64.0
Pobór mocy	kW	4.53	5.6	7.1	6.12	7.5	9.6	9.42	11.5	14.1	11.61	14.2	17.5	14.44	17.7	21.8
Współczynnik efektywności COP	-	4.83	3.8	2.9	4.85	3.8	2.8	4.85	3.8	2.9	4.81	3.8	3.0	4.78	3.8	3.0
Różnica temp. przy S0 / W35 ⁴⁾ maks.	K	10 (optymalnie 5 K - zgodnie z DIN EN 145511)														

¹⁾ Wzrost temperatury wody w źródle

²⁾ Wzrost temperatury wody w źródle

³⁾ Wzrost temperatury wody w źródle

⁴⁾ Wzrost temperatury wody w źródle



NAZWA	ILOŚĆ	CENA	WARTOŚĆ PLN
pompa ciepła WPF 20	1	44410	44410
wymiennik pośredni	1	6900	6900
wymiennik dogrzewający	1	1600	1600
pompy obiegowe	4	1900	7600
Ekonomizer	1	1900	1900
zbiornik buforowy	1	2900	2900
zasobnik ciepłej wody	1	5400	5400
kolektory słoneczne	5	1800	9000
armatura	1	8700	8700

SUMA NETTO	88410
-------------------	--------------

Moc pompy ciepła 25,6 kW
 Ilość wytworzonego ciepła 90 720 kWh/rok
 Współczynnik efektywności COP 3,6

Obliczenie szacunkowego czasu zwrotu inwestycji

	Przed modernizacją	Po modernizacji	
Ilość ciepła wytwarzana w ciągu roku	90720	90720	kWh/rok
Koszt przygotowania ciepła	19595,52	4377,6	zł/rok
oszczędność		15217,92	zł/rok
koszt modernizacji		107860,2	zł
SPBT		7,1	lata

Pompa ciepła WPF 40

NAZWA	ILOŚĆ	CENA	WARTOŚĆ PLN
pompa ciepła WPF 20	1	64980,8	64980,8
wymiennik pośredni	1	9000	9000
wymiennik dogrzewający	1	2000	2000
pompy obiegowe	4	2100	8400
ekonomizer	1	2400	2400
zbiornik buforowy	1	4440	4440
zasobnik ciepłej wody	1	11120	11120
kolektory słoneczne	8	1800	14400

armatura	1	5440	5440
SUMA NETTO	122180,8		

Prognoza czasu zwrotu inwestycji

	Przed modernizacją	Po modernizacji	
Ilość ciepła	157200	157200	kWh
Koszt przygotowania ciepła	33955,2	10830	zł
oszczędność		23125,2	zł
koszt modernizacji		149060,6	zł
SPBT		6,4	lata

Moc pompy ciepła 52,4 kW

Ilość wytworzonego ciepła 157 200 kWh/rok

Współczynnik efektywności COP 3,6

Odzysk ciepła z jeziora lub rzeki

Techniczne zasady odzysku są bardzo proste. Odpowiedniej długości wężownica dolnego źródła pompy ciepła zostaje ułożona na dnie jeziora. W tym celu należy rurę z roztworem wodnym glikolu obciążyć by poszła na dno i stopniowo zatopić w wodzie. Woda (jeśli oczywiście jezioro jest niezamarzające) ma temperaturę dodatnią i dużą pojemność cieplną. Oczywiście instalacje takie można wykonywać w akwenach zasilanych stale w wodę przez przepływającą rzekę. Mając do dyspozycji zamknięty staw moglibyśmy doprowadzić do jego zamrożenia. Przykładowa instalacja tego typu działa przy jeziorze czorsztyńskim ogrzewając budynki zapory.

Zastosowanie zładu wody w c.o. jako dolnego źródła do pompy ciepła do przygotowania cwu

Po sezonie zimowym gdy system grzewczy zostaje wyłączony często nieekonomiczne jest zasilanie odległych budynków z miejskiej sieci ciepłowniczej lub dużej kotłowni gdzie moc kotłów jest nieproporcjonalnie większa od mocy potrzebnej do cwu. Dobrym rozwiązaniem wówczas jest zastosowanie odpowiednio dobranej małej pompy ciepła lokalnie przygotowującej cwu dla budynku. jako dolne źródło ciepła wykorzystać wówczas można nieczynną instalację co. Woda w c.o. ma temperaturę otoczenia czyli np. w lecie gdy temperatura powietrza często przekracza 20 °C taka też jest temperatura wody w co. Stanowi ona zatem doskonałe dolne źródło ciepła dla instalacji pompy ciepła. Uzyskiwane w ten sposób COP jest wysokie 5-6, a lekkie obniżenie temperatury w pomieszczeniach mieszkańcy lub użytkownicy mogą odczuć tylko jako poprawę komfortu cieplnego w upalne dni.

Odzysk ciepła z wentylacji budynku

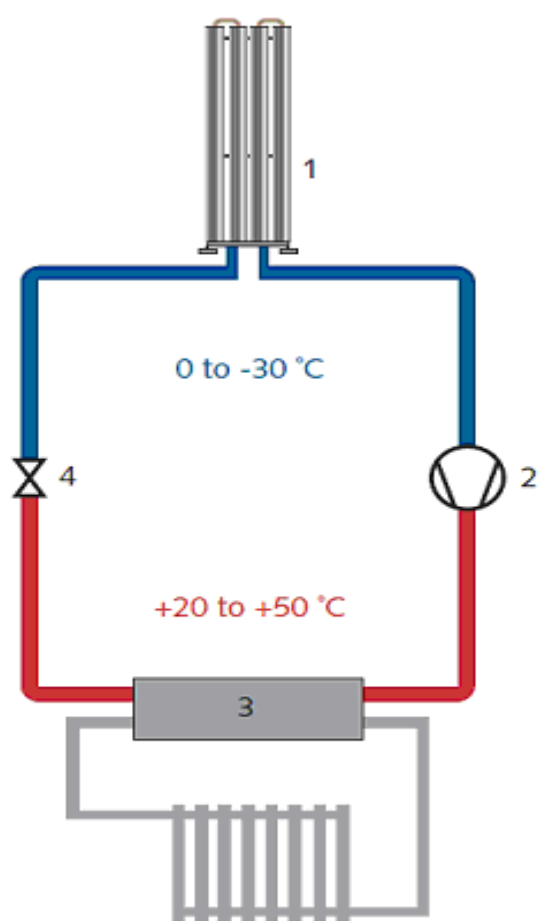
Współcześnie budowane budynki o dużej kubaturze posiadają wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła. Jest jednak wiele budynków starszych gdzie wprowadzenie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła byłoby związane z bardzo kosztownym remontem lub wręcz byłoby niemożliwe. Audyty energetyczne pokazują, że 40-50% ciepła to straty wentylacyjne (szczególnie jeśli budynek był docieplany i straty przez przegrody zostały ograniczone). Temperatura powietrza w wentylacji wywiewnej sięga na nawet przekracza 20°C przez cały rok (również w zimie). Zatem wykorzystanie tego ciepła poprzez zastosowanie odzysku z wykorzystaniem pompy ciepła powietrze /woda pozwala na znaczne zredukowanie zapotrzebowania cieplnego budynku. Pompa taka może pracować całorocznie w zimie na potrzeby cwu i częściowo c.o. w lecie przygotowując ciepłą wodę użytkową.

Odzysk ciepła z powietrza zewnętrznego

Dosyć popularne są pompy ciepła z odzyskiem z powietrza. Ich zaletą jest łatwy dostęp do nośnika energii –powietrza zewnętrznego mamy zawsze pod dostatkiem nawet na małych działkach. Niższy koszt montażu –brak kosztownych robót ziemnych przy dolnym źródle. Wadą jest niższe COP zależne dodatkowo od temperatury zewnętrznej. Wiele firm stosuje tu systemy wentylatorowe. W tych

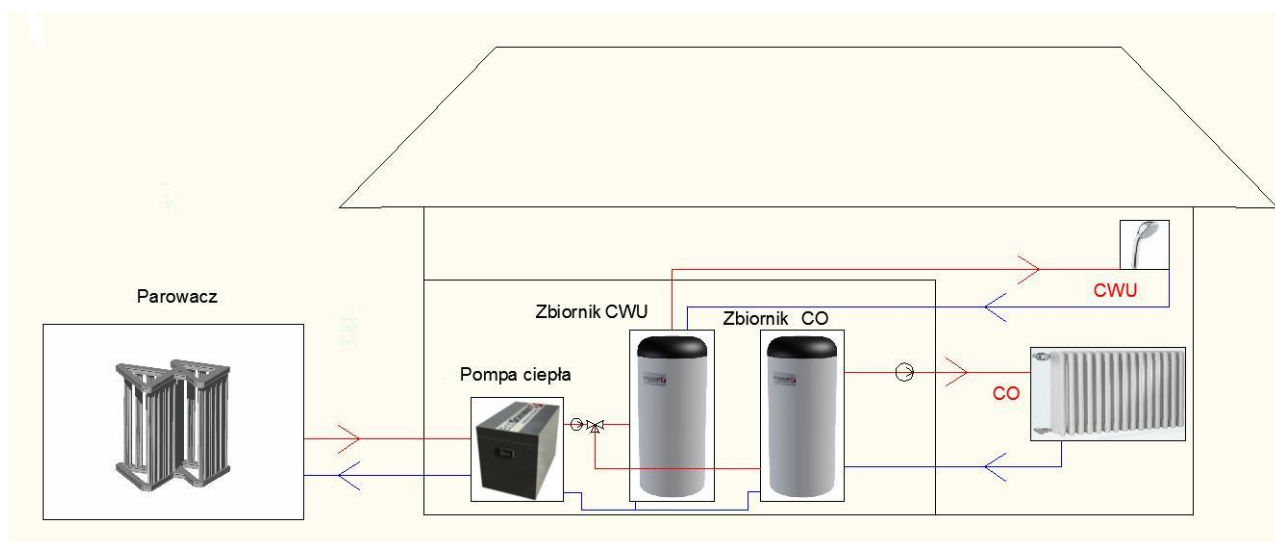
rozwiązaniach powietrze zamiast wody lub glikolu przepływa (napędzane wentylatorem) po stronie dolnego źródła wymiennika płytowego. Wadą tego systemu jest konieczność częstego rozmrażania wymiennika, gdyż przy temperaturach powietrza w okolicach 0°C lub niższych wykraplająca się na wymienniku para wodna zamarza tworząc bryłę lodu blokującą pracę wymiennika. Konieczność wydatkowania w ten sposób energii obniża uzyskiwane przez pompę ciepła COP. Dwie firmy szwedzka Octopus i polska Eco-Schubert sp.z o.o wyróżniają się innym rozwiązaniem pozwalającym na uniknięcie energochłonnego rozmrażania. Są to wymienniki zewnętrzne przedstawione na rysunkach i zdjęciach poniżej.

Przykładowy schemat działania pompy ciepła firmy Octopus:





Schemat instalacji firmy Eco-Schubert do podgrzania C.W.U i C.O. oraz dwoma zbiornikami (C.O i C.W.U)



Wymiennik ciepła firmy Eco-Schubert sp.z o.o. przedstawia rysunek poniżej.



Odzysk ciepła ze spalin

Modernizacja kotłowni – zastosowanie ekonomizerów do istniejących kotłów

W celu dodatkowego podniesienia efektywności pracy kotłów można zastosować ekonomizery np. typ ECO firmy Viessmann.

Możliwość techniczna takiego rozwiązania należy określić na etapie projektowym, gdyż ma on wpływ na ciąg kominowy co wymaga to określonego jego przekroju, oraz wymaga wkładu kwasoodpornego w kominie co jest opisane poniżej oraz miejsca potrzebnego na zamontowanie takich ekonomizerów.

Dobrze zaprojektowana instalacja odzysku ciepła ze spalin może spowodować uzyskanie dodatkowej energii przeciętnie na poziomie 6-10% nawet w kotłach gazowych do 12% dotychczas wykorzystywanej energii kotłów. Uzależnione jest to od obciążenia cieplnego kotłów oraz temperatury powrotu wody grzejnej. Gdy obciążenie jest największe (zima) odzysk jest większy jednocześnie podniesienie temperatury obiegu wody grzejnej wynikające ze spadku temperatury zewnętrznej

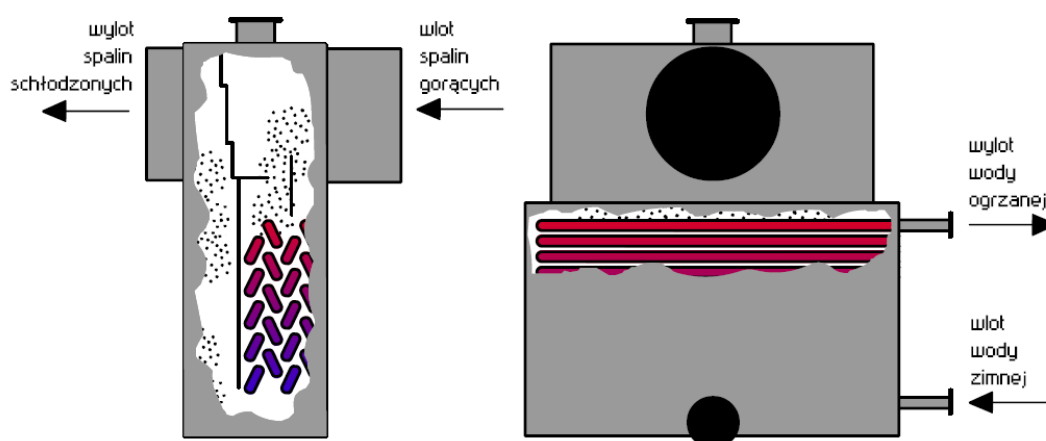
może obniżyć efektywność lub uniemożliwić zastosowanie ekonomizera. Temperatura spalin z kotła jest na poziomie ok. 160-200°C zależnie od obciążenia kotłów, zatem stanowi dobre źródło dotychczas nie wykorzystanej energii.

Podczas eksploatacji systemu odzysku ciepła ze spalin następuje znaczne wykraplanie się pary wodnej ze spalin wynikające z gwałtownego jej schłodzenia. Skropliny mają odczyn kwaśny

Zastosowanie tej technologii wymaga zatem uwzględnienia paru dodatkowych czynników:

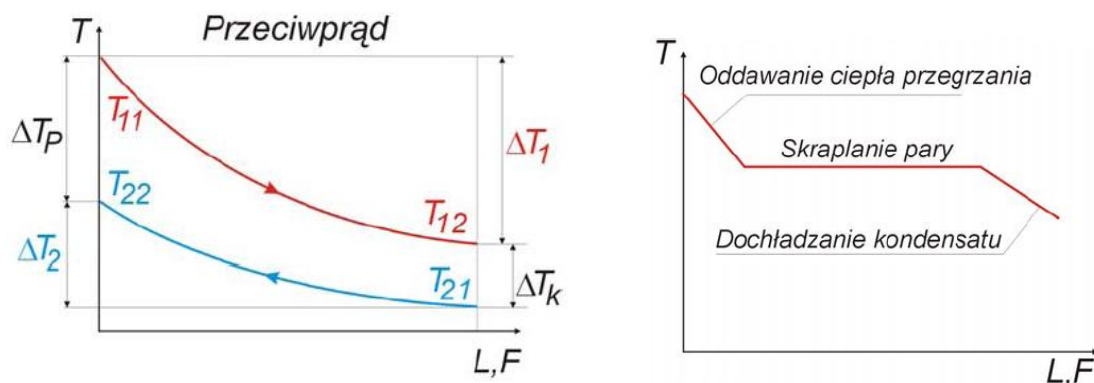
- kominy muszą być wykonane ze stali kwasoodpornej lub wyposażone w odpowiednie wkłady by skropliny nie doprowadziły do destrukcji komina.
- rekuperator ciepła musi być wyposażony w instalację odprowadzenia skroplin wraz ze zbiornikiem na ich gromadzenie oraz systemem neutralizacji skroplin. Zgodnie z przepisami zrzut wody do kanalizacji jest możliwy tylko w określonych porach doby oraz po neutralizacji ich kwaśnego odczynu pH.

Najprostsze instalacje odzysku ciepła składają się z ekonomizera (rekuperatora ciepła) oraz wymiennika płytowego przekazującego ciepło do układu C.O., czy też podgrzewają wodę użytkową.



Rys.13. Schemat działania prostego odzysku ciepła ze spalin

Praca układu jest sterowana całość jest sterowana elektronicznym regulatorem. Układ taki charakteryzuje się tym wyższą efektywnością odzysku ciepła im większa jest różnica temperatur.



Wpływ temperatury cieczy wpływającej do układu ekonomizera na pracę oddawaną do instalacji.

Dodatkowy średni uzysk mocy jest zatem na poziomie 6-8% mocy kotła. Efekt rekuperacji ze spalin jest możliwy tylko do temperatury wody obiegowej ekonomizera do 40°C. Z racji tego trzeba tak dobrać instalację, aby wykorzystać maksymalnie możliwości rekuperacji, czyli woda wodociągowa zimna powinna być podgrzewana w ekonomizerach. A dopiero później dogrzewana za pomocą innych źródeł ciepła.



Charakterystyka ekonomizerów ECO firmy Viessmann

- doprowadza do schłodzenia spalin, powoduje kondensację zawartej w nich pary wodnej

zwiększa sprawność znormalizowaną kotła o 12% przy opalaniu gazem

- wykonanie ze stali szlachetnej
- przeciwnyprądowe prowadzenie spalin i wody kotłowej
- wysoki stopień kondensacji

- duża powierzchnia wymiany ciepła
- małe straty na wypromieniowanie, pełna izolacja cieplna
- łatwość czyszczenia

Lepsze efekty daje połączenie techniki rekuperacji z zastosowaniem pomp ciepła. Woda z ekonomizera po schłodzeniu w wymienniku płytowym ma temperaturę na poziomie temperatury powrotu C.O. czyli przeciętnie pow. 40°C. Po osiągnięciu tej temperatury proces oddawania ciepła ustaje. Dalsze schłodzenie jest w sposób konwencjonalnej wymiany niemożliwe. Przy zastosowaniu pomp ciepła uzyskujemy możliwość dalszego schłodzenia wody do poziomu nawet kilku. Stopni Celsjusza przy jednoczesnym jego przekazywaniu do obiegu C.O. lub cwu na wyższym poziomie temperaturowym. Porównanie możliwości pomp ciepła w technologii czynnika chłodniczego R134A lub R407C możliwa jest do uzyskania temperatura na poziomie do 55°C. Dzięki zastosowaniu najnowocześniejszych pomp ciepła z czynnikiem roboczym R744 możliwe jest osiągnięcie temperatury 70 a nawet 80 stopni Celsjusza. Stosowanie najwyższych parametrów temperaturowych nie jest zalecane gdyż oznacza to niższą efektywność pracy pompy ciepła (spadek współczynnika COP)

Montaż instalacji z pompą absorpcyjną

Ogólnie dostępna energia słoneczna może być w okresie letnim efektywnie wykorzystywana do celów chłodniczych w klimatyzacji. Konwersja termiczna zachodząca w kolektorach słonecznych pozwala uzyskać energię cieplną niezbędną do zasilania urządzeń wytwarzających chłód w solarnych systemach klimatyzacyjnych. W przeciwieństwie do systemów ogrzewczych, w których największe zapotrzebowanie na ciepło występuje w miesiącach charakteryzujących się najmniejszą insolacją (zima), systemy klimatyzacyjne wykazują największe zapotrzebowanie na chłód w okresach o dużym nasłonecznieniu (lato). W niektórych obiektach można nawet zaobserwować zbieżne w czasie występowanie maksymalnego zapotrzebowania na potrzeby chłodzenia z największym natężeniem promieniowania słonecznego. Jest to istotny powód do wykorzystania rozwiązań technicznych, pozwalających efektywnie wykorzystać ogólnie dostępną energię promieniowania słonecznego dla celów chłodniczych w klimatyzacji.

Ciepło wytwarzane w procesach termicznych za pomocą kolektorów słonecznych wykorzystywane jest do napędu urządzeń termochemicznych lub termomechanicznych. Proponowany przez nas układ to układ zamknięty termochemiczny, w którym efekt chłodzenia uzyskiwany jest w wyniku przemian termochemicznych w urządzeniach absorpcyjnych. W proponowanym rozwiązaniu do zasilania agregatów wykorzystywana jest energia pochodząca z gorącej wody z kolektorów słonecznych.

Dla wykorzystania energii pochodzącej z gorącej wody z kolektorów słonecznych zamontowane zostaną absorpcyjne bromolitowe urządzenia chłodnicze. Urządzenia te służą do zamiany energii cieplnej pochodzącej z kolektorów słonecznych na chłód wykorzystywany do klimatyzacji pomieszczeń szpitala. W procesie absorpcji w agregatach jest użyty bezpieczny dla środowiska wodny roztwór bromku litu. Jest to nowoczesna i wysoce innowacyjna technologia, będąca alternatywą dla tradycyjnych, sprężarkowych agregatów chłodniczych. Zamiana energii dokonywana jest w urządzeniu hermetycznym dzięki reakcji chemicznej zachodzącej wewnątrz agregatu. Eliminacja elementów mechanicznych w przedmiotowym urządzeniu skutkuje większą niezawodnością i trwałością. Dzięki zastosowaniu odnawialnych źródeł energii zmniejszy się zużycie energii elektrycznej i ograniczona zostanie emisja niebezpiecznych substancji do atmosfery.

Podstawowe wartości charakteryzujące agregaty absorpcyjne

- bezpieczeństwo – żaden element agregatu nie jest pod ciśnieniem
- niezawodność – elementami ruchomymi są tylko dwie najwyższej jakości pompy obiegowe
- ekologia – czynnikiem chłodniczym jest woda
- funkcjonalność – jednoczesna produkcja schłodzonej i gorącej wody
- w okresie zimowym istnieje możliwość dostarczania wody grzewczej tą samą instalacją
- oszczędność w fazie inwestycji, nie obciąża sieci energetycznej, niepotrzebna jest jej rozbudowa
- niskie koszty eksploatacji, szczególnie, jeśli agregat wykorzystuje „ciepło odpadowe”

Zasada działania agregatu absorpcyjnego

Priorytetem przy doborze agregatów absorpcyjnych jest wytwarzanie chłodu. W sprężarkowych urządzeniach chłodniczych stosowane są syntetyczne czynniki chłodnicze (popularnie zwane freonami), natomiast w agregatach absorpcyjnych - roztworem roboczym jest najczęściej wodny roztwór bromku litu ($H_2O + LiBr$), a czynnikiem chłodniczym woda (czynnik naturalny, ekologiczny).

Proces chłodzenia w agregacie absorpcyjnym przebiega w układzie sprężania termochemicznego. Agregat stanowi zespół połączonych przewodami zbiorników, przy czym w zbiornikach zabudowane są wymienniki ciepła i masy.

Opis przykładowego systemu instalacji wody lodowej - agregatów absorpcyjnych ABSC 148 Trane

Korzyści dla użytkownika:

- Używanie dostępnej wody gorącej lub źródeł energii pary wodnej do wyprodukowania wody lodowej: oszczędność energii
- Stan sterowania trybem w celu zagwarantowania najwyższej niezawodności: niski koszt posiadania
- Wzór z pojedynczą obudową w celu zagwarantowania bardzo długiego czasu życia: maksymalny zwrot z inwestycji

Najważniejsze cechy:

- Niezawodnie funkcjonujący cykl chłodzenia wykorzystujący:
 - Wodę destylowaną jako czynnik chłodniczy
 - Bromek litu jako absorbent
- Woda lodowa wytwarzana jest poprzez odzyskiwanie energii odpadowej z prądnicy, pieca do spopielenia lub innego urządzenia wykorzystującego gorącą wodę w temperaturze $90^{\circ}C$ do $130^{\circ}C$ lub parę wodną o ciśnieniu do 1 bara
- Współczynnik wydajności 0,63 w normalnych warunkach roboczych
- Pojedyncza część ruchoma: hermetyczny zespół pompa-silnik chłodzony za pomocą destylowanej wody chłodniczej

- Jednopłaszczyznowa konstrukcja
- Miedzioniklowe rury w koncentratorze i absorberze
- Patentowane trwałe i ruchome rury umożliwiające rozbudowę w koncentratorze
- Można zastępować pojedyncze rury
- Pompy roztworu o zmiennej prędkości pracy
- Pompa z jednym silnikiem

Układ sterowania:

Nowoczesny moduł sterowania oparty na mikroprocesorze UCP2™ z poszerzonymi możliwościami sterowania, bezpieczeństwa i diagnostyki.

- Wyświetlacz ciekłokrystaliczny.
- Układ sterowania typu Adaptive Control™
- Usprawnione funkcje bezpieczeństwa działania urządzenia (zabezpieczenie przed krystalizacją)



Rys.6. Agregat absorpcyjny.

**Wielkość urządzenia****112 129 148 174 200**

Wydajność chłodzenia (1)	(kW)	394	453	520	611	704
Moc wejściowa (2)	(kW)	3,8	4,2	4,2	5,1	5,4
Współczynnik wydajności						
Minimalna temperatura robocza powietrza zewnętrznego	(°C)					
Maksymalna temperatura robocza powietrza zewnętrznego	(°C)					
Minimalna temperatura wody wypływającej	(°C)					
Maksymalna temperatura wody wypływającej	(°C)					
Wsad bromku litu	(kg)	680	735	815	950	1050
Wsad wody destylowanej	(l)	210	231	265	322	360
Długość	(mm)	3370	3800	5000	3800	4300
Szerokość	(mm)	1530	1530	1530	1630	1630
Wysokość	(mm)	2200	2200	2200	2330	2330
Ciężar roboczy	(kg)	5100	5600	6100	6800	7400
Ciężar podczas transportu	(kg)	4000	4100	4500	5000	5400
Zasilanie elektryczne	(V/F/Hz)					
Maksymalne natężenie prądu	(A)	10,0	10,0	10,0	12,5	12,5

(1) Z parą o ciśnieniu 0,83 bara, temperaturą wody lodowej 12,2/6,7°C i wpływającej wody chłodzącej 26,7°C

(2) Roztwór dla silnika pompy

Tab.15. Dane techniczne agregatu absorpcyjnego.

Montaż tego typu instalacji zamiast „tradycyjnej” klimatyzacji opartej o agregaty sprężarkowe znacznie obniża zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby klimatyzacji w lecie pozwalając na znaczne oszczędności na jej zużyciu oraz na mocy zamówionej.

Wykorzystanie silników Stirlinga do lokalnej generacji energii elektrycznej.

Silnik Stirlinga

a) opis ogólny pomysłu

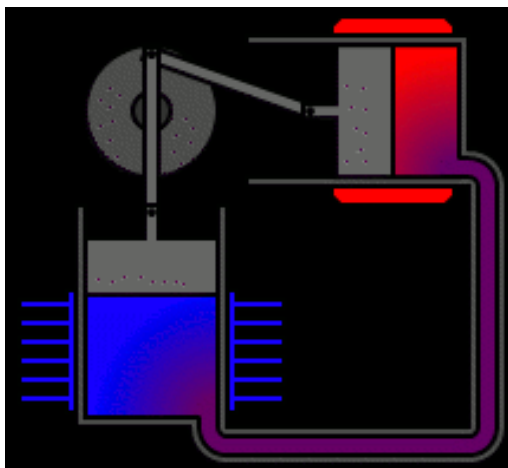
Silnik Stirlinga nie jest pomysłem nowym. Pochodzi z końca XIX w. kiedy to brytyjski pastor ewangelicki Stirling opracował to rozwiązanie. Miało ono pomóc w wykorzystaniu pary do napędzania pojazdów mechanicznych. W starcie z silnikami spalinowymi zostało przegrane przede wszystkim ze względu na niższą masę silnika spalinowego w stosunku do łącznej masy kotła parowego i silnika Stirlinga o tej samej mocy co silnik spalinowy.

Obecnie Silnik Stirlinga przetwarzający ciepło na energię mechaniczną przeżywa swój renesans gdyż przetwarza ciepło w sposób czysty (bezemisyjny) na energię elektryczną (poprzez połączenie silnika Stirlinga z generatorem energii elektrycznej). Obecnie są to generatory małej mocy do ok. 10kW jednak -jak to było z silnikami spalinowymi –dalszy rozwój technologii powinien przełamywać kolejne bariery mocy.

Zasada działania silnika Stirlinga

W cyklu pracy silnika Stirlinga czynnik roboczy (jest nim zazwyczaj gaz np. tlen lub wodór) sprężany jest i oziębiany w zimnej komorze. Następnie przenoszony jest do komory gorącej, gdzie ulega rozprężeniu, a powstająca w ten sposób energia napędza tłok. Ponieważ rozszerzanie gazu w wysokiej temperaturze daje więcej energii, niż wymaga sprężenie gazu w niskiej temperaturze, silnik wykorzystuje różnicę i zamienia energię cieplną na mechaniczną. Niezbędne w pracy silnika ciepło może pochodzić ze spalania dowolnej nadającej się do tego celu substancji (np. benzyna, olej napędowy, gaz ziemny). Alternatywą dla spalania jest wykorzystanie innych procesów egzoenergetycznych (w szczególności, reakcji chemicznych lub jądrowych) a także energii słonecznej lub geotermalnej.

Silnik Stirlinga produkuje energię nie na zasadzie wybuchu – jak konwencjonalne silniki wewnętrznego spalania – ale w sposób ciągły, dzięki czemu wytwarza znacznie mniej hałasu i nie wymaga stosowania dużych kół zamachowych dla poprawienia równomierności obrotów. Mankamentem dotychczasowych konstrukcji silnika Stirlinga było to, że wymagały one instalowania bardzo dużej chłodnicy i dlatego uznano je za nieprzydatne do samochodów, a zwłaszcza samochodów osobowych.



Zastosowanie silników Stirlinga pozwoli na wykorzystanie mocy grzewczej lokalnych kotłowni -poza sezonem grzewczym- do produkcji energii elektrycznej. Swoje znaczenie będzie to miało szczególnie jeśli kotłownia wyposażona jest w kotły na energię odnawialną np. kotły na biomasę. Wówczas wyprodukowana energia elektryczna będzie energią zieloną. może dodatkowo wspomóc bilans gminy lub innego inwestora gdyż generacja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych daje możliwość wykorzystania „zielonych” certyfikatów. Wartość certyfikatów na giełdzie energii wynosi obecnie ok. 300 zł a prognozy długoterminowe skazują że może sięgnąć granicy 500zł. Ponadto niezależnie od wartości zielonych certyfikatów pozostających przychodem inwestora produkcja energii elektrycznej (i jej sprzedaż do zakładu energetycznego) w lecie może zrównoważyć zapotrzebowanie energii elektrycznej do pracy pomp ciepła w zimie. W podobny sposób można zagospodarować nadmiar ciepła z kolektorów słonecznych w lecie, co pozwoli na znaczną rozbudowę systemów solarnych tak aby ich udział w wspomaganiu co był wyraźny. W krajach najbardziej rozwiniętych pod tym względem jak np. Austria ,Niemcy udział kolektorów słonecznych w ogólnym bilansie energetycznym budynku często sięga 50%.

Energetyka oparta o wtórne źródła - stan istniejący

Niestety stan obecny w większości gmin jest daleki od opisanych powyżej możliwości technicznych odzysku ciepła. Instalacje z pompami ciepła należą

obecnie do nielicznych wyjątków w gminach. Pompy absorpcyjne nie są w ogóle stosowane. Podobnie nie ma instalacji z silnikami Stirlinga oraz elektrowni wodnych na wodzie pitnej. Rośnie natomiast świadomość potrzeb w zakresie energii odnawialnej, która objawia się na razie zainteresowaniem najtańszym i najprostszym źródłem energii w tym zakresie jakim są instalacje solarne. Spodziewać się należy że po zaspokojeniu potrzeb w tym względzie wzrośnie zainteresowanie innymi technikami energii odnawialnych w tym wtórnym odzyskiem ciepła przy zastosowaniu pomp ciepła. Tym bardziej że kolektory słoneczne nie zaspokoją całości potrzeb energetycznych gminy w zakresie ogrzewania np. nie mogą pokryć 100% potrzeb w zakresie c.o. Sprzyjać temu będzie z jednej strony wzrost cen konwencjonalnych nośników energii oraz wzrost świadomości społecznej co do możliwości wykorzystania energii odnawialnych w tym źródeł wtórnych. Dodatkowym bodźcem działania są regulacje prawne opisane w pierwszym rozdziale.

Obszary preferowane dla rozwoju energetyki opartej o wtórne źródła

Oczywiście oszczędzać i racjonalnie zużywać energię należy w każdym miejscu. Wskazane powyżej metody i przykłady wykorzystania energii wtórnych źródeł pokazują że tego typu możliwości na większą lub mniejszą skalę można znaleźć w każdej gminie.

Dodatkową zaletą terenów uprzemysłowionych jest możliwość racjonalizacji zużycia energii w zakładach przemysłowych znajdujących się na terenie gminy. Przykład wykorzystania pompy ciepła wykorzystującej ciepło odpadowe z produkcji do ogrzewania magazynu jest tylko jednym z wielu przykładów jakie można wykorzystać. Również położenie geograficzne ma czasem swoje znaczenie. W wielu gminach małopolski można wykorzystać energię potencjalną wody do budowy hydroelektrowni na wodzie pitnej. Uruchomienie takiej inwestycji jest opłacalne już gdy użyteczny spadek wody wynosi kilkadziesiąt metrów. Natomiast na obszarach nizinnych gdzie takich spadków naturalnych nie ma nie tylko nie jest możliwe wykorzystanie tego pomysłu, ale również o uzyskanie ciśnienia w sieci wodociągowej wiąże się z dodatkowymi nakładami energii na pompowanie wody wierz ciśnień.

Spodziewane efekty ekologiczne i ekonomiczne

Z opisanej powyżej zasady działania wynika że proponowane urządzenia (pompy ciepła, silniki Stirlinga) są urządzeniami całkowicie bezemisyjnymi. Zatem spodziewany efekt ekologiczny może być znaczny gdyż zastępujemy tradycyjne i emisyjne metody produkcji energii bezemisyjnymi. Skala efektu ekologicznego zależy tylko od stopnia wykorzystania tych nowych technologii. Również rentowność tych instalacji jest bardzo wysoka. Przedstawione na poprzednio omówionych przykładach instalacje charakteryzują się czasem zwrotu od 7 do 9 lat. co wg zaleceń audytów energetycznych czyni inwestycję opłacalną.

Istniejące obecnie systemy dotacji do odnawialnych źródeł energii oraz spodziewane w najbliższym czasie wprowadzenie do obrotu tzw. Białych certyfikatów powodują znaczne przyspieszenie rentowności inwestycji.

Na liście beneficjentów dotacji znaleźć można samorządy, przedsiębiorców, kościoły i związki wyznaniowe, administrację państwową itd.

Szczególnie wysoko dofinansowane są wnioski pochodzące od jednostek samorządu terytorialnego. Regionalne Programy Operacyjne oraz Szwajcarsko-Polski Program Współpracy oferują wsparcie takich projektów do 85% kosztów kwalifikowanych. Dla takich projektów oznacza to że czas zwrotu wkładu własnego do inwestycji skraca się z ok. 8-9 lat do ok. 2 sezonów grzewczych.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko oraz System Zielonych Inwestycji w NFOŚiGW oferują wsparcie do 50% kosztów kwalifikowanych. Dodatkowo dotacje i pożyczki (częściowo umarzone) można uzyskać w Wojewódzkich Funduszach Ochrony Środowiska. W zależności od województwa wsparcie tych funduszy może się różnić. W Małopolsce na przykład samorządy mogą dostać pożyczki do 90% wartości inwestycji z możliwością jej umorzenia do 35%.

Kolejną cenną inicjatywą NFOŚiGW jest kredyt dla klientów indywidualnych i wspólnot mieszkaniowych na montaż instalacji kolektorów słonecznych. Niestety wsparciem nie są objęte inne urządzenia energii odnawialnej jak np.

pompy ciepła kotły na biomasę. Kredyt udzielany za pośrednictwem 6 banków:

Kredyt ten związany jest z dopłatą z NFOŚiGW w wysokości 45% kosztów kwalifikowanych.

Zagadnienia formalno-prawne związane z instalacjami pomp ciepła

Prawidłowe wykonanie instalacji pomp ciepła powinno być poprzedzone projektem technicznym. Kompletny projekt instalacji energii odnawialnych w tym pomp ciepła jest z reguły projektem wielobranżowym. W jego skład wchodzi projekt instalacji grzewczej i dolnego źródła do pompy ciepła, który sporządza uprawniony do projektowania inżynier branży sanitarnej.

W zakresie opracowania musi znaleźć się również projekt zasilania elektrycznego zarówno pompy ciepła, jak i innych towarzyszących urządzeń (pompy obiegowe, zawory trójdrożne odcinające mieszające itp.) oraz projekt automatyki.

W przypadku gdy pompa ciepła zlokalizowana jest np. na stropie dowolnej kondygnacji (oczywiście stropem nie jest podłoga na gruncie) lub np. na dachu budynku konieczny jest projekt konstrukcyjny określający wytrzymałość stropu i możliwości posadowienia na nim pomp ciepła. Projekt przewiduje ewentualne dodatkowe wzmocnienia konstrukcji stropu lub dachu. Może też przewidywać konstrukcję osobną nośną urządzenia, gdy strop lub dach nie ma odpowiedniej nośności. Projekt powinien spełniać wymogi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Z dnia 10 lipca 2003 r.).

Zwykle dla potrzeb inwestora projektant sporządza kosztorys robót. Wymagania dot. kosztorysu określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz. U. z dnia 8 czerwca 2004 r.).

Rozporządzenie to określa też wymagania dot. programu funkcjonalno-użytkowego. Program ten jest wymagany jako załącznik do wniosków o dotację w

przypadku gdy wnioskodawca nie posiada projektu technicznego z pozwoleniem na budowę lub zgłoszeniem robót budowlanych. Ponieważ zamiarowi wykonania instalacji pomp ciepła w budynkach samorządowych zwykle towarzyszy również zamiar pozyskania dotacji, zatem również program funkcjonalno-użytkowy może okazać się potrzebny.

Częstym przypadkiem jest umowa z projektantem na przygotowanie obok projektu również specyfikacji technicznej do przetargu. Oczywiście nie jest to wymóg dot. samego projektu lecz dodatkowe wymaganie zlecniodawcy, które powinno być określone w zakresie robót w umowie.

Osobnym zagadnieniem jest dolne źródło ciepła. Są przypadki gdy instalacja nie wykracza poza wnętrze budynku np. przedstawione powyżej przykłady odzysku ciepła z wody chłodniczej w hali produkcyjnej lub z instalacji c.o. w okresie letnim. Są to jednak przypadki rzadkie. Najczęściej instalacja dolnego źródła zlokalizowana jest poza budynkiem. Wówczas możemy potrzebować dodatkowo projektu robót geologicznych zatwierdzonego w odpowiednim urzędzie górnictwa (np. dla wymiennika w postaci odwiertów pionowych) lub pozwolenia wodno prawnego gdy dolne źródło wykorzystuje wody (np. rzekę lub wodę ze studni). W przypadku pracy na wodzie pitnej np. magistrala wodociągowa , ujęcie wody itp. niezbędna jest opinia Sanepidu dot. części instalacji mającej kontakt z wodą (wymiennika ciepła dolnego źródła). Zatem ów wymiennik powinien zatem mieć atest higieniczny.

Warunki prawne inwestycji określa prawo budowlane . W przypadku budynków nowych dla których wykonywana jest kompletna dokumentacja techniczno-prawna całość zamierzenia budowlanego może być objęta pozwoleniem na budowę. Zatem powyższe projekty mogą być dołączone do projektu architektoniczno-budowlanego jako załączniki do wniosku o pozwolenie na budowę.

Art. 29 prawa budowlanego określa które zamierzenia budowlane nie są objęte pozwoleniem na budowę w pkt. 2 tego artykułu czytamy: „pozwolenia na budowę nie wymaga wykonywanie robót budowlanych polegających na remoncie istniejących obiektów budowlanych i urządzeń budowlanych, z wyjątkiem obiektów wpisanych do rejestru zabytków” .W przypadku budynków zabytkowych obowiązuje tryb pozwolenia na budowę a w ramach tego trybu również opinia konserwatora zabytków. Należy jeszcze dodać, że pkt.3 określa jeszcze jeden wyjątek i stanowi:” Pozwolenia na budowę wymagają przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko oraz przedsięwzięcia mogące znacząco negatywnie oddziaływać na obszar Natura

2000, które nie są bezpośrednio związane z ochroną tego obszaru lub nie wynikają z tej ochrony, w rozumieniu ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko.”

Zatem przy remoncie kotłowni w budynku nie będącym zabytkiem rozwolnienie na budowę nie jest wymagane. Jednak gdy dolne źródło wykracza poza budynek, a jest to najczęstszy przypadek wymagane jest zgłoszenie robót budowlanych jak przy każdym obiekcie liniowym. Jest to najczęstszy przypadek remontu – był kocioł montujemy pompę ciepła sam remont kotłowni nie wymaga pozwolenia na budowę ale do pompy ciepła wykonujemy dolne źródło zatem zgłoszenie robót w tym zakresie jest konieczne , chyba że mamy przypadek wymiany rur istniejącego dolnego źródła ciepła na nowe bez zmiany ich parametrów i położenia.

Innym wymogiem prawnym o którym na koniec należy wspomnieć jest Deklaracja CE samego urządzenia-pompy ciepła. Od wejścia Polski do UE czyli od 2004r. certyfikacja wyrobów przestała być obligatoryjna natomiast Dyrektywy unijne określają wymogi bezpieczeństwa. Spełnianie tych dyrektyw potwierdza wydana przez producenta deklaracja CE.

Ograniczenia rozwoju energetyki opartej o wtórne źródła i zagrożenia

Jak widać z poprzedniego akapitu nie ma obecnie żadnych barier finansowych do realizacji inwestycji przez samorządy, gdyż dotacje i niskooprocentowane częściowo umarzane kredyty likwidują te bariery. Rosnące ceny energii oraz rychłe wprowadzenie do obrotu opisanych wyżej białych certyfikatów będą długofalowo wpływać na dalszą poprawę rentowności inwestycji, które już dziś należy zakwalifikować do kategorii opłacalnych.

Również jak wynika z załączonych przykładów w każdej gminie da się wskazać liczne możliwości wprowadzenia takich oraz wielu innych usprawnień z zakresu energii odnawialnej w tym wykorzystania źródeł wtórnych.

Główną bariera obecnie jest fakt, że rozwój techniki w tym zakresie znacznie wyprzedza wzrost świadomości dotyczącej możliwości jej wykorzystania przez

potencjalnych inwestorów. Stąd potrzeba realizacji takich programów jak „**Rozwój Energetyczny Gmin zgodny z Naturą**”, które usuwają te bariery.

Oczywiście w dłuższej perspektywie rozwoju mogą się pojawić kolejne bariery np. potencjał energetyczny źródeł wtórnych, którego przekroczyć się nie da lub rozwój innych technologii np. budynków pasywnych, których zastosowanie na masową skalę ograniczyłoby wykorzystanie części opisanych wyżej źródeł wtórnych np. odzysku ciepła z wentylacji i spalin z powodu drastycznej redukcji strat ciepła na wentylacji i braku spali w procesie ogrzewania budynku. Droga do tak rewolucyjnych zmian jest jednak dłuższa niż do pełnego wykorzystania tych źródeł wtórnych. Nawet w przypadku ich braku występować będą nadal inne wyżej opisane.

3. Energetyczne wykorzystanie biomasy:

Polska posiada duży potencjał biomasy wynikający z obszaru pól obecnie nieuprawianych rolniczo. Wykorzystanie tych areałów na cele produkcji rolnej spożywczej jest niemożliwe, gdyż natrafia ono na dwie bariery:

- a) bariera popytu wynikająca z wielkości rynku wspólnotowego i nadprodukcji żywności w wielu jej sektorach szczególnie wysoko przetworzonych np. mięso, produkty mleczne
- b) regulacji UE ograniczającej produkcję rolną na cele spożywcze poprzez np. kwoty mleczne itp. Ograniczenia te wynikają wprost z bariery pobytu i problemów z zagospodarowaniem nadwyżek.

Wszelkie powyższe bariery i regulacje nie dotyczą produkcji rolnej na cele energetyczne. Dodatkowo przedstawione powyżej regulacje prawne UE np. dyrektywa o promowaniu OZE wpływać będą na wzrost pobytu na paliwa i inne nośniki energii pochodzące z biomasy. Tendencja ta jest dużą szansą rozwoju rolnictwa gdyż większość roślin uprawianych w celach energetycznych może być uprawiana na glebach gorszej kategorii, gdzie produkcja rolna na cele spożywcze jest mało opłacalna. Ponadto rośliny uprawiane na cele energetyczne nie muszą spełniać norm i klas jak przy produkcji spożywczej.

Dla zobrazowania skali możliwości posłużymy się oszacowaniem potencjału biomasy w Polsce dokonany przez dr inż. Lesława Janowicza z Zespołu Systemów

Bioenergetycznych i Biopaliw, Centralnego Laboratorium Naftowego w Warszawie (Elektroenergetyka nr6/08):

„ W kraju są coraz większe obszary ziemi odłogowanej (2,3 mln ha w 2002 r. wg Spisu rolnego) oraz zdegradowanej ziemi uprawnej (645 tys. ha w 2002 r.), które powinny być wyłączone spod upraw rolnych. Zakładając, że tereny te przeznaczone zostaną pod szybko rosnące plantacje energetyczne, można pozyskać ok. 424 PJ energii pierwotnej (zakładając średni plon 8 ton suchej masy z hektara). Polskie rolnictwo produkuje rocznie ok. 25 mln ton słomy (głównie zbożowej i rzepakowej) oraz siana. Słoma ta jest częściowo wykorzystywana jako ściółka i pasza w hodowli zwierząt oraz do nawożenia pól. Od 1990 r. rosną nadwyżki słomy, które obecnie szacuje się na 11,8 mln ton rocznie (195 PJ).

Lasy stanowią 28,8% powierzchni kraju (około 8,9 mln ha), z czego lasy państwowe zajmują powierzchnię 7,4 mln ha. Zakłada się dalszy wzrost lesistości do 32% w 2020 r.

Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych szacuje, że całkowity potencjał techniczny drewna z leśnictwa możliwy do bezpośredniego wykorzystania na cele energetyczne wynosi ok. 6,1 mln m³ drewna, co jest odpowiednikiem 41,6 PJ,. Znaczne potencjalne ilości odpadów drzewnych powstają w przemyśle drzewnym. Według analiz Instytutu Technologii Drewna, potencjał techniczny drewna odpadowego z przemysłu drzewnego oraz innych źródeł szacować można na ok. 58,1 PJ (8,3 mln m³).

Potencjał techniczny biogazu wynosi ok. 34 PJ, w tym największy jest udział biogazu rolniczego (15,2 PJ) oraz wysypiskowego (11,5 PJ).

Podsumowując powyższe dane cząstkowe, oszacować można obecny potencjał techniczny biomasy w warunkach krajowych na ok. 755 PJ/rok. Zaktualizowany szacunek zasobów biomasy daje wartość porównywalną z danymi przytoczonymi w Strategii rozwoju energetyki odnawialnej. Istotną cechą wcześniejszych ocen możliwości rozwoju sektora energetycznego wykorzystania biomasy było bazowanie na niestandardyzowanych biopaliwach i niekomercyjnych surowcach odpadowych (obecnie w znacznym zakresie zagospodarowanych także na inne cele): odpady drzewne z lasów, sadów, tartaków czy niewykorzystywaną rolniczo słomę.

W przyszłości, po wyczerpaniu prostych rezerw, największe możliwości wzrostu potencjału technicznego daje wprowadzanie nowych odmian roślin energetycznych i zwiększanie areału przeznaczanego pod plantacje energetyczne.”

Potencjał ten może być wykorzystywany zarówno w energetyce zawodowej do Kogeneracji (produkcji energii elektrycznej ciepła w skojarzeniu) z biomasy, Miejskich przedsiębiorstwach ciepłowniczych do produkcji ciepła tzw. sieciowego czyli zasilającego miasto lub osiedla z wydzielonych kotłowni osiedlowych.

Duży potencjał leży jednak w indywidualnym ogrzewaniu budynków zarówno samorządowych (przychodnie zdrowia, szkoły, urzędy itp.) jak i budynków indywidualnych. Biorąc pod uwagę fakt, że na obszarach wiejskich gdzie może być wytworzona biomasa większość budynków ma kotłownie indywidualne ten kierunek działania wydaje się najlepszy (przy wykorzystaniu biomasy w elektrociepłowniach lub ciepłowniach miejskich należy w kalkulacji uwzględnić koszt transportu) a jednocześnie najłatwiejszy do przeprowadzenia ze względu na mały stopień skomplikowania instalacji oraz wielość ofert dostawców sprzętu.

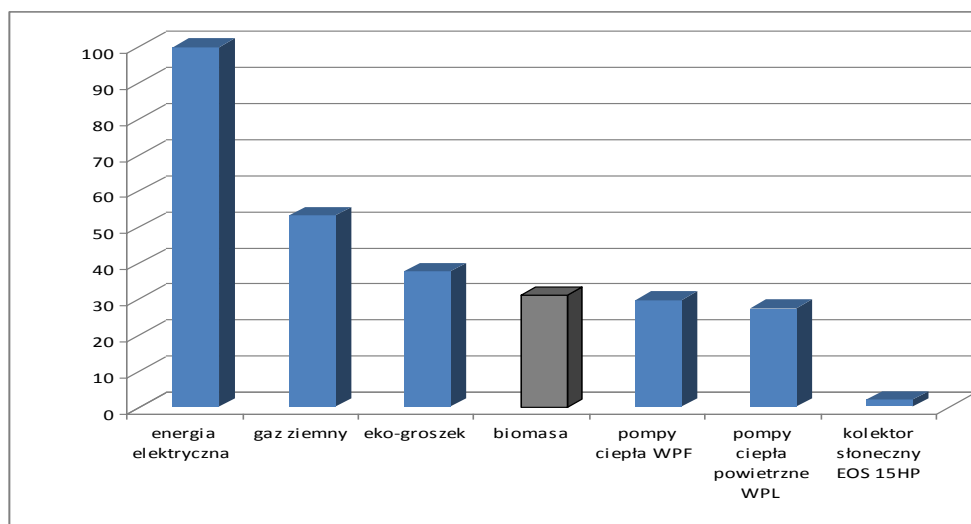
Ponieważ tematy dot. energii elektrycznej rozważane są w innym rozdziale ograniczymy się do przykładów z dziedziny ciepłownictwa.

Przykład I – Miejskie Przedsiębiorstwo Ciepłownicze- modernizacja kotłowni osiedlowej :

Kotłownia w stanie przed modernizacją pracowała w oparciu o kotły gazowe atmosferyczne. Wyposażona była w dwa kotły 600kW każdy. Kotły były wyeksploatowane w złym stanie technicznym.

Kotłownię charakteryzował ponadto wysoki koszt wytworzenia ciepła 62 zł/GJ +VAT.

Konieczne zatem było przeprowadzenie zmian w celu obniżenia kosztów eksploatacji kotłowni w celu umożliwienia obniżenia kosztów sprzedaży ciepła z jednoczesnym uzyskaniem dobrych wyników finansowych tej sprzedaży.



W tym celu zaproponowano zastosowanie kotła na biomasę. Kotły te charakteryzują się niskim kosztem uzyskania ciepła (choć wyższym niż pompy ciepła). Ich praca jest niezależna od czynników pogodowych (nasłonecznienie, temp powietrza itp.) Możliwe jest osiągnięcie

też dużej mocy grzewczej. Nowoczesne palniki z podajnikami automatycznymi, oraz elektroniczne sterowanie pozwalają na precyzyjny dobór punktu pracy do aktualnego obciążenia. Wadą jest konieczność zaopatrywania w paliwo (pelety). Konieczne zatem jest zastosowanie dużych magazynów zewnętrznych. Zaproponowano zainstalowanie kotła serii Bioplex HI. Są to kotły wielopaliwowe na biomasę. Przystosowane są do spalania pelletów, groszku węglowego, trocin, zrębek i kłód drewna. Istnieje także możliwość zainstalowania palnika gazowo-olejowego. Są to kotły w pełni zautomatyzowane a system precyzyjnego podawania paliwa zapewnia długi czas pomiędzy zasypami i utrzymania żaru przy zatrzymaniu kotła, system ten pozwala na kilkudniową pracę nie wymagającą dozoru.

Instalacja kotłów na biomasę		Przed modernizacją	Po modernizacji
Wytwarzana energia cieplna	GJ/a	4 700,17	4 700,17
zapotrzebowania mocy	MW	465	465
Koszt przygotowania energii cieplnej	zł/a	222 018,60	146 372,20
Oszczędność	zł/a		73 102,37
Koszt modernizacji	zł		276 678,50
SPBT	lata		3,78



Magazyn pelet

Kocioł

Jak widać z powyższego przykładu modernizacja taka charakteryzuje się szybkim czasem zwrotu inwestycji oraz zdecydowanie niższym kosztem wytworzenia ciepła od poprzednio stosowanego paliwa gazowego.

Przykład II. Indywidualna instalacja kotła na biomase w budynku urzędu gminy

Rodzaj danych	Obiekt	
	Urząd Gminy stan obecny"	Urząd Gminy Stan po termomodernizacji
Kubatura budynku	5539 m3	5539 m3
Powierzchnia użytkowa	864 m2	864 m2
Zapotrzebowanie na moc cieplną	98,1 kW	69,2 kW
Sposób wentylacji	Naturalny	Naturalny

Zapotrzebowanie na energię ciepłą	636,70 GJ/rok	356,0 GJ/rok
Przeznaczenie budynku	Urząd Gminy	
Ilość pracowników	40 osób	
Zużycie ciepłej wody	Małe 7dm3x40 osób=0,28m3/dobę czyli ok. 72,8m3/rok biorąc do obliczeń 5 dni pracy urzędu w tygodniu	

Proponowana modernizacja źródła ciepła obejmowała montaż kotła na biomase o mocy ok. 70kW pracującego w osobnym obiegu w układzie otwartym odseparowanym od obiegu głównego płytowym wymiennikiem ciepła. Proponowano przy tym pozostawić istniejący kocioł gazowy jako rezerwowe źródło ciepła. Oba kotły pracować będą na wspólny bufor c.o. o pojemności 1m3 który należy zainstalować w kotłowni. Proponowany kocioł to Bioflex typ HL 60 firmy ThermoStahl o mocy do 70kW w raz z systemem podawania paliwa z zasobnika zewnętrznego. Kocioł charakteryzuje się wysoką sprawnością jak na kotły na paliwa stałe ok. 87 %. Dodatkową zaletą jest możliwość spalania różnorodnych paliw od peletu poprzez ziarna zbóż oraz zrębki drewna i trociny co uniezależnia na przyszłość urząd od ewentualnych nagłych i nieoczekiwanych wzrostów cen jednego rodzaju paliwa



Kocioł typ Bioflex

		Ceny jednostkowe [PLN]	Cena za zestaw [PLN]
	MODEL HL 60 Zawiera	40 931,15	40 931,15

	-Kocioł na biomasę HL60 ze sterownikiem stałotemperaturowym -Podajnik przykotłowy -Zasobnik buforowy PH 200 -Naczynie wzbiornicze otwarte 35l -Wymiennik ciepła JAD XK3.18.FF -Pozostałe elementy węzła ciepłego (rury, zawory, izolacje)		
	- montaż	12 279,00	12 279,00
CENA			53 210,15

<i>moc [kW]</i>	<i>ilość godzin sezonu grzewczego z przygotowa- aniem ciepłej wody</i>	<i>Energia [GJ/rok]</i>	<i>cena wytworzenia [zł/GJ]</i>	<i>roczny koszt pracy kotła łącznie z paliwem [zł]</i>
70	2100	529,2	49,00	29 017,80

Czas zwrotu inwestycji **SPBT = 12,2 lat**

Uwzględniając wartość **białych certyfikatów** wynikających z ustawy o efektywności energetycznej (po jej wprowadzeniu) i pozyskaniu **dotacji na poziomie 50%** czas zwrotu inwestycji będzie zdecydowanie poniżej 10 lat i **może wynieść ok. 2 lata**

Ograniczenia rozwoju energetyki opartej o wtórne źródła i zagrożenia

Jak widać z poprzedniego akapitu nie ma obecnie żadnych barier finansowych do realizacji inwestycji przez samorządy, gdyż dotacje i niskooprocentowane częściowo umarzane kredyty likwidują te bariery. Rosnące ceny energii oraz rychłe wprowadzenie do obrotu opisanych wyżej białych certyfikatów będą długofalowo wpływać na dalszą poprawę rentowności inwestycji, które już dziś należy zakwalifikować do kategorii opłacalnych.

Również jak wynika z załączonych przykładów w każdej gminie da się wskazać liczne możliwości wprowadzenia takich oraz wielu innych usprawnień z zakresu energii odnawialnej.

Główną barierą obecnie jest fakt, że rozwój techniki w tym zakresie znacznie wyprzedza wzrost świadomości dotyczącej możliwości jej wykorzystania przez potencjalnych inwestorów. Stąd potrzeba realizacji takich programów jak **„Rozwój**

Energetyczny Gmin zgodny z Naturą” realizowany przez Naczelną Organizację Techniczną w Tarnowie, które usuwają te bariery.

Oczywiście w dłuższej perspektywie rozwoju mogą się pojawić kolejne bariery np. potencjał energetyczny odnawianych źródeł energii, którego przekroczyć się nie da lub rozwój innych technologii np. budynków pasywnych, których zastosowanie na masową skalę ograniczyłoby wykorzystanie części opisanych wyżej źródeł wtórnych np. odzysku ciepła z wentylacji i spalin z powodu drastycznej redukcji strat ciepła na wentylacji i braku spalin w procesie ogrzewania budynku. Droga do tak rewolucyjnych zmian jest jednak dłuższa, niż do pełnego wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

mgr inż. Tomasz Sumera