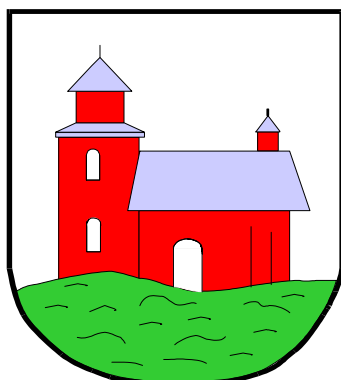




Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii

Polish
Foundation
for Energy
Efficiency

PILOTOWY PROGRAM WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W GMINIE LĘDZINY



Wykonawcy:
Piotr Kukła
Mariusz Bogacki

KATOWICE, grudzień 2006 r.

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii w Katowicach
ul. Wierzbowa 11, 40- 169 KATOWICE, Tel/fax: +48 32 203 51 14, E-mail: office@fewe.pl; www.fewe.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1 Podstawa opracowania dokumentu	5
2. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ W GMINIE LĘDZINY	6
2.1 Rodzaje potrzeb energetycznych	6
2.2 Zapotrzebowanie na ciepło	7
2.3 Zapotrzebowanie na energię elektryczną	10
3. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFERY W LĘDZINACH	11
4. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII	14
4.1 Siły sprawcze stosowania odnawialnych źródeł energii	14
5. CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGII OZE MOŻLIWYCH DO ZASTOSOWANIA W GMINIE LĘDZINY	17
5.1 Wykorzystanie biomasy	17
5.2 Aktywne wykorzystanie promieniowania słonecznego – kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne	18
5.3 Bierne wykorzystanie promieniowania słonecznego – budynki pasywne	21
5.4 Wykorzystanie ciepła z powierzchniowych źródeł ciepła – pompy ciepła	21
5.5 Energia wiatru – turbiny wiatrowe	23
5.6 Energia spadku wód	23
6. POTENCJAŁ TEORETYCZNY I TECHNICZNY ZASOBÓW ENERGII ODNAWIALNEJ W GMINIE LĘDZINY	25
6.1 Energia słoneczna	25
6.1.1 Potencjał energii słonecznej w Lędzinach	25
6.1.2 Dobór instalacji kolektorów słonecznych dla celów przygotowania c.w.u.	27
6.1.3 Dobór instalacji solarnych do wspomaganie ogrzewania pomieszczeń	31
6.1.4 Koszty instalacji kolektorów słonecznych	32
6.2 Biomasa	34
6.2.1 Uprawy energetyczne	39
6.2.2 Analiza możliwości zastosowania biomasy w Gminie Lędziny	40
6.3 Energia z biogazu	42
6.3.1 Biogaz z produkcji rolnej	43
6.3.2 Oczyszczalnia ścieków	45
6.3.3 Składowisko odpadów	47
6.4 Gruntowe pompy ciepła	47
6.5 Energia wiatru	51
6.6 Energia spadków wód	53
6.7 Energia wód kopalnianych	54
6.8 Energia geotermalna	56
7. PODSUMOWANIE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII	58

SPIS RYSUNKÓW:

Rysunek 2-1 Struktura rynku ciepła w Gminie Lędziny.....	7
Rysunek 2-2 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w sektorze mieszkaniowym na terenie gminy Lędziny.....	9
Rysunek 2-3 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w budynkach użyteczności publicznej gminy Lędziny.....	9
Rysunek 2-4 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w sektorze handlowo-usługowym w gminie Lędziny.....	9
Rysunek 3-1 Emisja dwutlenku węgla na terenie gminy Lędziny	12
Rysunek 3-2 Udział różnych rodzajów źródeł emisji w całkowitej emisji poszczególnych zanieczyszczeń do atmosfery w Lędzinach	12
Rysunek 5-1 Przykładowy schemat układu kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.	19
Rysunek 5-2 Przykład łączenia ogniw fotowoltaicznych w moduły i układy PV.....	20
Rysunek 5-3 Pompa ciepła z wymiennikiem pionowym i poziomym.	22
Rysunek 5-4 Schemat i elementy składowe turbiny wiatrowej	23
Rysunek 5-5 Uproszczony schemat małej elektrowni wodnej wykorzystującej energię spadku wód ..	24
Rysunek 6-1 Potencjał energii słonecznej dostępnej w poszczególnych porach roku.	26
Rysunek 6-2 Współczynnik solarnego pokrycia zapotrzebowania na ciepło oraz współczynnik sprawności systemu słonecznego.	28
Rysunek 6-3 Minimalny odstęp pomiędzy rzędami kolektorów słonecznych w celu uniknięcia ich wzajemnego zacieniania.....	30
Rysunek 6-4 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w instalacji kolektorów słonecznych	32
Rysunek 6-5 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w kolektorze słonecznym w przypadku uzyskania 70% dotacji do całkowitych nakładów inwestycyjnych poniesionych na instalację	33
Rysunek 6-6 Koszty redukcji rocznej emisji CO ₂ w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych	33
Rysunek 6-7 Potencjał możliwego do pozyskania drewna w województwie śląskim	37
Rysunek 6-8 Potencjał możliwej do pozyskania słomy i siana	38
Rysunek 6-9 Analiza wrażliwości zamiany nośnika na drewno w domku jednorodzinnym	41
Rysunek 6-10 Analiza wrażliwości budowy lokalnej kotłowni opalanej biomasą.....	42
Rysunek 6-11 Potencjał biogazu z produkcji rolnej w województwie śląskim	44
Rysunek 6-12 Schemat działania pompy ciepła	47
Rysunek 6-13 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej przez pompę ciepła.....	49
Rysunek 6-14 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w pompie ciepła przy uzyskaniu 25 %dotacji całkowitych kosztów instalacji	50
Rysunek 6-15 Koszty unikniętej rocznej emisji CO ₂ w wyniku zastosowania pompy ciepła.....	50
Rysunek 6-16 Strefy wiatrowe w Polsce	51
Rysunek 6-17 Róża wiatrów dla stacji meteorologicznej w Bieruniu Starym i w Katowicach – pomiar na wysokości 16 metrów na podstawie badań w latach 1971 - 1980	52
Rysunek 6-18 Energia wiatru - potencjał teoretyczny na wysokości 18m n.p.t.	53
Rysunek 6-19 Schemat jednostopniowego wykorzystania wód kopalnianych przez pompę ciepła	55
Rysunek 6-20 Schemat dwustopniowego wykorzystania wód kopalnianych na potrzeby przygotowania c.w.u. w łaźniach.....	55
Rysunek 6-21 Zasoby energii geotermalnej w województwie śląskim.....	56
Rysunek 7-1 Szacunkowa ilość energii możliwa do pozyskania z odnawialnych źródeł energii	58

SPIS TABEL:

Tabela 2.1 Rodzaje nośników energii oraz sposoby ich wykorzystania	6
Tabela 2.2 Zestawienie zapotrzebowania na moc na terenie gminy Łędziny.....	8
Tabela 2.3 Zestawienie zapotrzebowania na energię na terenie gminy Łędziny.	8
Tabela 2.4 Zużycie energii na terenie gminy Łędziny w latach 2001 – 2003	10
Tabela 3.1 Zestawienie zbiorcze emisji substancji do atmosfery z poszczególnych źródeł emisji na terenie Gminy Łędziny	11
Tabela 4.1 Główne źródła dofinansowania dla projektów OZE w warunkach krajowych	15
Tabela 5.1 Klasyfikacja elektrowni wodnych.....	24
Tabela 6.1 Potencjał teoretyczny i techniczny energii słonecznej na terenie gminy Łędziny.....	26
Tabela 6.2 Optymalny kąt nachylenia płaszczyzny kolektorów w kierunku południowym w poszczególnych miesiącach w Polsce.....	27
Tabela 6.3 Wartości współczynników korekcyjnych dla kolektorów słonecznych w zależności od ich kąta nachylenia oraz kierunku ustawienia	27
Tabela 6.4 Wartość wskaźnika dla obliczenia odstępów między rzędami kolektorów	30
Tabela 6.5 Wyznaczenie ilości biomasy z wycinki przydrożnych drzew na terenie Gminy Łędziny....	35
Tabela 6.6 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biomasie na terenie Gminy Łędziny	36
Tabela 6.7 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biogazie z produkcji rolnej na terenie Gminy Łędziny	44
Tabela 6.8 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biogazie z oczyszczalni ścieków na terenie Gminy Łędziny	46
Tabela 6.9 Częstość występowania poszczególnych kierunków i średnich prędkości wiatru	52
Tabela 7.1 Wyniki analizy zastosowania kolektorów słonecznym w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych na terenie gminy Łędziny	59
Tabela 7.2 Zestawienie wyników analizy OZE w budynkach użyteczności publicznej gminy Łędziny ...	59

1. Wstęp

1.1 Podstawa opracowania dokumentu

Opracowanie „Pilotowego programu wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęczyny” jest bezpośrednio związane z przystąpieniem Gminy Łęczyny do realizacji „Kompleksowego programu działań w zakresie energii i poprawy jakości powietrza w Gminie Łęczyny”, którego częścią, obok:

- ♦ Programu Ochrony Środowiska Gminy Łęczyny,
- ♦ Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe Gminy Łęczyny,
- ♦ Operacyjnego planu polepszenia jakości powietrza w Gminie Łęczyny,
- ♦ Programu likwidacji niskiej emisji w Gminie Łęczyny,

jest niniejsze opracowanie.

Wyżej wymienione programy i plany służą realizacji ochrony środowiska w zakresie ochrony powietrza i są zadaniami zobligowanymi przez Prawo Ochrony Środowiska, czy Ustawę Prawo Energetyczne. Ponadto priorytety ekologiczne Gminy w zakresie poprawy jakości powietrza są zbieżne z celami długoterminowymi powiatu bieruńsko-łędzińskiego („Program Ochrony Środowiska Powiatu Bieruńsko – Łędzińskiego”) oraz województwa śląskiego („Program Ochrony Środowiska Województwa Śląskiego do 2004 roku oraz cele długoterminowe do roku 2015”, „Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego na lata 2000 – 2015”).

Podstawą formalną opracowania "Pilotowego programu wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęczyny" jest Umowa z dnia 19 czerwca 2006 r., zawarta pomiędzy Burmistrzem Miasta Łęczyny, a Fundacją na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii w Katowicach.

Niniejsze opracowanie pt. „Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęczyny”, przedstawia inwentaryzację potencjału technicznego i ekonomicznego wykorzystania OZE oraz analizę i ocenę możliwości realizacji przedsięwzięć OZE w budynkach zlokalizowanych w Łęczynach.

Celem programu jest:

- realizacja celów gminy, w zakresie:
 - poprawy stanu środowiska naturalnego,
 - zwiększenia atrakcyjności gminy w stosunku do otoczenia,
 - wspierania inicjatyw lokalnych w zakresie rozwoju,
- realizacja zadań przyjętych w „Programie likwidacji niskiej emisji w Gminie Łęczyny” poprzez zastosowanie odnawialnych źródeł energii w ograniczaniu emisji z tzw. źródeł rozproszonych,
- wykorzystanie istniejących możliwości pozyskania środków na zadania inwestycyjne z zakresu OZE,
- gospodarcze i demonstracyjne zastosowanie odnawialnych źródeł energii w obiektach i budynkach użyteczności publicznej,
- zwiększenie świadomości ekologicznej społeczeństwa Łęczyn.

Dla oceny możliwości i zasadności realizacji powyższych celów, przedstawiony został potencjał OZE w Gminie Łęczyny oraz ocena potencjalnych działań programowych w zakresie wykorzystania:

- energii słonecznej (kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne)
- energii gruntu i wód powierzchniowych (pompy ciepła)
- biomasy (rolnictwo, leśnictwo, przemysł)

2. Zapotrzebowanie na energię w Gminie Lędziny

2.1 Rodzaje potrzeb energetycznych

W celu określenia możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) przede wszystkim należy zdać sobie sprawę jakie potrzeby energetyczne obecnie mamy oraz jakie przewidujemy w perspektywie kilku najbliższych lat. Działania związane z gospodarką energetyczną budynków to działania głównie nastawione na długoterminowy cykl żywotności, np. dla kotłów ok. 20 lat. Z tego też względu poprawny wybór technologii i dobór urządzeń ma tak ogromne znaczenie już na etapie podejmowania pierwszych decyzji.

Za komfort użytkowania energii trzeba płacić i obserwując sytuację na rynku paliw i energii płacić coraz więcej. W obecnej chwili mamy do czynienia z dużą niepewnością cen głównie dla paliw i ich pochodnych importowanych z zagranicy, jak ropa naftowa czy gaz ziemny. Należy jednak przypuszczać, że ceny węgla w najbliższych latach również zaczną znacząco wzrastać, dlatego też istotnym jest stopniowe uniezależnienie się od tego typu źródeł energii i sposobem na to jest wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii.

Przy obecnych cenach energii i paliw oraz wysokich kosztach inwestycyjnych technologii wykorzystujących OZE, analizy opłacalności często nie wykazują dodatniego efektu ekonomicznego lub jest on niski. Mając jednak w perspektywie wzrost cen nośników i prawdopodobny spadek kosztów inwestycyjnych technologii OZE, należy się spodziewać, że opłacalność rzeczowych inwestycji zacznie wzrastać z roku na rok. Wysokie koszty energii są również wynikiem jej nadmiernego zużycia, co najczęściej dotyczy budynków użyteczności publicznej, ale nie tylko.

Przyjrzyjmy się najpierw jakie i do jakich celów najczęściej zużywane są nośniki energii w budynkach.

Tabela 2.1 Rodzaje nośników energii oraz sposoby ich wykorzystania

Energia elektryczna	Ciepło sieciowe	Gaz ziemny	Paliwa stałe i ciekłe (węgiel, koks, olej opałowy, gaz LPG)
<ul style="list-style-type: none">oświetlenieprzygotowanie c.w.u.gotowanieogrzewanie pomieszczeńnapędysprzęt biurowyinne	<ul style="list-style-type: none">ogrzewanie pomieszczeńprzygotowanie c.w.u.	<ul style="list-style-type: none">ogrzewanie pomieszczeńprzygotowanie c.w.u.gotowanie	<ul style="list-style-type: none">ogrzewanie pomieszczeńprzygotowanie c.w.u.gotowanie

Różne typy budynków i obiektów cechują się odmiennymi potrzebami, wynikającymi przede wszystkim z różnic związanych z charakterem użytkowania, a którymi należy się kierować podejmując decyzje o wyborze takiej czy innej technologii. Inne potrzeby energetyczne posiada budynek administracyjny (np. urząd miasta), inne budynek edukacyjny (szkoła, przedszkole), a jeszcze inne szpital, obiekt sportowy czy też budynek mieszkalny.

W celu określenia charakterystycznych potrzeb energetycznych dla różnych typów obiektów zastosowano podział na kilka głównych i najczęściej spotykanych grup budynków, czyli:

- budynki mieszkalne:
 - jednorodzinne,
 - wielorodzinne,
- budynki użyteczności publicznej,
- budynku usług, handlu i przemysłu.

Niestety zastosowanie takiego podziału pozwoli nam jedynie na przybliżone określenie struktury zużycia energii w danym typie obiektu. Nie trudno bowiem wyobrazić sobie różnicę w zużyciu energii na poszczególne cele w szkole z basenem i stołówką i w szkole bez pływalni, w której nie przygotowuje się posiłków. Tak więc ilość i przeznaczenie zużywanych w obiekcie paliw i energii jest sprawą mocno indywidualną i zależy od specyfiki użytkownika każdego z obiektów.

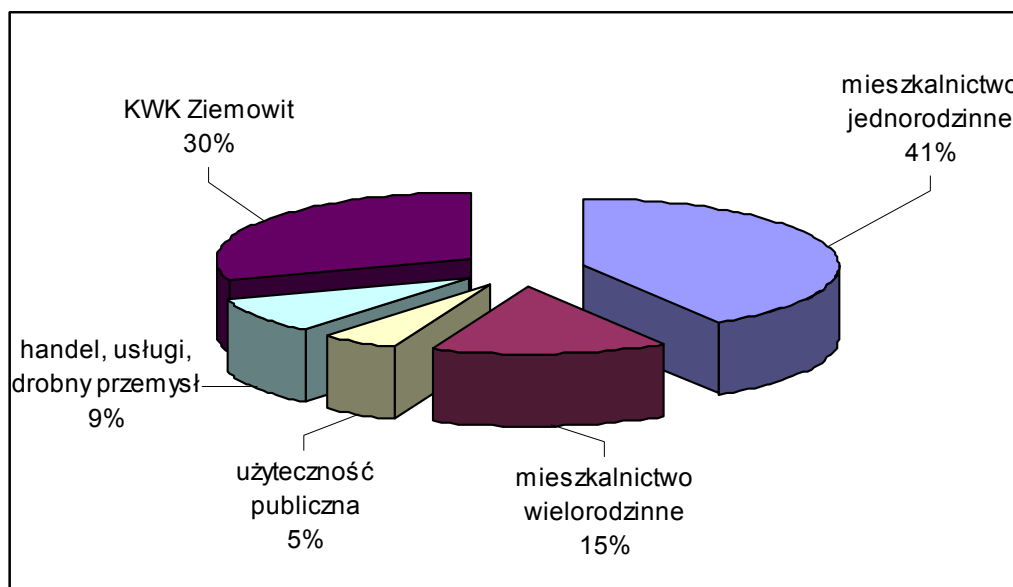
2.2 Zapotrzebowanie na ciepło

Określenie zapotrzebowania na ciepło w poszczególnych typach obiektów zlokalizowanych na terenie gminy, mogło zostać przeprowadzone z dużym poziomem dokładności dzięki wdrażanemu w gminie „Kompleksowemu programowi działań w zakresie energii i poprawy jakości powietrza”. W ramach wspomnianego programu został m.in. opracowany „Wykaz nieruchomości zabudowanych na terenie gminy Lędziny” zawierający adresy i rodzaje budynków znajdujących się na terenie gminy, a także została utworzona baza danych zebranych w drodze ankietyzacji w ramach wdrażania „Programu likwidacji niskiej emisji”. Dodatkowo została przeprowadzona szczegółowa inwentaryzacja budynków użyteczności publicznej, która dostarcza podstawowych informacji budowlanych i energetycznych o tych budynkach. Ponadto analizy zweryfikowano i uzupełniono o dane statystyczne Głównego Urzędu Statystycznego.

Bilans energetyczny gminy został już przedstawiony w opracowaniu „Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Lędziny”, wykonanym w 2005 roku. Wynika z niego, że zapotrzebowanie na energię cieplną w gminie wynosi 557,5 TJ.

Podział zapotrzebowania na energię cieplną (w tym ogrzewanie pomieszczeń, przygotowanie c.w.u. oraz ciepło na cele bytowe i cele technologiczne) dla poszczególnych grup przedstawiono na poniższym rysunku.

Rysunek 2-1 Struktura rynku ciepła w Gminie Lędziny.



Z powyższego rysunku wynika, że największy udział w zapotrzebowaniu na energię cieplną mają obiekty mieszkalne, które stanowią 56% w łącznym zapotrzebowaniu na energię cieplną. Udział budynków użyteczności publicznej wynosi w tym przypadku 5%.

Szczegółowe zapotrzebowanie na moc i energię na terenie gminy Lędziny pokazane zostały w tabeli 2.2 oraz 2.3. Zestawienie to nie obejmuje odbiorcy jakim jest KWK Ziemowit, ze względu na specyficzny charakter tego przedsiębiorstwa oraz zakres jakiego dotyczy niniejsze opracowanie.

Tabela 2.2 Zestawienie zapotrzebowania na moc na terenie gminy Lędziny.

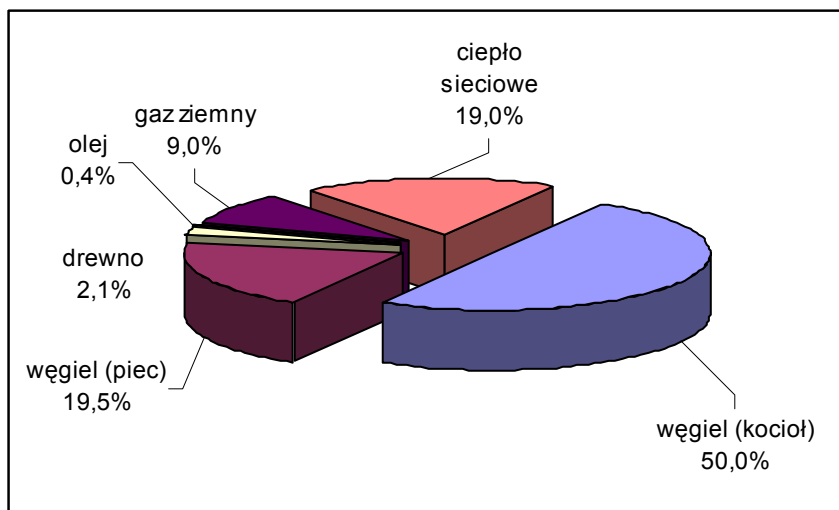
Charakterystyka obiektów	Powierzchnia użytkowa obiektów	Zapotrzebowanie na moc na terenie gminy Lędziny				
		Moc cieplna na c.o.	Moc cieplna na c.w.u.	Suma mocy c.o.+c.w.u.	Moc na cele bytowe	Moc w energii elektrycznej
	m ²	MW	MW	MW	MW	MW
mieszkalnictwo jednorodzinne	242 796	19,78	2,91	22,69	2,06	19,83
mieszkalnictwo wielorodzinne	111 769	8,20	1,38	9,58	0,83	7,94
budynki użyteczności publicznej	45 577	3,29	1,06	4,35	0,06	2,79
handel, usługi, drobny przemysł	61 040	6,00	0,59	6,59	0,02	5,69
oświetlenie ulic						0,222
Suma	461 182	37,27	5,94	43,21	2,97	36,472

Tabela 2.3 Zestawienie zapotrzebowania na energię na terenie gminy Lędziny.

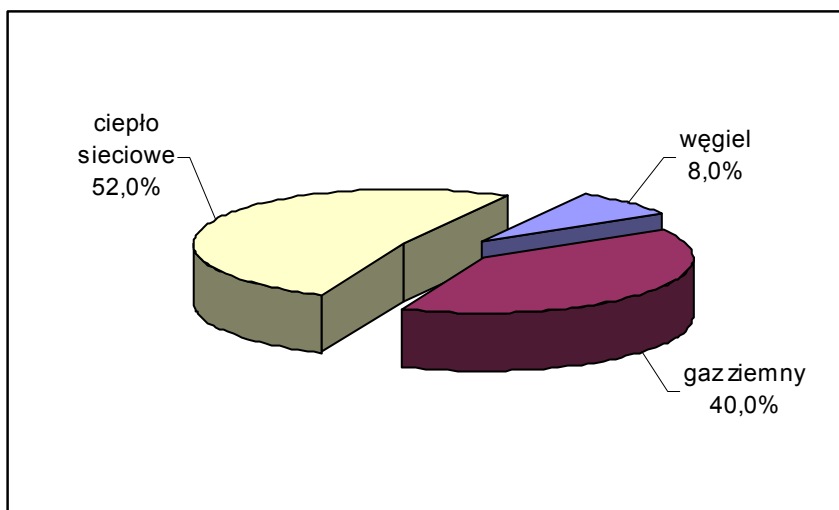
Charakterystyka obiektów	Zapotrzebowanie na energię na terenie gminy Lędziny					
	Zużycie energii cieplnej na potrzeby c.o.	Zużycie energii cieplnej na potrzeby c.w.u.	Suma zużycia energii cieplnej na potrzeby c.o.+c.w.u.	Zużycie energii na cele bytowe	Zużycie energii elektrycznej	Zużycie gazu ziemnego
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	MWh/rok	tys.m ³ /rok
mieszkalnictwo jednorodzinne	182 097	36 419	218 516	9 712	7 500	1 392
mieszkalnictwo wielorodzinne	60 748	18 885	79 633	4 086	2 807	
budynki użyteczności publicznej	17 710	8 186	25 896	513	729	365
handel, usługi, drobny przemysł	42 797	6 764	49 561	248	2 714	488
oświetlenie ulic					867	
Suma	303 352	70 254	373 606	14 559	14 617	2 245

Dla poszczególnych uczestników rynku ciepła znana jest także struktura użytkowania nośników energii dla celów ogrzewania pomieszczeń, co pokazują poniższe rysunki. Pozwoli to, w połączeniu przede wszystkim na określenie potencjału ekologicznego przedsięwzięć polegających na zastosowaniu odnawialnych źródeł energii w budynkach zlokalizowanych na terenie gminy.

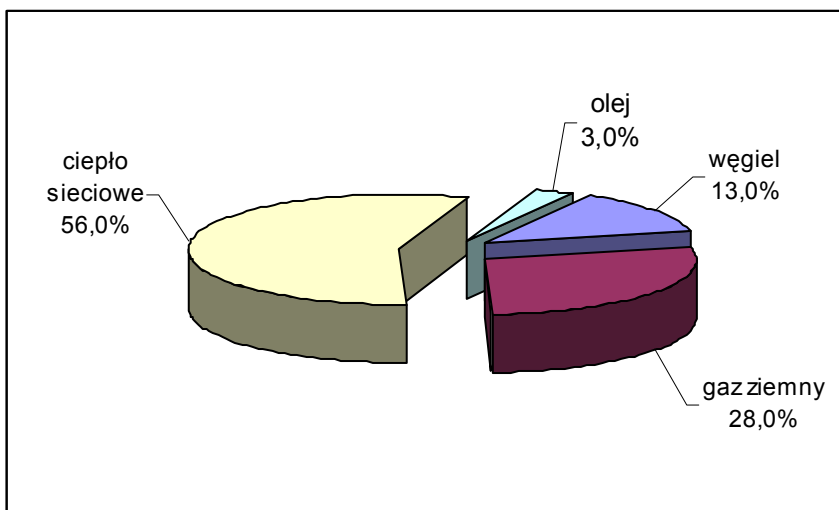
Rysunek 2-2 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w sektorze mieszkaniowym na terenie gminy Łędziny



Rysunek 2-3 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w budynkach użyteczności publicznej gminy Łędziny



Rysunek 2-4 Struktura zużycia nośników energii na cele grzewcze w sektorze handlowo-usługowym w gminie Łędziny



2.3 Zapotrzebowanie na energię elektryczną

Na terenie gminy Łęczyny istnieje rozbudowany układ sieci elektroenergetycznych wysokich, średnich i niskich napięć. Bezpośrednią obsługę odbiorców zapewnia układ sieci średnich i niskich napięć rozbudowany w oparciu o lokalny GPZ Łęczyny, a także GPZ Urbanowice i EC Tychy. Układ sieci średnich napięć tworzą stacje transformatorowe 20/0,4 kV do zasilania obszaru gminy służy 59 stacji transformatorowych.

Roczne zużycie energii elektrycznej na terenie gminy Łęczyny wg danych GZE Gliwice przedstawiało się następująco:

Tabela 2.4 Zużycie energii na terenie gminy Łęczyny w latach 2001 – 2003

rok	całkowite zużycie	gospodarstwo domowe	budynki użyteczności publicznej	handel, usługi
	kWh/rok			
2001	13 478 860	9 355 592	417 907	3 705 361
2002	13 874 672	10 029 575	396 979	3 448 118
2003	14 429 815	10 307 644	414 906	3 707 265

W powyższym zestawieniu nie ujęto zużycia energii elektrycznej przez największego odbiorcę na terenie gminy, jakim jest KWK „Ziemowit”. Z zestawienia tego wynika jednak, że z roku na rok zużycie energii elektrycznej w budynkach i obiektach zlokalizowanych na terenie gminy rośnie. Trend taki jest zgodny z trendami światowymi i należy spodziewać się dalszego wzrostu zużycia energii elektrycznej przez odbiorców w gminie.

3. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery w Lędzinach

Wykonane w ramach kompleksowego programu działań w zakresie energii i poprawy jakości powietrza opracowania: „Operacyjny plan polepszenia jakości powietrza Gminy Lędziny” oraz „Program likwidacji niskiej emisji w Gminie Lędziny”, z dużą dokładnością oszacowały wielkość emisji substancji szkodliwych do atmosfery. Ze wspomnianych opracowań wynika jednoznacznie iż podstawową przyczyną emisji do atmosfery substancji szkodliwych i dwutlenku węgla na terenie Gminy Lędziny, jest proces spalania paliw dla zaspokojenia potrzeb cieplnych na ogrzewanie pomieszczeń.

Dodatkowo emisję wyznaczono w podziale na trzy rodzaje, a mianowicie:

- emisję punktową (wysoka emisja),
- emisję rozproszoną (niska emisja),
- emisję komunikacyjną (emisja liniowa).

Wielkość emisji na terenie gminy została wyznaczona dla takich substancji jak: SO₂, NO₂, CO, pył, B(α)P oraz CO₂ wyrażoną w kg danej substancji na rok.

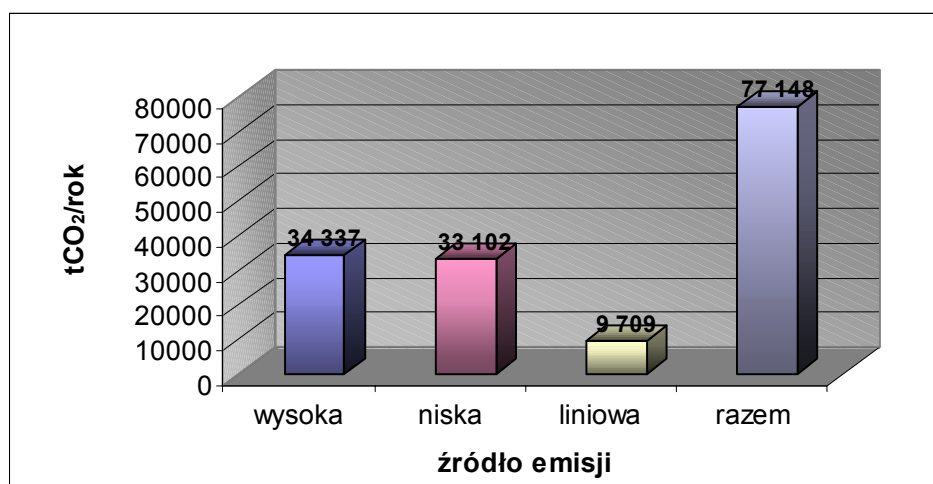
Wyznaczono także emisję równoważną, czyli zastępczą. Emisja równoważna jest to wielkość ogólna emisji zanieczyszczeń pochodzących z określonego (ocenianego) źródła zanieczyszczeń, przeliczona na emisję dwutlenku siarki.

Emisja równoważna - E_r, pozwala uwzględnić fakt iż do powietrza emitowane są równocześnie różnego rodzaju zanieczyszczenia o różnym stopniu toksyczności. Pozwala to na prowadzenie porównań stopnia uciążliwości poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń emitujących różne związki. Umożliwia także w prosty, przejrzysty i przekonujący sposób znaleźć wspólną miarę oceny szkodliwości różnych rodzajów zanieczyszczeń, a także wyliczać efektywność wprowadzanych usprawnień.

Tabela 3.1 Zestawienie zbiorcze emisji substancji do atmosfery z poszczególnych źródeł emisji na terenie Gminy Lędziny

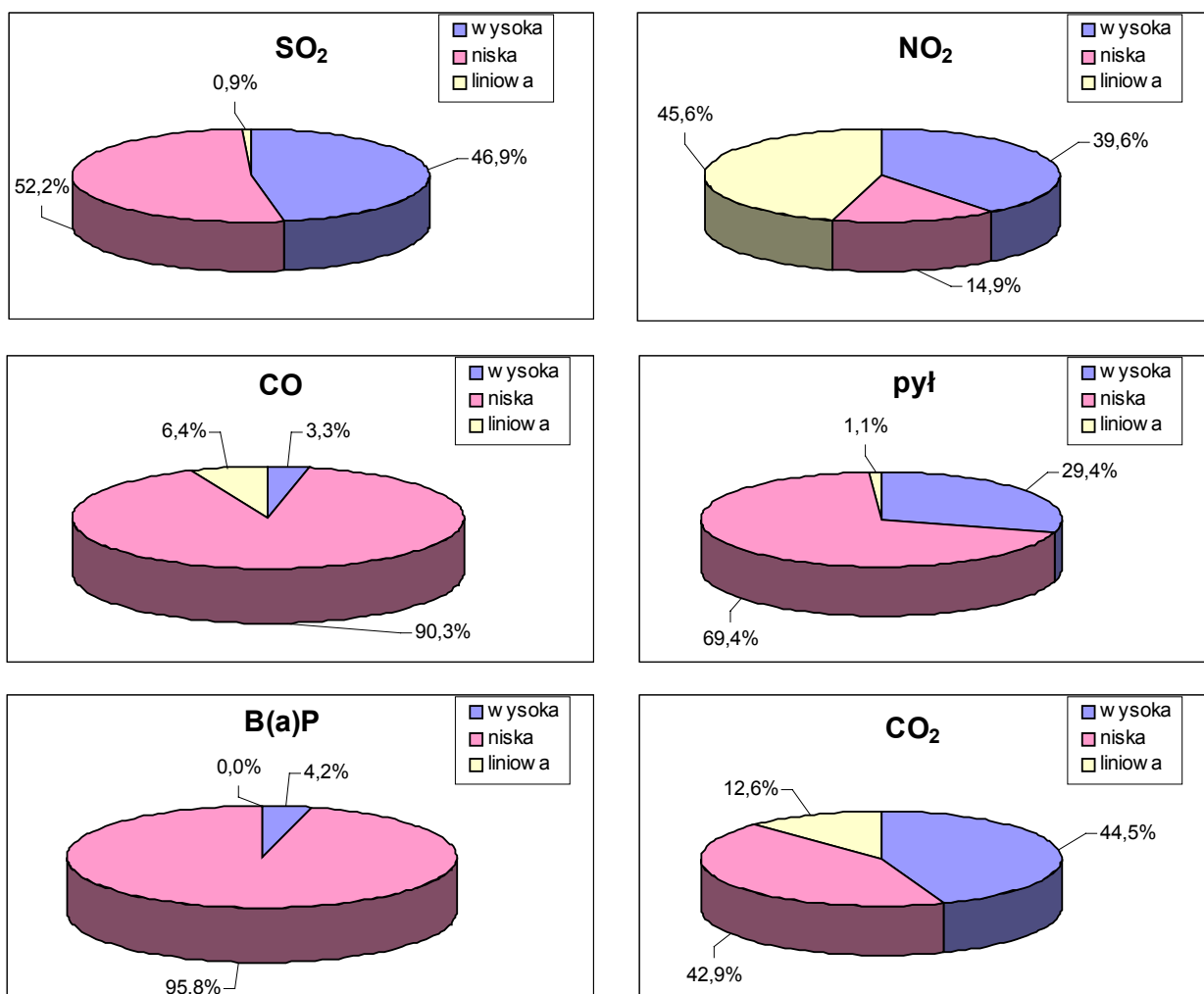
Lp.	substancja	jednostka	rodzaj emisji			RAZEM
			wysoka	niska	liniowa	
1	SO ₂	kg/rok	212 750	237 051	4 222	454 023
2	NO ₂	kg/rok	49 000	18 453	56 432	123 885
3	CO	kg/rok	59 750	1 635 612	115 184	1 810 546
4	pył	kg/rok	83 250	196 340	3 207	282 797
5	B(a)P	kg/rok	15	327	-	341
6	CO ₂	kg/rok	34 336 750	33 102 112	9 709 405	77 148 267
7	E _r	kg/rok	716 819	6 899 220	35 193	7 503 886

Rysunek 3-1 Emisja dwutlenku węgla na terenie gminy Lędziny



Udział punktowych, rozproszonych i liniowych źródeł w całkowitej emisji poszczególnych substancji do atmosfery przedstawia rysunek 3-2.

Rysunek 3-2 Udział różnych rodzajów źródeł emisji w całkowitej emisji poszczególnych zanieczyszczeń do atmosfery w Lędzinach



Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęziny

Wspomniany na wstępie oraz widoczny na powyższych rysunkach duży udział emisji ze źródeł rozproszonych emitujących zanieczyszczenia w wyniku bezpośredniego spalania paliw na cele grzewcze i socjalno-bytowe w mieszkalnictwie, budynkach użyteczności publicznej oraz w sektorach handlowo-usługowym. Sytuacja taka wynika z rodzaju i ilości stosowanych paliw, stanu technicznego instalacji grzewczych oraz, co zrozumiałe, brak układów oczyszczania spalin.

Wynikający stąd wniosek, że wszelkie działania zmierzające do poprawy jakości powietrza w Gminie Łęziny powinny w pierwszej kolejności dotyczyć likwidacji niskiej emisji zostały zrealizowane poprzez wdrożenie w gminie „Programu likwidacji niskiej emisji”. Niniejsze opracowanie stanowi swego rodzaju rozszerzenie „Programu likwidacji niskiej emisji” i pokazuje możliwości i efekty płynące z zastosowania odnawialnych źródeł energii oraz wytyczne dla ich stosowania i prawidłowego funkcjonowania.

4. Odnawialne Źródła Energii

Pod pojęciem energii odnawialnej rozumie się źródła nie kopalne, których zasoby same się odnawiają i które z tego powodu są teoretycznie niewyczerpalne. Do źródeł energii odnawialnej zaliczamy więc energię słoneczną, energię wodną, energię wiatrową, biomasę, biogaz, energię geotermalną i geotermiczną.

Świadomość ekologiczna wśród społeczeństwa wciąż rośnie i coraz więcej ludzi zdaje sobie sprawę, że zrównoważony rozwój krajów, miast i gmin to nasz obowiązek na rzecz przyszłych pokoleń. Szacuje się, że zasoby paliw kopalnych: węgla, gazu ziemnego, ropy naftowej itp. wystarczą na ok. 50-60 lat w przypadku ropy i gazu oraz na 200-300 lat w przypadku węgla. Dodatkowo zużywamy coraz więcej energii, a jej ceny wciąż rosną. Zrównoważoną gospodarkę energetyczną należy opierać na bardziej efektywnym wykorzystaniu paliw i energii, w tym przez zwiększenie udziału odnawialnych źródeł w zaopatrzeniu w energię.

Odnawialne źródła energii mogą stanowić istotny udział w bilansie energetycznym gminy, ich racjonalne wykorzystanie przyczynie się do zrównoważonego rozwoju i rozwiązania wielu problemów ekologicznych stwarzanych przez energetykę. Dodatkowo OZE stają się konkurencyjne ekonomiczne dla paliw tradycyjnych, których pozyskanie staje się coraz droższe.

4.1 Siły sprawcze stosowania odnawialnych źródeł energii

Zgodnie ze sformułowaniem zawartym w ustawie o racjonalnym wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, zasoby odnawialne znajdujące się w obrębie gminy są jej komunalną własnością.

Wykorzystanie OZE ze względu na swoje znaczenie jest przedmiotem wielu europejskich i krajowych uregulowań prawnych, strategii i programów. W Unii Europejskiej wykorzystanie OZE jest jednym z priorytetowych działań czego wyrazem jest min. rezolucja Parlamentu Europejskiego p.t. „Zielona księga - Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii”, która określa stan obecny rozwoju energetyki opartej na źródłach odnawialnych, stawia cele rozwoju i definiuje plan działania (stworzenie odpowiednich warunków rynkowych dla rozwoju OZE bez nadmiernych obciążeń finansowych) dla osiągnięcia celu strategicznego: 12% udział odnawialnych źródeł energii w zaspokojeniu zapotrzebowania EU na energię pierwotną w 2010 roku (w 2004 roku było to niespełna 6%).

W 2001 roku Sejm Polski przyjął „Strategię rozwoju energetyki odnawialnej”. Dokument ten przewiduje udział OZE w całkowitej produkcji energii w kraju na poziomie 7,5% w roku 2010 i 14% w roku 2020. Tymczasem w roku 2002 udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii pierwotnej, wynosił w Polsce 2,75%. Można powiedzieć, że czynnikiem, który nie sprzyja rozwojowi energetyki odnawialnej w Polsce jest fakt, że nasz kraj posiada bogate złoża węgla kamiennego i brunatnego. Udział spalania węgla w całkowitym zużyciu energii pierwotnej stanowi ponad 60%, jednocześnie powodując największe zanieczyszczenie powietrza.

Poza wymienionymi zaletami, takimi jak niewyczerpywalność, nieszkodliwość dla środowiska i niskie ceny, odnawialne źródła energii posiadają także inne zalety. Są dostępne na całym świecie, chociaż w różnym stopniu. W skali lokalnej stwarzają możliwość redukcji nadwyżek w rolnictwie (np. roślin oleistych), pozwalają zagospodarować nieużytki, przyczyniają się także do powstawania nowych miejsc pracy. Główną zaletą OZE pozostaje jednak ich przyjazność dla środowiska. Ograniczają one bowiem emisję gazów cieplarnianych do atmosfery i tym samym zmniejszają zagrożenie zmian klimatycznych, których skutków nie jesteśmy w stanie do końca przewidzieć.

Dla realizacji tych celów przewidywane są:

- działania organizacyjne mające na celu wdrożenie strategii,

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęziny

- działania formalno-prawne mające na celu ułatwienie dostępu do odnawialnych źródeł energii oraz zwiększenie ich konkurencyjności,
- instrumenty ekonomiczne zwiększające opłacalność odnawialnych źródeł energii,
- działania wspierające rozwój nowych technik i technologii odnawialnych źródeł energii,
- działania z zakresu edukacji i promowania odnawialnych źródeł energii, działania z zakresu współpracy międzynarodowej.

Wyżej wymienione działania i instrumenty są dopiero w fazie tworzenia, niemniej projekty z zakresu OZE już dzisiaj kwalifikują się do otrzymania koniecznego wsparcia finansowego, które jest oferowane przez wszystkie krajowe fundusze ekologiczne. Wsparcie to jest niezbędne dla przełamania podstawowej bariery dla rozwoju OZE – bariery finansowej, polegającej na konieczności ponoszenia wysokich nakładów inwestycyjnych dla późniejszych niskich kosztów eksploatacyjnych.

Dla jednostek samorządu terytorialnego szczególnie interesująca jest oferta Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach - do 75% zadania inwestycyjnego może być sfinansowane z dotacji i pożyczki (w przypadku wykorzystania OZE dotacja może stanowić do 50% kosztów zadania). Również Fundacja EkoFundusz – oferuje dotacje i pożyczki dla jednostek samorządu terytorialnego warunki wsparcia uzależnione są od wielkości dochodów samorządu. W przypadku innych beneficjentów jak stowarzyszenia charytatywne i wyznaniowe, organizacje pozarządowe dotacja może sięgać do 50% kosztów projektu.

Przegląd możliwości pozyskania wsparcia finansowego w energetyce odnawialnej zamieszczono w tabeli 4.1

Tabela 4.1 Główne źródła dofinansowania dla projektów OZE w warunkach krajowych

Beneficjenci Inwestorzy	Instytucje krajowe									Instytucje zagraniczne			
	Fundusze ekologiczne i fundacje						Agencje			Unia Europejska		Fundusze bilateralne	
	EkoFundusz	NFOŚiGW	WFOŚiGW	BOŚ	FWW	FUT	FPŚ	FAPA	ATT	RPO	IEE	EOG	GEF
Samorządy	√	√	√		√	√	√	√		√	√	√	√
Przedsiębiorcy	√	√	√	√	√				√	√ ²⁾	√	√	√
Osoby prywatne		√ ¹⁾	√ ¹⁾	√	√	√				√ ³⁾			

¹⁾ - brak możliwości bezpośredniego ubiegania się o współfinansowanie, istnieje możliwość ubiegania się o wsparcie finansowe za pośrednictwem Banku Ochrony Środowiska

²⁾ - podmioty działające na zlecenie jednostek samorządu terytorialnego, wybrane zgodnie z prawem zamówień publicznych,

- podmioty, w których większość udziałów posiada jednostka samorządu terytorialnego,

- instytucje otoczenia biznesu/instytucje i organizacje wspierające rozwój przedsiębiorczości i innowacyjności

³⁾ - spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe, spółki mieszkaniowe

NFOŚiGW – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

WFOŚiGW - Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

BOŚ – Bank Ochrony Środowiska

FWW – Fundacja Wspomagania Wsi

FUT – Fundusz Ustawy Termomodernizacyjnej

FPŚ – Fundacja Partnerstwo dla Środowiska

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęziny

FAPA – Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa

ATT – Agencja Techniki i Technologii

RPO – Regionalny Program Operacyjny

IEE – Program Komisji Europejskiej – Inteligentna Energia – Europa

EOG – Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru
Gospodarczego

GEF – Globalny Fundusz Środowiska (granty średnie i duże)

5. Charakterystyka technologii OZE możliwych do zastosowania w Gminie Lędziny

5.1 Wykorzystanie biomasy

Biomasa to substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także inne części odpadów, które ulegają biodegradacji. Jest to źródłem energii odnawialnej w największym stopniu wykorzystywane w Polsce. Ogólnie, w krajach europejskich jej wykorzystanie znacznie przewyższa wszystkie pozostałe źródła.

Podczas spalania biomasy wydzielają się niewielkie ilości związków siarki i azotu. Powstający gaz cieplarniany - dwutlenek węgla jest asymilowany przez rośliny wzrastające na polach, czyli jego ilość w atmosferze nie zwiększa się. Zawartość popiołów przy spalaniu wynosi ok. 1% spalanej masy, podczas gdy przy spalaniu gorszych gatunków węgla sięga nawet 20%.

Energię z biomasy można uzyskać poprzez:

- spalanie biomasy roślinnej (np. drewno, odpady drzewne z tartaków, zakładów meblarskich i in., słoma, specjalne uprawy roślin energetycznych),
- wytwarzanie oleju opałowego z roślin oleistych (np. rzepak) specjalnie uprawianych dla celów energetycznych,
- fermentację alkoholową trzciny cukrowej, ziemniaków lub dowolnego materiału organicznego poddającego się takiej fermentacji, celem wytworzenia alkoholu etylowego do paliw silnikowych,
- beztlenową fermentację metanową odpadowej masy organicznej (np. odpady z produkcji rolnej lub przemysłu spożywczego).

Obecnie w Polsce wykorzystywana w przemyśle energetycznym biomasa pochodzi z dwóch gałęzi gospodarki: rolnictwa i leśnictwa. Najważniejszym źródłem biomasy są odpady drzewne i słoma. Część odpadów drzewnych wykorzystuje się w miejscu ich powstawania (przemysł drzewny), głównie do produkcji ciepła lub pary użytkowanej w procesach technologicznych. W przypadku słomy, szczególnie cenne energetycznie, a zupełnie nieprzydatne w rolnictwie, są słomy rzepakowa, bobikowa i słonecznikowa. Rocznie polskie rolnictwo produkuje ok. 25 mln ton słomy.

W ostatnim czasie obserwuje się zainteresowanie uprawą roślin energetycznych takich jak np. wierzba energetyczna. Jest to krzewiasta forma wierzby z rodziny *Salix viminalis*. Różnorodność materiału wyjściowego i konieczność dostosowania technologii oraz mocy powoduje, iż biopaliwa wykorzystywane są w różnej postaci. Drewno w postaci kawałkowej, rozdrobnionej (zrębków, ścinków, wiórów, trocin, pyłu drzewnego) oraz skompaktowanej (brykietów, peletów). Słoma i pozostałe biopaliwa z roślin nie-zdrewniałych są wykorzystywane w postaci sprasowanych kostek i balotów, siewki jak też brykietów i peletów.

Patrząc na całkowity techniczny potencjał energii odnawialnej możliwej do wykorzystania oczywistym staje się, że biomasa musi być rozwijana najszybciej i w najbliższych latach powinna osiągnąć znaczący udział w Polsce. Wykorzystywanie energii z biomasy jest nie tylko korzystne ze względów ekonomicznych ale także ze względu na łatwość dostępu do tego paliwa.

Oprócz wykorzystania biomasy w energetyce zawodowej oraz przemyśle, może być ona z powodzeniem wykorzystywana w budynkach do celów ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W przypadku kotłów na biomasę pewne różnice technologiczne wpływające na sposób eksploatacji. Kotły te dzielą się na sterowane ręcznie oraz sterowane automatycznie. Kotły ładowane ręcznie, powinny być instalowane razem ze zbiornikami akumulacyjnymi, ażeby magazynować ciepło z jednego załadunku paliwa. Kotły automatyczne zaopatrzone są w silosy do magazynowania zrębków oraz peletów. Podajnik ślimakowy, samoczynnie doprowadza paliwo w zależności od potrzeb.

Jako paliwo w kotłach biomasowych może być wykorzystywane drewno nieprzetworzone jak: drewno opałowe, zrębki, trociny, wióry czy kora. Drewno takie ma istotną wadę, zawiera dużo wilgoci przez co zdecydowanie spada jego wartość opałowa. Dlatego też drewno takie wymaga długotrwałego przechowywania w odpowiednich warunkach (sezonowania), ok. 1-1,5 roku. Ponadto drewno ma stosunkowo małą gęstość, przez co wymaga ok. 2 razy więcej miejsca do składowania niż węgiel.

Ponadto oprócz drewna nieprzetworzonego wykorzystuje się drewno, które poddano przeróbce w postaci peletów i brykietów. Proces przetwarzania tego drewna polega na sprasowaniu pod wysokim ciśnieniem drobnych i wysuszonych trocin i wiórów. Tak przetworzone paliwo jest droższe od zwykłego drewna, ale dzięki niższej zawartości wilgoci i zwiększonej gęstości posiada zdecydowanie większą wartość opałową, a więc w celu otrzymania tej samej ilości ciepła mniej się go spala niż zwykłego drewna.

5.2 Aktywne wykorzystanie promieniowania słonecznego – kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne

Już 5 minut promieniowania słonecznego na powierzchnię Ziemi odpowiada rocznemu zużyciu energii na całym świecie. Ilość energii słońca docierającej do powierzchni Ziemi nie jest jednak jednakowa dla każdego miejsca na naszym globie. Dodatkowo ilość energii słońca docierająca do powierzchni ziemi zależy od lokalnych warunków pogodowych np. od ilości dni bezchmurnych w ciągu roku i w związku z tym może docierać do powierzchni Ziemi jako promieniowanie bezpośrednie lub dyfuzyjne. Promieniowanie dyfuzyjne powstaje w wyniku rozpraszania, odbijania i załamania promieniowania słonecznego na chmurach i cząsteczkach zawartych w powietrzu. Pomimo tego promieniowanie dyfuzyjne jest, z punktu widzenia techniki solarnej, promieniowaniem użytecznym. I tak w ciągu pochmurnego dnia, gdy promieniowanie dyfuzyjne stanowi powyżej 80% promieniowania całkowitego, ciągle możemy zmierzyć do 200 W/m² strumienia mocy promieniowania słonecznego.

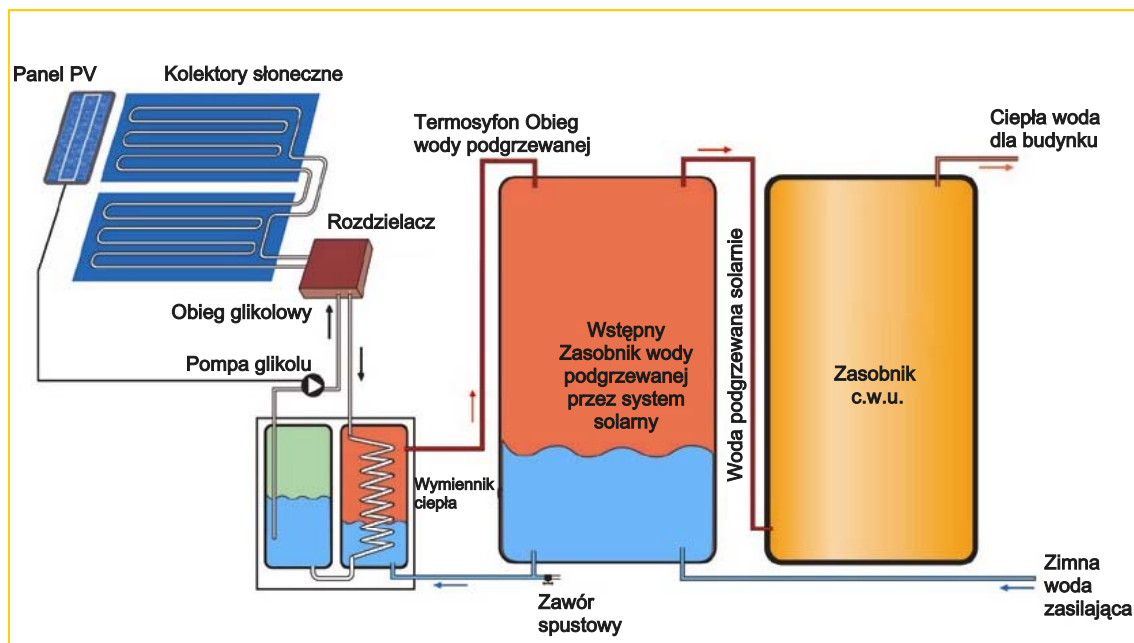
Nie jest to ilość mała, ale i nie na tyle duża aby w 100% pokryć zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzewania naszych domów, zwłaszcza, że efektywnie można wykorzystać 30-50% rocznego promieniowania słonecznego. Z tego względu instalacje solarne w Polsce służą głównie do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej i sporadycznie jako wspomaganie systemu ogrzewania. Do obliczeń konkretnych przypadków instalacji solarnych należy przyjmować dokładne wartości promieniowania słonecznego dla danej lokalizacji, co w przypadku Lędzin zostało pokazane w dalszej części opracowania.

Sercem systemu solarnego jest **słoneczny kolektor wodny**. W Polsce stosuje się dwa główne typy kolektorów, a mianowicie kolektory płaskie i rurowe (próżniowe). Oba typy różnią się oczywiście budową co z kolei ma wpływ na ich sprawność oraz, jak to zwykle bywa, na cenę. Kolektory próżniowe charakteryzują się wyższą sprawnością aniżeli kolektory płaskie. Dodatkowo można je montować na powierzchniach pionowych (np. na ścianie budynku) lub płasko na powierzchniach poziomych (np. na dachu). W przypadku kolektorów płaskich pracujących przez cały rok, dla naszej szerokości geograficznej należy montować je z kątem pochylenia wynoszącym od 35° do 45°. Wszystkie rodzaje kolektorów należy montować od strony południowej, gdzie nasłonecznienie jest największe.

Zasada działania układu kolektorów słonecznych jest stosunkowo prosta. Słońce ogrzewa absorber kolektora i krążący w nim nośnik ciepła, którym zazwyczaj jest mieszanka wody i glikolu. Nośnik ciepła za pomocą pompy obiegowej (rzadziej grawitacyjnie) transportowany jest do dolnego wymiennika ciepła, gdzie przekazuje swoją energię cieplną wodzie.

Jedną z wielu możliwych konfiguracji systemu solarnego podgrzewania wody pokazuje rysunek 5-1.

Rysunek 5-1 Przykładowy schemat układu kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



Regulator solarny włącza pompę obiegową w przypadku, gdy temperatura w kolektorze jest wyższa od temperatury w dolnym wymienniku. W praktyce przyjmuje się, że opłacalny uzysk energii słonecznej jest możliwy przy różnicy temperatur powyżej 3 K. Gdy różnica ta będzie mniejsza może się okazać, że zużyta energia elektryczna na pracę pompki obiegowej przewyższa wartość uzyskaną energię słoneczną. W przypadku gdy promieniowanie słoneczne nie wystarcza do nagrzania wody do wymaganej temperatury, to wówczas musimy dogrzać ją przy wykorzystaniu konwencjonalnych źródeł energii. Przypadek ten pokazuje jedną z głównych wad układów wykorzystujących energię słoneczną, a mianowicie ich dużą zależność od zmiennych warunków pogodowych co wprowadza konieczność równoległego stosowania układów opartych o energię konwencjonalną, które będą mogły wspomagać oraz w razie konieczności zastąpić energię słoneczną. Ponadto dla optymalnego wykorzystania energii słonecznej powinno stosować się podgrzewacze zasobnikowe do magazynowania energii.

Obok kolektorów słonecznych wodnych coraz większą popularnością na świecie cieszą się **słoneczne kolektory powietrzne**. W Polsce powietrzne kolektory słoneczne są jak dotąd mało rozpowszechnioną technologią. Oparte o nie systemy solarnego podgrzewania powietrza (SPP) wykorzystują energię promieniowania słonecznego do podgrzewania powietrza. Ogrzane w ten sposób powietrze można wykorzystać do wentylacji budynku lub do procesów technologicznych, które wymagają ciepłego powietrza takich jak np. suszenie. Ponieważ słońce nie świeci na Ziemi przez cały czas jednakowo intensywnie, systemy solarnego podgrzewania powietrza zazwyczaj dostarczają jedynie pewną część energii wymaganej do ogrzania powietrza wentylacyjnego lub technologicznego. W ten sposób systemy te pozwalają na zmniejszenie zapotrzebowania na energię konwencjonalną, pochodzącą np. z gazu zimnego czy oleju opałowego, przez co generują znaczne oszczędności.

Korzyści wynikające z solarnego podgrzewania powietrza nie dotyczą tylko podgrzewu powietrza. Tego typu systemy solarne równocześnie spełniają funkcję układów zwiększających odporność budynku na warunki pogodowe.

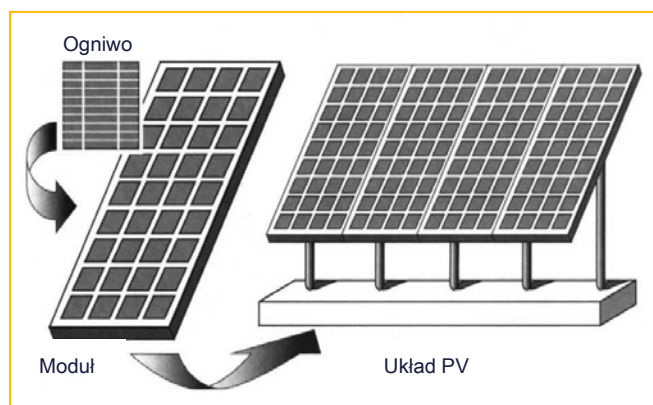
Powietrzny kolektor słoneczny stanowi zwykle pomalowana na ciemny kolor płyta stalowa lub aluminiowa, w której wykonano perforację w postaci bardzo drobnych, regularnie rozmieszczonych otworków. Woda, która może przedostać się poprzez te otworki spływa po wewnętrznej powierzchni osłony i wypływa dołem. Nie wykonuje się szklenia, a konstrukcja kolektora jest prosta i stabilna.

Energię słoneczną można przetwarzać nie tylko na energię cieplną, ale także na energię elektryczną. Produkcja energii elektrycznej z energii słonecznej może odbywać się na dwa sposoby:

- ♦ pośredni, tzw. metoda termodynamiczna (heliotermiczna), w której to metodzie ciepło dostarczane jest czynnikiem obiegowemu, który krążąc w obiegu zbliżonym do tradycyjnej elektrowni przyczynia się do wytwarzania energii elektrycznej,
- ♦ bezpośredni (fotowoltaiczny), który polega na wykorzystaniu przetworników fotoelektrycznych i termoemisyjnych (ogniwa fotowoltaiczne, tzw. PV).

Ponieważ pierwszy sposób dotyczy wytwarzania energii elektrycznej na dużą skalę (jak w elektrowni), nie znajduje on zastosowania w budynkach czy przy zasilaniu pojedynczych urządzeń. Do tego celu wykorzystywany jest drugi sposób, a mianowicie wykorzystywanie do produkcji energii elektrycznej generatorów fotoelektrycznych, termoelektrycznych lub termoemisyjnych. Najszersze zastosowanie znalazły jak dotąd **fotootogniwa** krzemowe i je także uważa się za najbardziej perspektywiczne.

Na pierwszy rzut oka ogniwa fotowoltaiczne zamontowane na dachu budynku trudno odróżnić od płaskich kolektorów słonecznych. Ogniwa fotowoltaiczne, nazywane bateriami słonecznymi, służą jak już wspomniano do zamiany promieniowania słonecznego w energię elektryczną, a nie w ciepło jak to ma miejsce w przypadku kolektorów. Ogniwo fotowoltaiczne to układ fotootogniw wykonanych z półprzewodnika, zazwyczaj krzemu. Pod wpływem padającego na nie światła słonecznego w ogniwie powstaje napięcie elektryczne, a po podłączeniu odbiornika zaczyna płynąć prąd.



Rysunek 5-2 Przykład łączenia ogniw fotowoltaicznych w moduły i układy PV

Aby uzyskać odpowiednio wysokie napięcie ogniwa łączy się szeregowo, natomiast dla zwiększenia mocy baterii, ogniwa łączy się równolegle. Wiele połączonych ze sobą ogniw tworzy tzw. moduł.

Systemy fotowoltaiczne mają kilka cech, które dla niektórych użytkowników są równie ważne jak zdolność tych systemów do generowania energii elektrycznej, a mianowicie:

- ♦ niezawodność - Moduły fotowoltaiczne należą do najbardziej niezawodnych źródeł energii elektrycznej, jaki kiedykolwiek wyprodukowano. Nie zawierają ruchomych części i będą przez dziesięciolecia funkcjonować bez interwencji ze strony człowieka;
- ♦ prostota - systemy PV zawierają niewiele elementów składowych i podlegają bardzo prostym procedurom w zakresie eksploatacji i utrzymania;
- ♦ modularność - moc elektryczna dostarczana przez ogniwa fotowoltaiczne, przy pewnych warunkach nasłonecznienia, w znacznym stopniu jest podyktowana przez wielkość i liczbę modułów fotowoltaicznych, zainstalowanych w systemie. Po dołożeniu dodatkowych modułów, osiąga się większą moc systemu. Pozwala to na łatwe

skalowanie systemu i dopasowanie go w ślad za zmianami w zakresie zapotrzebowania mocy lub dostępności środków inwestycyjnych;

- ♦ bezgłośna praca - Systemy PV wytwarzają energię elektryczną w absolutnej ciszy. Są zatem zbawienne dla ludzi, którzy w przeciwnym razie musieliby żyć lub pracować blisko generatora zasilanego olejem lub benzyną.

5.3 BIERNE WYKORZYSTANIE PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO – BUDYNKI PASYWNE.

Budynek pasywny jest kolejnym etapem w podejściu do oszczędzania energii we współczesnym budownictwie. Znajduje się na drodze pomiędzy budynkiem energooszczędnym a budynkiem zero energetycznym (samowystarczalnym).

Technologia budynków pasywnych charakteryzuje się tym, że korzysta się w niej z materiałów lepszej jakości, niż te stosowane standardowo w trakcie budowy nowych obiektów. Dzięki takiemu podejściu, oprócz znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania, nawet o 85%, dodatkowo uzyskujemy wzrost trwałości i podniesienie wartości rynkowej budynku.

Idea budynków pasywnych nie jest opatentowana, zastrzeżona ani nie podlega innym formom ochrony prawnej. Jest ona dostępna bez żadnych ograniczeń dla wszystkich. Wykorzystanie dostępnych ekonomicznych i sprawdzonych w praktyce rozwiązań, zaowocowało około 5000 zrealizowanych jednostek mieszkaniowych w krajach Unii Europejskiej.

W naszym kraju w ostatnich latach także powstały pierwsze domy pasywne. Możliwe jest wznoszenie budynków pasywnych w różnych technologiach budowlanych takich jak: tradycyjna murowana, szkielet drewniany (tzw. technologia kanadyjska) czy szkielet stalowy. Możliwe jest także zmodernizowanie budynków już istniejących i doprowadzenie ich do standardu budynków pasywnych.

Kryteria jakie musi spełniać budynek pasywny:

- ♦ współczynnik przenikania ciepła U dla przegród zewnętrznych (dach, ściany, podłoga na gruncie) powinien być mniejszy niż $0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- ♦ szczelność powłoki zewnętrznej budynku, sprawdzona przy pomocy testu ciśnieniowego, w którym przy różnicy ciśnienia zewnętrznego i wewnętrznego wynoszącej 50 Pa , krotność wymiany powietrza nie powinna przekraczać $0,6$ wymian na godzinę;
- ♦ przegrody zewnętrzne wykonane w taki sposób, aby maksymalnie zredukować mostki termiczne;
- ♦ przeszklenie o współczynniku przenikania ciepła U poniżej $0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ i całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego $g \geq 50 \%$;
- ♦ ramy okienne o współczynniku przenikania ciepła U poniżej $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- ♦ wydajność rekuperatora, stosowanego do odzysku ciepła z wentylacji, powyżej 75% ;
- ♦ ograniczenie strat ciepła w procesie przygotowania i zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową.
- ♦ efektywne wykorzystanie energii elektrycznej.

5.4 WYKORZYSTANIE CIEPŁA Z POWIERZCHNIOWYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA – POMPY CIEPŁA

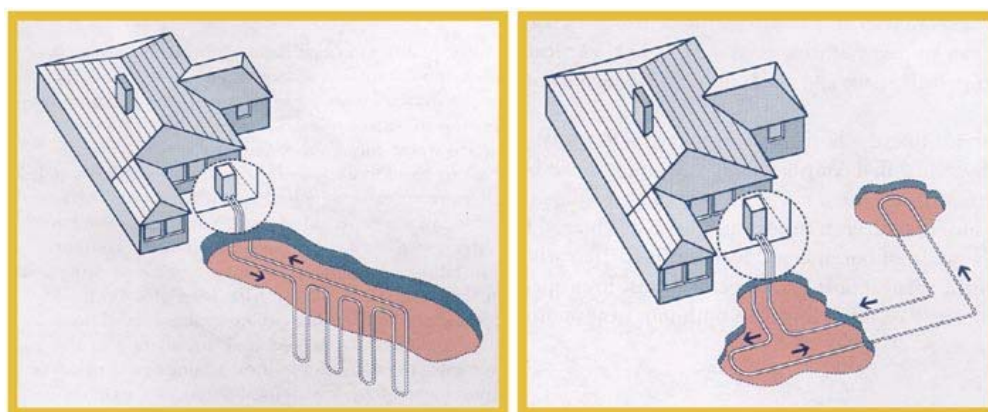
Otoczające nas powietrze, wody powierzchniowe i głębinowe też są źródłem ciepła ale mają niską temperaturę. Są to powierzchniowe źródła ciepła. Pozyskiwanie i użytkowanie ciepła niskotemperaturowego, pochodzącego z takich źródeł jak powietrze, woda czy gleba jest możliwe dzięki urządzeniom nazwanym pompami ciepła.

Pompa ciepła odbiera ciepło z otoczenia – gruntu, wody lub powietrza – i przekazuje je do instalacji c.o. i c.w.u, ogrzewając w niej wodę, albo do instalacji wentylacyjnej ogrzewając powietrze nawiewane do pomieszczeń. Przekazywanie ciepła z zimnego otoczenia do znacznie cieplejszych pomieszczeń jest możliwe dzięki zachodzącym w pompie ciepła procesom termodynamicznym. Do napędu pompy potrzebna jest energia elektryczna. Jednak ilość pobieranej przez nią energii jest kilkakrotnie mniejsza od ilości dostarczanego ciepła.

Pompy ciepła najczęściej odbierają ciepło z gruntu. Przez cały sezon letni powierzchnia gruntu chłonie energię słoneczną akumulując ją coraz głębiej, ilość zakumulowanego ciepła zależy oczywiście od pory roku. Aby odebrać ciepło niezbędny jest do tego wymiennik ciepła, który najczęściej wykonywany jest z długich rur z tworzywa sztucznego lub miedzianych powlekanych tworzywem. Przepływający nimi czynnik ogrzewa się od gruntu, który na głębokości ok. 2 m pod powierzchnią ma zawsze dodatnią temperaturę. Prawidłowe wykonanie oraz dobór wielkości wymiennika determinuje poprawne funkcjonowanie pompy i jest najbardziej kłopotliwym etapem instalowania urządzenia.

Instalację pompy ciepła z wymiennikiem pionowym i poziomym pokazano na rysunku 5-3.

Rysunek 5-3 Pompa ciepła z wymiennikiem pionowym i poziomym.



Efektywnym źródłem ciepła jest woda gruntowa, która przez cały rok ma temperaturę ok. 10°C. Aby ją wykorzystać trzeba wywiercić studnię o wydajności przynajmniej 1,5 m³/h. Pompowana w niej woda będzie oddawać ciepło w parowniku. Następnie trzeba ją odprowadzić do drugiej studni tzw. chłonnej. Jeśli jej chłonność jest niewystarczająca, trzeba wywiercić więcej studni, co oczywiście znacznie podnosi koszt inwestycji. Istotne jest aby woda nie była zbyt twarda – kamień osadzający się na wymienniku ograniczy wymianę ciepła. Jeżeli woda będzie zawierała dużo żelaza i manganu, szybko zniszczy pompę i wymiennik.

Powietrzna pompa ciepła wykorzystuje jako dolne źródło ciepła powietrze i jest najmniej kłopotliwa do zainstalowania. Nie potrzebuje zewnętrznego wymiennika ciepła. Powietrze zasysane jest do jej wnętrza przez wentylator i bezpośrednio omywa parownik oddając ciepło czynnikowi robocznemu krążącemu w obiegu wewnętrznym pompy. Powietrze to może pochodzić z zewnątrz, ale jej wydajność jest tym mniejsza, im niższa jest temperatura powietrza. Poniżej -10°C pompa w ogóle nie pracuje. Innym rozwiązaniem jest pompa odzyskująca ciepło z powietrza wywiewanego z pomieszczeń, którego temperatura wynosi na ogół ok. 20°C.

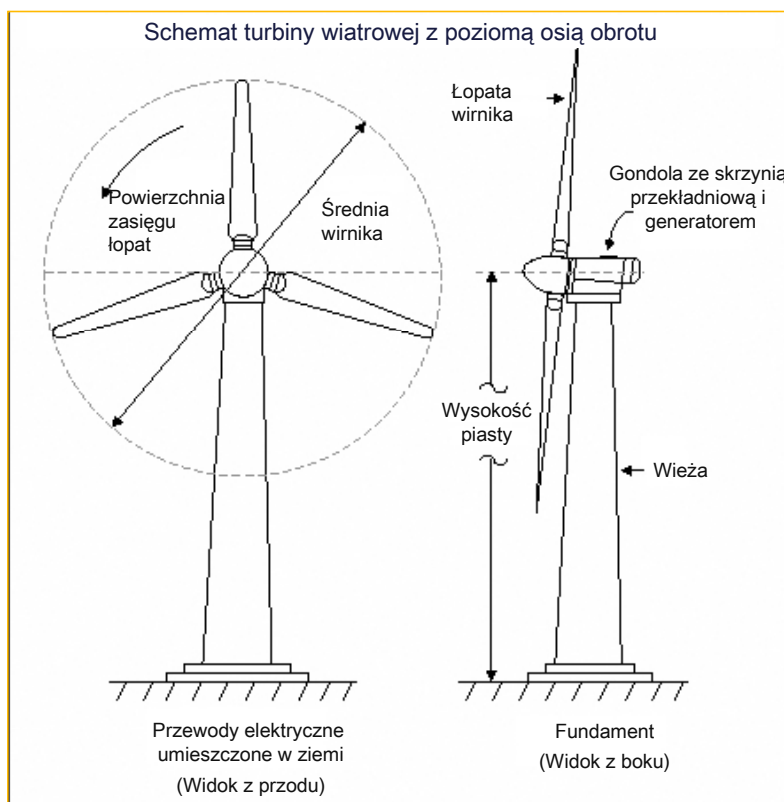
Powietrzna pompa ciepła sprawdza się w naszym klimacie sprawdza się jako urządzenie do podgrzewania wody użytkowej. Do ogrzewania pomieszczeń można ją stosować tylko z drugim źródłem ciepła, które zastąpi ją w czasie dużych mrozów.

5.5 Energia wiatru – turbiny wiatrowe

Na pracę siłowni wiatrowej wpływ wywiera wiele elementów. Jednym z najważniejszych jest wybór lokalizacji pod budowę elektrowni wiatrowej, który musi być poprzedzony szczegółową analizą energetycznych zasobów wiatru na danym obszarze lub punkcie przeznaczonym pod planowaną inwestycję. Oznacza to wykonanie pomiarów prędkości wiatru i ich ocenę, dokładną analizę terenu otaczającego miejsce pomiaru i miejsce planowanej inwestycji z określeniem klasy szorstkości, a także obliczenia modelowe. Pomiary siły wiatru powinny być prowadzone przez okres co najmniej 2 lat.

Elementy składowe turbiny wiatrowej:

- ♦ wirnik
- ♦ skrzynia przekładniowa
- ♦ wieża
- ♦ fundament
- ♦ sterowanie
- ♦ generator



Rysunek 5-4 Schemat i elementy składowe turbiny wiatrowej

Rozróżnia się dwa główne rodzaje turbin wiatrowych, a mianowicie z poziomą osią obrotu, które są najpowszechniej stosowane oraz mniej popularne z pionową osią obrotu.

Wytwarzana przez turbinę wiatrową energia elektryczna może służyć do zasilania pojedynczego odbiornika, może pracować na sieć wydzieloną lub może być dostarczona do centralnej sieci elektroenergetycznej. Aby móc sprzedawać energię elektryczną wyprodukowaną w turbinie wiatrowej należy uzyskać koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii.

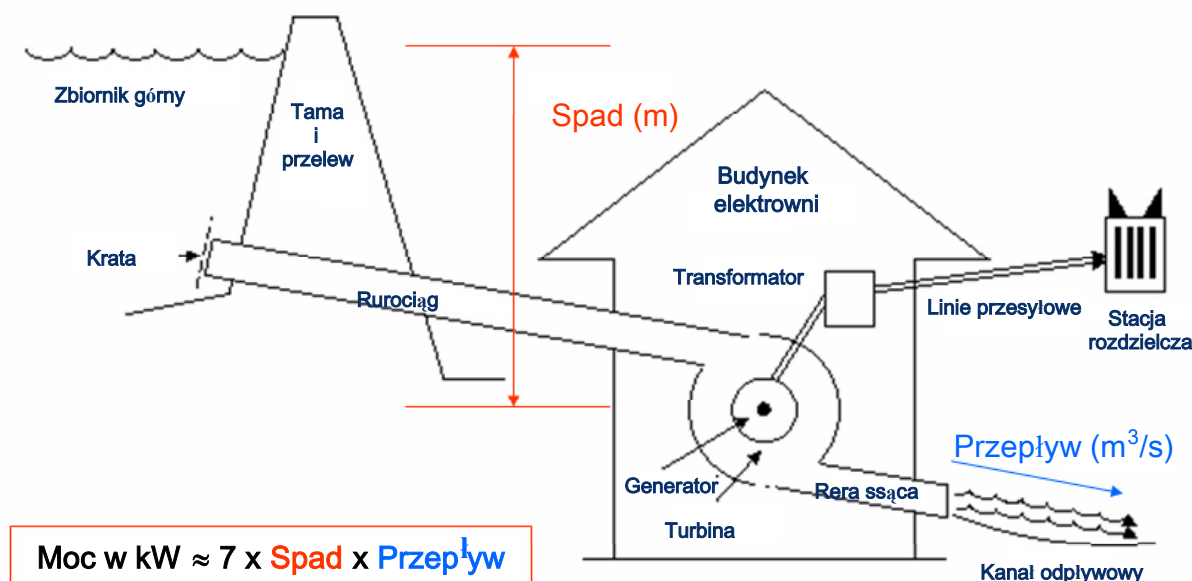
5.6 Energia spadku wód

Elektrownia wodna (hydroelektrownia) to zakład, w którym energia wody zamieniana jest na energię elektryczną. W przypadku hydroelektrowni czerpiących energię ze spadku wody, odpowiednie warunki do budowy zakładu trzeba często stwarzać sztucznie, na przykład przez podniesienie górnego poziomu wody lub obniżanie poziomu dolnego, w naturze niewiele jest bowiem miejsc o wystarczająco dużym spadku wody. Powstanie elektrowni wodnej wiąże się z szeregiem prac hydrotechnicznych, spośród których główne to:

- tama wodna lub jaz
- kanał wodny – ujęcie wody z kratą i zasuwa oraz odpływ wody na wyjściu z elektrowni
- hala maszyn – turbina (-y), generator, wyposażenie techniczne i elektryczne

Uproszczony schemat elektrowni wodnej wykorzystującej energię spadku wód pokazano na rysunku 5-5.

Rysunek 5-5 Uproszczony schemat małej elektrowni wodnej wykorzystującej energię spadku wód



W małych elektrowniach wodnych najczęściej stosowane są turbiny:

- Kaplana - odmiana turbiny śmigłowej, której odmiennością polega na możliwości zmiany kąta łopatek w czasie pracy, a w efekcie także regulację otrzymywanej mocy i duży zakres wysokich sprawności. Turbina ta stosowana jest przy spadkach od 1,5 do 80 m;
- Francisa – turbina reakcyjna wykorzystująca energię kinetyczną i ciśnienie wody. Turbina Francisa wykorzystywana jest zwykle przy średnich spadkach wód;
- Peltona – turbina akcyjna, którą stosuje się dla spadków powyżej 500 m. W wyjątkowych wypadkach uzasadnionych konstrukcyjnie zamiast turbin Francisa już przy spadku wynoszącym 100 m.

Elektrownie wodne dzieli się na małe (w skrócie MEW) i duże, o mocy powyżej 5 MW. Podział ten jest zresztą dość umowny: w Skandynawii i Szwajcarii za małe uchodzą elektrownie o mocy poniżej 2 MW, a w Stanach Zjednoczonych granicą jest 15 MW. Klasyfikację elektrowni w zależności od ich mocy, którą przyjęto m.in. w Polsce, pokazano w poniższej tabeli.

Tabela 5.1 Klasyfikacja elektrowni wodnych

Nazwa	Moc	Wykorzystanie wyprodukowanej energii
duża	ponad 100 MW	zazwyczaj sieci energetyczne
średnia	15-100 MW	zazwyczaj sieci energetyczne
mała	1-15 MW	zazwyczaj sieci energetyczne
mini	100 kW - 1 MW	samodzielne układy, częściej jednak sieci energetyczne
mikro	5-100 kW	zazwyczaj małe społeczności i zakłady przemysłowe na odległych terenach
piko	od kilkuset W do 5 kW	

6. Potencjał teoretyczny i techniczny zasobów energii odnawialnej w Gminie Lędziny

6.1 Energia słoneczna

Głównym parametrem określającym potencjał teoretyczny wykorzystania energii słonecznej na danym terenie jest ilość energii słonecznej docierającej do powierzchni ziemi w ciągu określonego czasu.

W analizach dla celów energetycznych wykorzystuje się zwykle dane miesięczne i roczne. Całkowite promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi składa się głównie z promieniowania bezpośredniego i dyfuzyjnego (rozproszonego). Dodatkowo na ilość dostępnej energii słonecznej wpływają lokalne warunki pogodowe jak np. ilość dni bezchmurnych na danym terenie.

W Polsce pomiary i badania dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi prowadzone są na stacjach aktynometrycznych i heliometrycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Polska jest położona w strefie klimatu umiarkowanego, między 49° a 54.5° szerokości geograficznej północnej. Warunki klimatyczne i meteorologiczne do wykorzystania energii promieniowania słonecznego w warunkach Polski Zespół Aktynometrii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Przedział dzienny (czas od wschodu do zachodu Słońca) obejmuje ponad 51% z 8760 godzin w roku. W zimie, dzień w południowych krańcach naszego kraju jest dłuższy od dnia w krańcach północnych o prawie 1 godzinę, natomiast w lecie jest odwrotnie. W czerwcu godziny dzienne na północy obejmują 71% godzin miesiąca, w centrum Polski 69%, a na południu 67%. W grudniu sytuacja zmienia się i na północy godzin dziennych jest tylko 29%, w centrum 32%, a na południu 35 %.

6.1.1 Potencjał energii słonecznej w Lędzinach

W celu określenia warunków wykorzystania energii słonecznej dla obszaru gminy Lędziny wykorzystano dane o miesięcznych wartościach promieniowania słonecznego: całkowitego z satelitarnej bazy danych NASA, która zintegrowana jest z narzędziami RETScreen, które wykorzystano do przykładowych analiz projektów OZE w Lędzinach (patrz załączniki).

Dodatkowo dane te skonfrontowano z potencjałem energii słonecznej z następujących źródeł

- ♦ „Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego” opracowanym w 2005 roku przez Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia PAN na zlecenie Województwa Śląskiego i nazywanym w skrócie „Atlasem OZE dla woj. śląskiego”,
- ♦ dane pomiarowe, których dostarczają automatyczne stacje meteorologiczne Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach
- ♦ dane o radiacji całkowitej wg Polskiej Normy PN-B-02025:2001 „Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego – Załącznik C”.

Jako potencjał teoretyczny energii słonecznej przyjęto maksymalną możliwą do uzyskania ilość energii przy założeniu, że przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na inne użyteczne rodzaje energii odbywa się bez strat.

W celu oszacowania potencjału technicznego wykorzystania energii słonecznej w Lędzinach, założono zastosowanie absorbera o kącie nachylenia do powierzchni wynoszącym 45°. Przyjęto także

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

sprawność systemu solarnego, która w przypadku wodnych kolektorów słonecznych ustalona została na poziomie 47%, a w przypadku ogniw fotowoltaicznych na poziomie 12%.

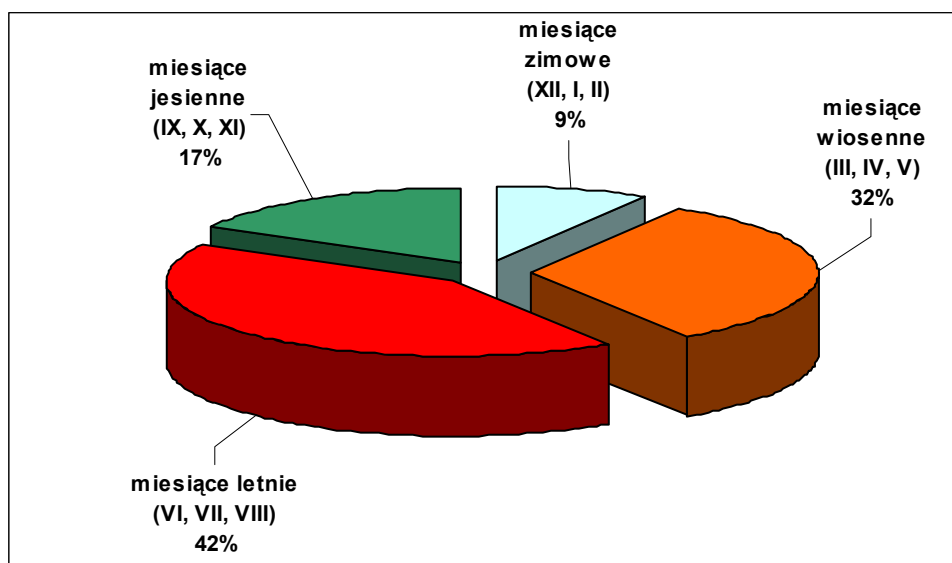
Tabela 6.1 Potencjał teoretyczny i techniczny energii słonecznej na terenie gminy Lędziny

Średnie dzienne promieniowanie słoneczne na powierzchnię pozioma - kWh/m ² /dzień													średnia roczna kWh/m ² /rok	
źródło	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
potencjał teoretyczny	NASA	0,79	1,45	2,37	3,51	4,64	4,72	4,94	4,17	2,75	1,93	0,89	0,61	997,72
	WIOŚ *	0,46	1,27	2,95	4,08	5,23	5,23	4,61	3,67	3,62	2,09	0,84	0,41	1048,70
	PN-B-02025:2001 **	0,80	1,45	2,12	2,82	4,25	4,15	4,07	3,54	2,43	1,71	0,79	0,64	875,34
	Atlas OZE woj. śląskiego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	859,27
potencjał techniczny - kolektory słoneczne	NASA	0,76	1,13	1,42	1,74	2,04	1,97	2,11	1,97	1,51	1,44	0,77	0,60	530,43
	WIOŚ *	0,44	0,99	1,76	2,02	2,30	2,18	1,97	1,73	1,99	1,56	0,73	0,40	549,02
	PN-B-02025:2001 **	0,59	1,01	1,26	1,39	1,88	1,74	1,74	1,69	1,32	1,09	0,56	0,49	447,98
	Atlas OZE woj. śląskiego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472,6
potencjał techniczny - ogniwa fotowoltaiczne	NASA	0,20	0,29	0,36	0,44	0,52	0,50	0,54	0,50	0,39	0,37	0,20	0,15	135,43
	WIOŚ *	0,11	0,25	0,45	0,52	0,59	0,56	0,50	0,44	0,51	0,40	0,19	0,10	140,18
	PN-B-02025:2001 **	0,15	0,26	0,32	0,36	0,48	0,44	0,44	0,43	0,34	0,28	0,14	0,12	114,38
	Atlas OZE woj. śląskiego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165,00

* automatyczna stacja meteorologiczna zlokalizowana w Tychach przy ul. Tołstoja 1 - dane za rok 2005

** stacja aktywnościowa Chorzów

Rysunek 6-1 Potencjał energii słonecznej dostępnej w poszczególnych porach roku.



Ilość energii dostępna w styczniu jest wielokrotnie mniejsza od ilości energii w miesiącach wiosenno-letnich. Zmienność ilości energii słonecznej w ciągu roku znacznie komplikuje jej wykorzystanie przy zastosowaniach całorocznych.. W celu zapewnienia mocy na wymaganym poziomie w ciągu całego

roku, należy brać pod uwagę również najgorsze warunki nasłonecznienia czyli okres jesienno-zimowy. W związku z powyższym system solarny musi posiadać wystarczającą powierzchnię absorbującą promieniowanie słoneczne do zaspokojenia potrzeb energetycznych. W tak dobranym systemie ilość energii będzie z kolei wielokrotnie większa w miesiącach wiosenno-letnich.

6.1.2 Dobór instalacji kolektorów słonecznych dla celów przygotowania c.w.u.

Dla właściwego doboru powierzchni kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania c.w.u. konieczne jest m.in. określenie kierunku i kąta pochylenia kolektorów słonecznych oraz współczynnika pokrycia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. z instalacji solarnej.

Tabela 6.2 Optymalny kąt nachylenia płaszczyzny kolektorów w kierunku południowym w poszczególnych miesiącach w Polsce

Dla promieniowania całkowitego	Kąt nachylenia względem poziomu, w stopniach											
	miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	60	55	45	30	15	10	15	30	45	55	65	65

Z powyższej tabeli wynika, że optymalny kąt nachylenia kolektorów zmienia się w zakresie od 10° w lecie do 65° zimą. Dla systemu solarnego, który pracować ma przez cały rok, najodpowiedniejszym kątem nachylenia kolektorów jest kąt 45°. W przypadku gdy ustawienie kolektorów odbiega od optymalnego kierunku południowego i kąta nachylenia 45°, to roczna ilość energii promieniowania słonecznego na powierzchnię kolektorów jest tym mniejsza im większe są te odchyłki. „Braki” te można skompensować przez zastosowanie większej powierzchni kolektorów.

Tabela poniżej zawiera współczynniki korekcyjne (K), które wykorzystuje się przy projektowaniu kolektorów, w zależności od ich kąta nachylenia oraz kierunku ustawienia podane wartości określono dla szerokości geograficznej 48° – 54°.

Tabela 6.3 Wartości współczynników korekcyjnych dla kolektorów słonecznych w zależności od ich kąta nachylenia oraz kierunku ustawienia

Kierunek geograficzny	Nachylenie kolektora		
	30°	50°	70°
W	1,64	1,61	1,61
W-PdW	1,45	1,47	1,61
Pd-W	1,17	1,15	1,34
Pd-PdW	1,04	0,98	1,14
Pd	1,00	0,94	1,11
Pd-PdZ	1,03	0,97	1,13
PdZ	1,13	1,09	1,27
Z-PdZ	1,35	1,35	1,60
Z	1,61	1,61	1,61

Kolejnym krokiem jest określenie współczynnika pokrycia zapotrzebowania na ciepło dla przygotowania c.w.u. z systemu solarnego (S_D). Współczynnik ten nazywany w skrócie współczynnikiem pokrycia, stanowi wielkość, której uzyskanie jest celem projektowania instalacji solarnej, a która to wielkość miarodajnie określa wymaganą powierzchnię kolektorów oraz wielkość zasobnika c.w.u.

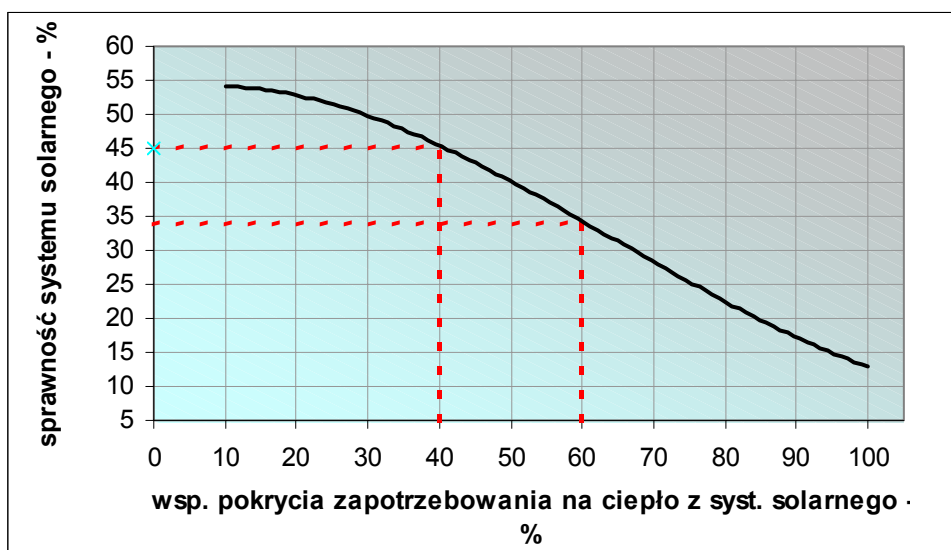
Zimą w Polsce, z uwagi na dość mocno ograniczoną ilość promieniowania słonecznego, stu procentowe pokrycie zapotrzebowania na ciepło z instalacji kolektorów słonecznych jest możliwe tylko w przypadku odpowiedniego zwiększenia ich powierzchni. Należy jednak pamiętać, że zabieg ten nieuchronnie doprowadzi do sytuacji, w której w miesiącach letnich wystąpi znaczny nadmiar energii, co oprócz bardzo niskiej rentowności takiej inwestycji spowoduje powstanie dodatkowych obciążeń termicznych całej instalacji. Rozwiązaniem tego typu problemu jest włączenie do instalacji dodatkowego odbiornika ciepła, funkcjonującego jedynie w miesiącach letnich, np. basenu kąpielowego. W przypadku instalacji solarnych najczęściej stosowanych w domach jedno- i dwurodzinnych, stosuje się rozwiązania ze stu procentowym pokryciem zapotrzebowania w miesiącach letnich, co daje około 60% pokrycie zapotrzebowania na ciepło dla celów c.w.u. w skali roku.

W praktyce lepszym rozwiązaniem jest założenie mniejszej wartości współczynnika pokrycia zapotrzebowania na ciepło z instalacji solarnej, gdyż każdy niewykorzystany nadmiar energii należy traktować jako stratę.

Tak potraktowany problem nadmiaru energii nabiera znaczenia zwłaszcza przy większych instalacjach solarnych (powyżej 30 – 40 m² powierzchni kolektorów). Z uwagi na wysokie koszty takich instalacji, priorytetem powinno być poszukiwanie optymalnego rozwiązania. W odniesieniu do problemu ilości ciepła pokrywanego przez układ kolektorów mówi się tutaj o tzw. instalacjach do wstępnego podgrzewania. Instalacje takie najefektywniej pracują przy niższym poziomie temperatur oraz przy około 30% współczynnika pokrycia. Dla małych instalacji słonecznych, tego typu oszczędności są bardzo niewielkie i wiążą się jedynie z nieznacznym zmniejszeniem powierzchni kolektorów co nie wpłynie znacząco na obniżenie kosztów prac projektowych oraz kosztów pozostałych elementów instalacji (ilość rur, zasobnik c.w.u., pompa i regulator).

Dla instalacji kolektorów słonecznych średniej wielkości tj. o powierzchni kolektorów ok. 10 – 35 m², także zakłada się niższe wartości pokrycia zapotrzebowania ciepła z instalacji solarnej (poniżej 50%). Współczynnik pokrycia zapotrzebowania na ciepło z instalacji solarnej zachowuje się przeciwnie do sprawności systemu solarnego. Należy to tłumaczyć tym, że instalacje słoneczne pokrywające większą część całkowitego zapotrzebowania na ciepło pracują, w przeciwieństwie do instalacji wstępnego podgrzewania, przy wyższym poziomie temperatur i zarazem gorszym współczynniku sprawności kolektora. Dodatkowo instalacje o wyższym współczynniku pokrycia, nieraz w miesiącach letnich pozyskują nadmiarową ilość promieniowania słonecznego, która nie może być wykorzystana.

Rysunek 6-2 Współczynnik solarnego pokrycia zapotrzebowania na ciepło oraz współczynnik sprawności systemu słonecznego.



Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

Sprawność systemu solarnego to nic innego jak stosunek ilości ciepła oddanego konwencjonalnemu systemowi przygotowania ciepłej wody do wypromieniowanej na powierzchnię kolektorów energii słonecznej. Służy ona przede wszystkim do energetycznej oceny instalacji i dlatego jej wartość rozpatruje się w dłuższym okresie czasu (nawet jeden rok). Górne wartości sprawności systemu wynoszą około 70%, jednak w praktyce osiągnięcie takich wartości jest praktycznie niemożliwe. Wynika to z oddziaływania takich czynników jak:

- duże długości rur
- niewystarczająca lub uszkodzona izolacja
- brak równoczesności zapotrzebowania na ciepłą wodę i jej produkcji przez kolektory
- wysoka wartość temperatury ciepłej wody w stanie gotowości

Przykłady zrealizowanych instalacji solarnych pokazują, że w praktyce sprawność systemów z kolektorami słonecznymi osiąga wartości od 20% do 55%. Górną wartość sprawności osiągają z reguły instalacje z kolektorami próżniowymi (rurowymi), ale także optymalnie dobrana instalacja z kolektorami płaskimi może zbliżyć się do tej wartości.

Po określeniu całkowitego zapotrzebowania na ciepło dla potrzeb c.w.u., ustaleniu kierunku ustawienia i kąta nachylenia kolektorów oraz po wyznaczeniu współczynnika pokrycia zapotrzebowania na ciepło przez instalację solarną, można przystąpić do określenia powierzchni kolektorów.

Dla zgrubnego oszacowania i orientacyjnego określenia powierzchni kolektorów w praktyce sprawdza się regułą, że dla uzyskania 60% pokrycia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. z instalacji solarnej w domach jedno- i wielorodzinnych, powinno zakładać się około 1,0 do 1,5 m² powierzchni czynnej (absorbera) kolektora płaskiego na osobę lub 0,8 m² powierzchni czynnej kolektora próżniowego (rurowego). :

Jeśli kierunek ustawienia kolektorów odbiega od orientacji południowej a ich kąt nachylenia od 45° to dodatkowo można otrzymaną wartość powierzchni skorygować, mnożąc ją przez wartości współczynników korekcyjnych K, podanych w tabeli 6-3.

W celu bardziej szczegółowego określenia powierzchni kolektorów płaskich, można posłużyć się następującą zależnością:

$$A_k = \frac{S_D \cdot Q_z \cdot K}{\eta_s \cdot Q_{prom}}$$

gdzie:

- A_k - powierzchnia kolektorów (czynna).
- S_D - współczynnik pokrycia zapotrzebowania na ciepło przez instalację solarną
- η_s - sprawność systemu solarnego
- Q_z - zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.
- Q_{prom} - ilość energii promieniowania słonecznego padająca na 1 m² powierzchni kolektora
- K - współczynnik korekcyjny wg tabeli 6-3

Za wartości Q_z i Q_{prom} należy wstawiać wartości roczne. Można jednakże przeprowadzić obliczenia dla wartości dziennych, odpowiadających dniom w okresie letnim. W takim przypadku należy przyjąć wartość współczynnika pokrycia 100%.

Należy pamiętać aby nie wstawiać do wzoru średniej dziennej wartości promieniowania słonecznego otrzymanej w wyniku podzielenia wartości promieniowania rocznego przez 365 dni! Jest to istotne dlatego, że wartości dzienne w okresie letnim znacznie przewyższają wartości średnioroczne. Dla kolektorów próżniowych, otrzymaną z powyższej zależności powierzchnię kolektorów, można zmniejszyć o 25%.

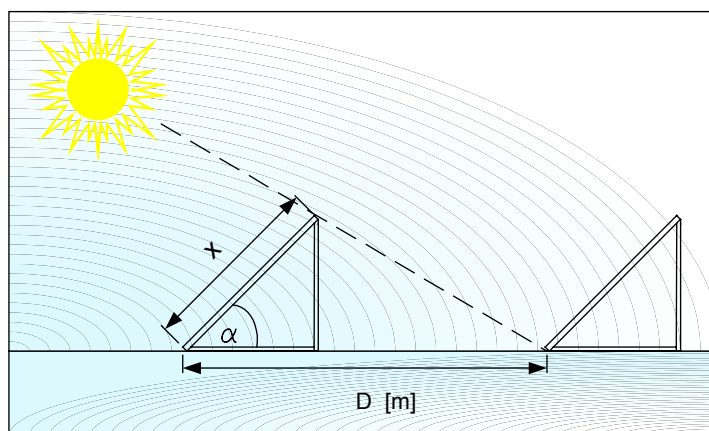
Montaż kolektorów

Kolektory słoneczne można w zależności od warunków budowlanych montować zarówno na dachu domu, ustawić na dachu płaskim albo założyć na fasadzie budynku. Producenci kolektorów posiadają bogatą ofertę wyposażenia dodatkowego, które dopuszcza realizację każdej z wymienionych powyżej możliwości.

Szeregowo można łączyć ograniczoną liczbę kolektorów. W zależności od typów kolektorów i od ich producenta zależy maksymalna ilość kolektorów jaką można w ten sposób połączyć. Gdy istnieje konieczność połączenia w układ większej ilości kolektorów od dopuszczanej przez producenta to możliwe jest zastosowanie kombinacji połączenia szeregowego z równoległym. Równolegle powinno się łączyć układy szeregowo składające się z tej samej liczby kolektorów.

W przypadku ustawiania większej ilości kolektorów jeden za drugim, na powierzchniach płaskich należy pamiętać o zachowaniu pomiędzy nimi odpowiedniego odstępu, aby nie dochodziło do wzajemnego zacieniania się kolektorów, zwłaszcza w okresie zimowym, gdy słońce znajduje się niżej nad horyzontem.

Rysunek 6-3 Minimalny odstęp pomiędzy rzędami kolektorów słonecznych w celu uniknięcia ich wzajemnego zacieniania



Poniżej pokazano uproszczony wzór, który pomoże nam określić odstęp pomiędzy kolektorami. gdzie:

$$D = x * y \text{ [m]}$$

- D - minimalny odstęp pomiędzy kolektorami [m],
- x - wysokość kolektora [m],
- y - wartość dla odpowiedniego kąta nachylenia kolektorów odczytana z tabeli XXX

Tabela 6.4 Wartość wskaźnika dla obliczenia odstępu między rzędami kolektorów

kąt nachylenia - α	30	35	40	45	50
y	2,00	2,12	2,23	2,31	2,38

Dodatkowo, znając ograniczenia powierzchni jaką dysponujemy (np. wymiary dachu), możemy z pomocą powyższego wzoru wyznaczyć maksymalną ilość rzędów, a tym samym ilość kolektorów jaką jesteśmy w stanie zainstalować. W nielicznych bowiem przypadkach, może okazać się, że nie ma możliwości technicznej ustawienia takiej ilości kolektorów, która w sumie da uzyskaną wcześniej z obliczeń powierzchnię.

Aby można było magazynować pozyskaną przez kolektory słoneczne energię, zwłaszcza w dniach o wysokim natężeniu promieniowania słonecznego, a następnie korzystać z niej kiedy słońce nie świeci już tak mocno, należy stosować większe podgrzewacze zasobnikowe niż w przypadku systemów konwencjonalnych. Z drugiej jednak strony, zbyt duży zasobnik zmniejszy udział energii słonecznej w całkowitym zapotrzebowaniu na energię, a tym samym konwencjonalne źródło ciepła (np. kocioł gazowy) będzie musiał dogrzewać wodę użytkową, nawet w lecie. Minimalna pojemność solarnych podgrzewaczy powinna wynosić około 38 litrów na 1 m² powierzchni kolektora.

6.1.3 Dobór instalacji solarnych do wspomaganie ogrzewania pomieszczeń

Coraz powszechniejszym staje się montaż instalacji solarnych do wspomaganie systemów ogrzewania pomieszczeń w domach jedno- i dwurodzinnych. Rozwiązanie takie oferuje wysoki potencjał oszczędności energii konwencjonalnej oraz wysoką redukcję substancji szkodliwych i CO₂ do atmosfery.

Instalacje solarne wspomagające system ogrzewania pomieszczeń oprócz przygotowania ciepłej wody użytkowej podgrzewają część wody grzewczej. Zwłaszcza w okresach przejściowych (początek i koniec sezonu grzewczego) wnoszą znaczny wkład w ogrzewanie pomieszczeń. W przypadku domu jedno- i dwurodzinnego zwykle montuje się instalacje z kolektorami słonecznymi, które pokryją w ok. 20% zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. i ogrzewania pomieszczeń. Powierzchnia kolektorów nie powinna być zbyt duża, aby latem nie dochodziło do sytuacji, w której nadmiar wyprodukowanego ciepła nie będzie mógł być wykorzystany. Z drugiej jednak strony naturalnym wydaje się dążenie do uzyskania jak największego udziału energii słonecznej w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło. Cel ten łatwiej jest osiągnąć w budynkach z dobrze izolowanymi przegrodami zewnętrznymi i energooszczędną stolarką okienną i drzwiową.

Im mniejsze zapotrzebowanie na ciepło w budynku tym lepiej wykorzystane ciepło uzyskane z instalacji solarnej. Istotnym dla efektywnej pracy instalacji solarnej dla wspomaganie c.o. jest temperatura w obiegu grzewczym. Optymalny zakres temperatur pracy obiegu grzewczego do współpracy z instalacją solarną wynosi od 20 do 40 °C. Z tego względu zaleca się łączenie instalacji solarnej z ogrzewaniem podłogowym lub ściennym.

Do wspomaganie ogrzewania można stosować zarówno kolektory płaskie jak i próżniowe.

Praktyczne reguły stosowania solarnego wspomaganie ogrzewania:

- stosunkowo niskie zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w budynku (izolacja przegród zewnętrznych, energooszczędna stolarka okienna i drzwiowa)
- możliwie niskie temperatury pracy instalacji grzewczej (zasilanie – powrót)
- instalacje o małej bezwładności i dużym stopniu regulacji
- korzystne ukierunkowanie powierzchni kolektorów

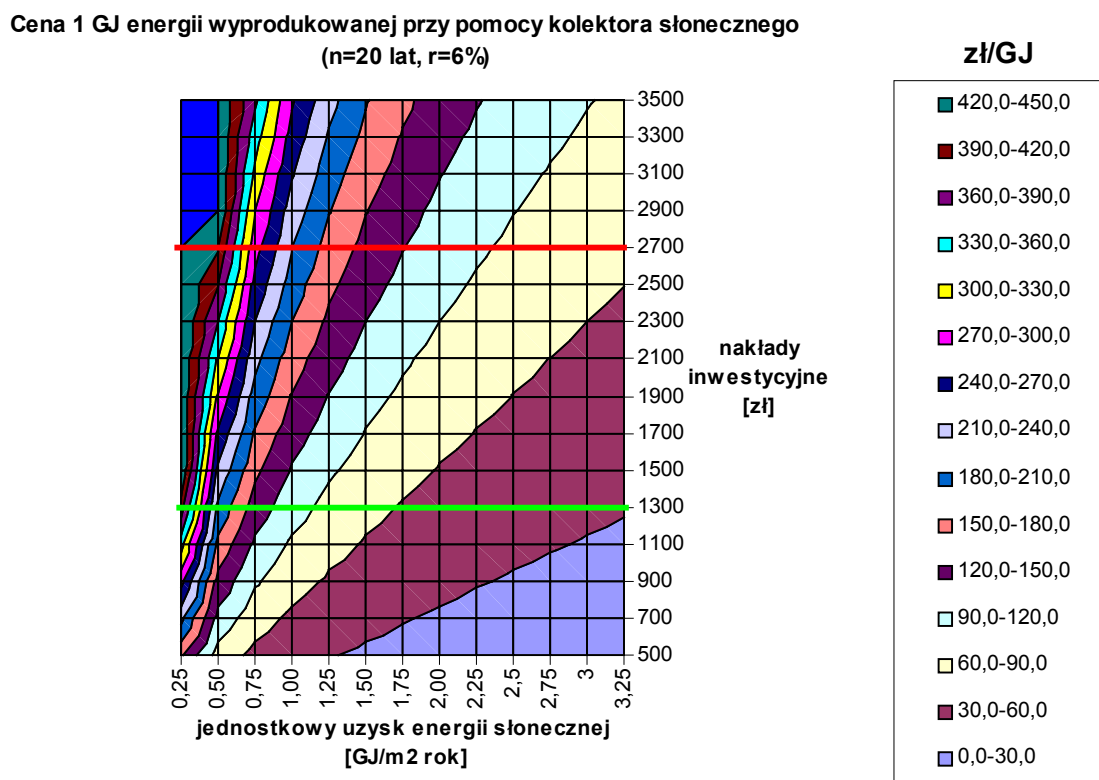
Instalację solarną należy dobierać tak, aby uzyskać z niej 20% pokrycia zapotrzebowania na ciepło dla celów c.w.u. i c.o. Dla osiągnięcia tej wartości można w przybliżeniu przyjąć:

- ♦ 0,8 do 1,1 m² powierzchni kolektorów płaskich na każde 10 m² powierzchni mieszkalnej
- ♦ 0,5 do 0,8 m² powierzchni kolektorów próżniowych na każde 10 m² powierzchni mieszkalnej
- ♦ Pojemność podgrzewacza zasobnikowego od 50 do 70 litrów na 1 m² powierzchni kolektorów

6.1.4 Koszty instalacji kolektorów słonecznych

Analiza opłacalności ekonomicznej stosowania kolektorów słonecznych pracujących na potrzeby przygotowania c.w.u. została przeprowadzona za pomocą programu RETScreen (załączniki). Na poniższym wykresie pokazano zależność kosztów jednostkowych wyprodukowanego ciepła użytecznego przy pomocy kolektorów słonecznych w zależności od jednostkowych nakładów inwestycyjnych i rocznej ilości ciepła użytecznego wyprodukowanego w kolektorze.

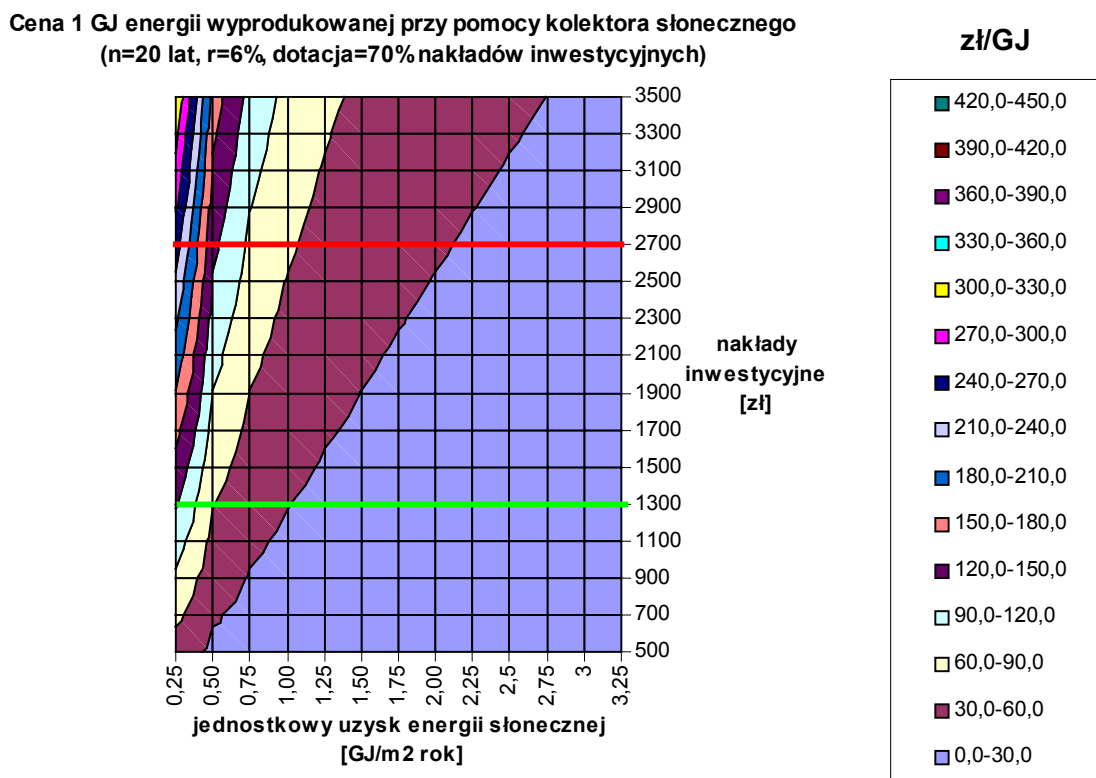
Rysunek 6-4 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w instalacji kolektorów słonecznych



Linie zielona i czerwona ograniczają obszar spotykanych jednostkowych nakładów inwestycyjnych przy czym niższe wskaźniki są osiągalne dla instalacji wspomagających ogrzewanie wody basenowej natomiast wyższe nakłady jednostkowe są ponoszone w przypadku budowy systemów przygotowania cwu i wspomagania ogrzewania pomieszczeń. Jednostkowy uzysk energii uzależniony jest od zastosowanych kolektorów słonecznych oraz rzeczywistego zapotrzebowania na ciepło wytwarzane i gromadzone w instalacji solarnej, niemniej granica 2 GJ z 1 m² powierzchni kolektora w roku jest trudna do przekroczenia, najczęściej spotykane wartości będą oscylować w przedziale od 1,2 do 1.7 GJ/m² rok.

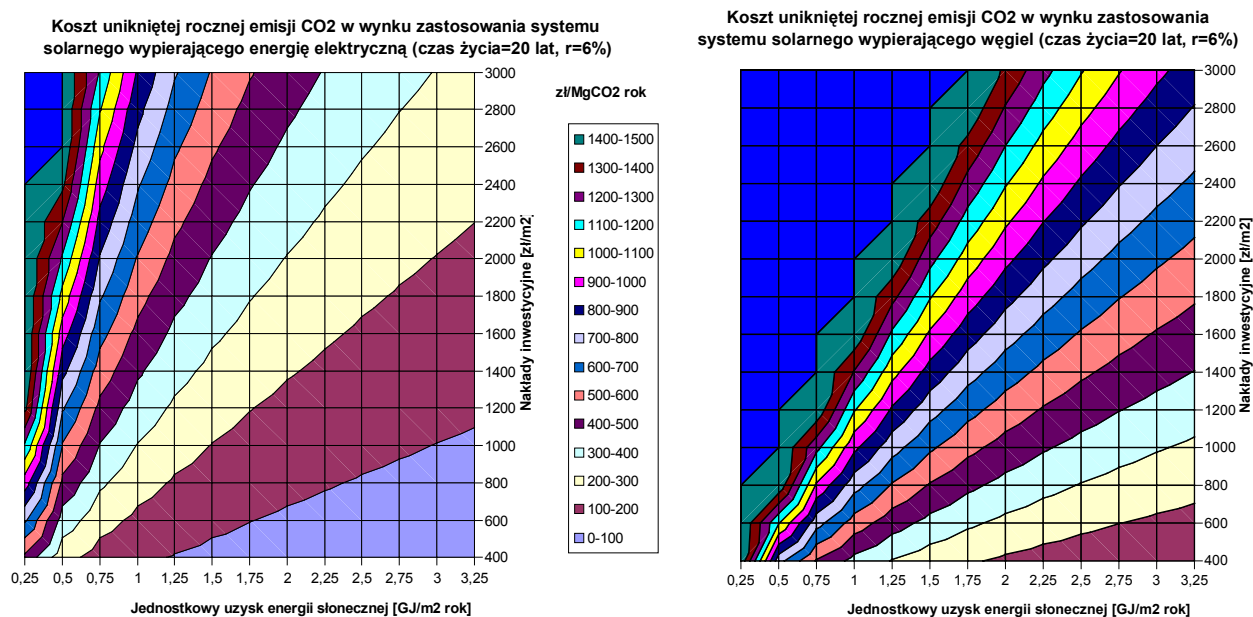
Z powyższego wynika, że koszty wytworzenia ciepła w instalacji solarnej będą najczęściej przekraczać 60 zł/GJ co czyni je niekonkurencyjnym do takich tradycyjnych nośników energii jak ciepło sieciowe, węgiel czy gaz, ale już mogą być konkurencyjne w stosunku do energii elektrycznej. Dodatkowe wsparcie finansowe funduszy ekologicznych pozwoli obniżyć nakłady jednostkowe nawet o 70%, wówczas jednostkowe koszty produkcji ciepła mogą nawet spaść poniżej 30 zł/GJ. Szczegóły zaprezentowano na wykresie poniżej (oznaczenia analogiczne jak na poprzednim rysunku)

Rysunek 6-5 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w kolektorze słonecznym w przypadku uzyskania 70% dotacji do całkowitych nakładów inwestycyjnych poniesionych na instalację



Zastosowanie kolektorów słonecznych w miejsce konwencjonalnych źródeł energii prowadzi do uzyskania wymiernych efektów ekologicznych w postaci np. likwidacji emisji CO₂, jednostkowy koszt redukcji emisji CO₂ jest zarazem jednym z kryteriów oceny zasadności udzielenia wsparcia dla projektu. Jednostkowy koszt redukcji emisji CO₂ jest zależny od wypieranego nośnika energii. Poniżej zamieszczono dwa wykresy kosztów unikniętej emisji CO₂ dla przypadku zastępowania energii elektrycznej i energii pochodzącej z lokalnej kotłowni węglowej.

Rysunek 6-6 Koszty redukcji rocznej emisji CO₂ w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych



Z powyższych wykresów wynika, że osiągnięcie kosztu uniknięcia emisji niższego niż 800 zł/Mg_{CO2} w przypadku zastępowania energii elektrycznej jest prawie pewne natomiast w przypadku zastępowania ciepła z kotłowni węglowej jest trudne do osiągnięcia.

Przykładowe analizy efektywności ekonomiczno - energetycznej - ekologicznej inwestycji polegających na instalacji kolektorów słonecznych w budynkach mieszkalnych oraz użyteczności publicznej, wykonane w programie RETScreen, pokazano w **załączniku 1**.

6.2 Biomasa

Jak już wspomniano wykorzystywana w polskim przemyśle energetycznym biomasa pochodzi z dwóch gałęzi gospodarki: rolnictwa i leśnictwa. Najpoważniejszym źródłem biomasy są odpady drzewne i słoma. Rocznie polskie rolnictwo produkuje ok. 25 mln ton słomy, a w ostatnim wzrosło także zainteresowanie uprawą roślin energetycznych takich jak wierzba energetyczna.

Potencjał teoretyczny jest to inaczej potencjał surowcowy, dotyczy oszacowania ilości biomasy, którą teoretycznie można by na danym terenie wykorzystać energetycznie. Przy obliczaniu potencjału teoretycznego biomasy należy kierować się również doświadczeniem eksperckim, które umożliwi oszacowanie tej wielkości z mniejszym błędem.

Potencjał energetyczny biomasy wyliczono w oparciu o wyniki „ankiety dodatkowej dla projektu założeń do planu oraz planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, projektu operacyjnego planu polepszenia jakości powietrza oraz systemu zarządzania energią i środowiskiem” z 2005r.

Ankieta tą wypełniło 76 gospodarstw rolnych na terenie Gminy Lędziny o łącznej powierzchni gruntów wynoszącej ok. 624 ha, co stanowi blisko 1/3 powierzchni gospodarstw rolnych - ogółem. W ankiecie tej zebrano następujące informacje:

- powierzchnia gruntów ornych pod zasiewami (zboża, rzepak i rzepik) [ha],
- orientacyjna roczna ilość nadwyżek wytworzonej słomy [tony/rok],
- powierzchnia prywatnego lasu należącego do gospodarstwa rolnego [ha],
- orientacyjna roczna ilość użytkowanego drewna na cele grzewcze uzyskiwanego z prywatnego lasu należącego do gospodarstwa rolnego [tony/rok],
- łączna ilość zwierząt gospodarskich (bydło, konie, trzoda chlewna itp.) [szt].

Do obliczenia potencjału surowcowego lub inaczej teoretycznego na terenie Gminy Lędziny przyjęto podane niżej założenia:

- przyjęto, że zasobność drzewa na pniu wynosi w Nadleśnictwie Katowice 146 m³/ha,
- Wskaźniki przeliczeniowe do oszacowania potencjału słomy zależne są od rodzaju zboża, plonowania i sposobu zbioru. Dlatego też przyjęto potencjał na podstawie danych GUS z 2002r. Zastosowano średni wskaźnik wynoszący 1 t/ha gruntów ornych pod zasiewami,
- Potencjał teoretyczny dla siana obliczono przez pomnożenie powierzchni łąk i średniego plonu wynoszącego 5 t/ha,
- Dla sadów przyjmuje się, że zakres możliwego do pozyskania drewna z rocznych cięć wynosi średnio 2,5 t/ha, przy możliwości uzyskania drewna w granicach (2,0-3,0 t/ha),

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

- Potencjał teoretyczny równy technicznemu w zakresie przycinania drzew przydrożnych przyjęto na podstawie informacji z Referatu Ochrony Środowiska, Rolnictwa i Szkód Górniczych w Urzędzie Miejskim w Lędzinach wynosi ok. 1 000 m³/rok (tabela 6-5).

Tabela 6.5 Wyznaczenie ilości biomasy z wycinki przydrożnych drzew na terenie Gminy Lędziny

Wyszczególnienie	Ilość drzew		miąższość drzewa m ³ /sztukę	Objętość biomasy [m ³ /rok]	
	2004	2005		2004	2005
topola	212	259	1,6	339,2	414,4
wierzba	98	26	1,6	156,8	41,6
modrzew	16	9	1,6	25,6	14,4
jesion	15	111	1,6	24	177,6
dąb	3	17	2	6	34
brzoza	157	43	1,6	251,2	68,8
klon		52	1,6	0	83,2
jarzębina		1	1,6	0	1,6
akacja	31	53	1,6	49,6	84,8
morwa			1,6	0	0
lipa	7	15	1,6	11,2	24
kasztan		1	1,6	0	1,6
głóg		2	0,5	0	1
świerk	1		2	2	0
olcha	17	15	1,6	27,2	24
wiąz	3	2	1,6	4,8	3,2
sosna	84	2	2	168	4
buk		2	2	0	4
tuja		10	1	0	10
Suma	644	620		1065,6	992,2

Potencjał techniczny stanowi tę ilość potencjału surowcowego, która może być przeznaczona na cele energetyczne po uwzględnieniu technicznych możliwości jego pozyskania, a także uwzględniając inne aktualne jego wykorzystania.

Przy obliczeniu potencjału technicznego uwzględniono następujące założenia:

- Z jednego drzewa w wieku rębnyim uzyskać można 54 kg drobnicy gałęziowej, 59 kg chrustu oraz 166 kg drewna pniakowego z korzeniami. Przyjmując średnio liczbę 400 drzew na 1 hektarze, daje to 111 t/ha drewna. Bezpiecznie przyjęto, przy podanych uwarunkowaniach, że z 1ha można pozyskać 50 t drewna, ilość tę przyjmuje się dla 5% powierzchni lasów rosnących na obszarze gminy. Ponadto, w lasach stosowane są cięcia przedrębne i pielęgnacyjne. Przyjęto, że z cięć przedrębnych i pielęgnacyjnych uzyskuje się 12t/ha drewna i wielkość ta dotyczy 10% powierzchni lasów.
- Wykorzystując badania przyjęto 30% potencjału słomy zebranej jako możliwej do przeznaczenia na cele energetyczne, stanowi to bezpieczny próg.
- Z uwagi na wykorzystywanie siana w produkcji zwierzęcej założono, że jedynie 5% siana z łąk może być wykorzystane do celów energetycznych.
- Całość teoretycznego potencjału pozyskiwania drewna z pielęgnacji sadów oraz przycinania drzew przydrożnych jest równa potencjałowi technicznemu.

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęczyny

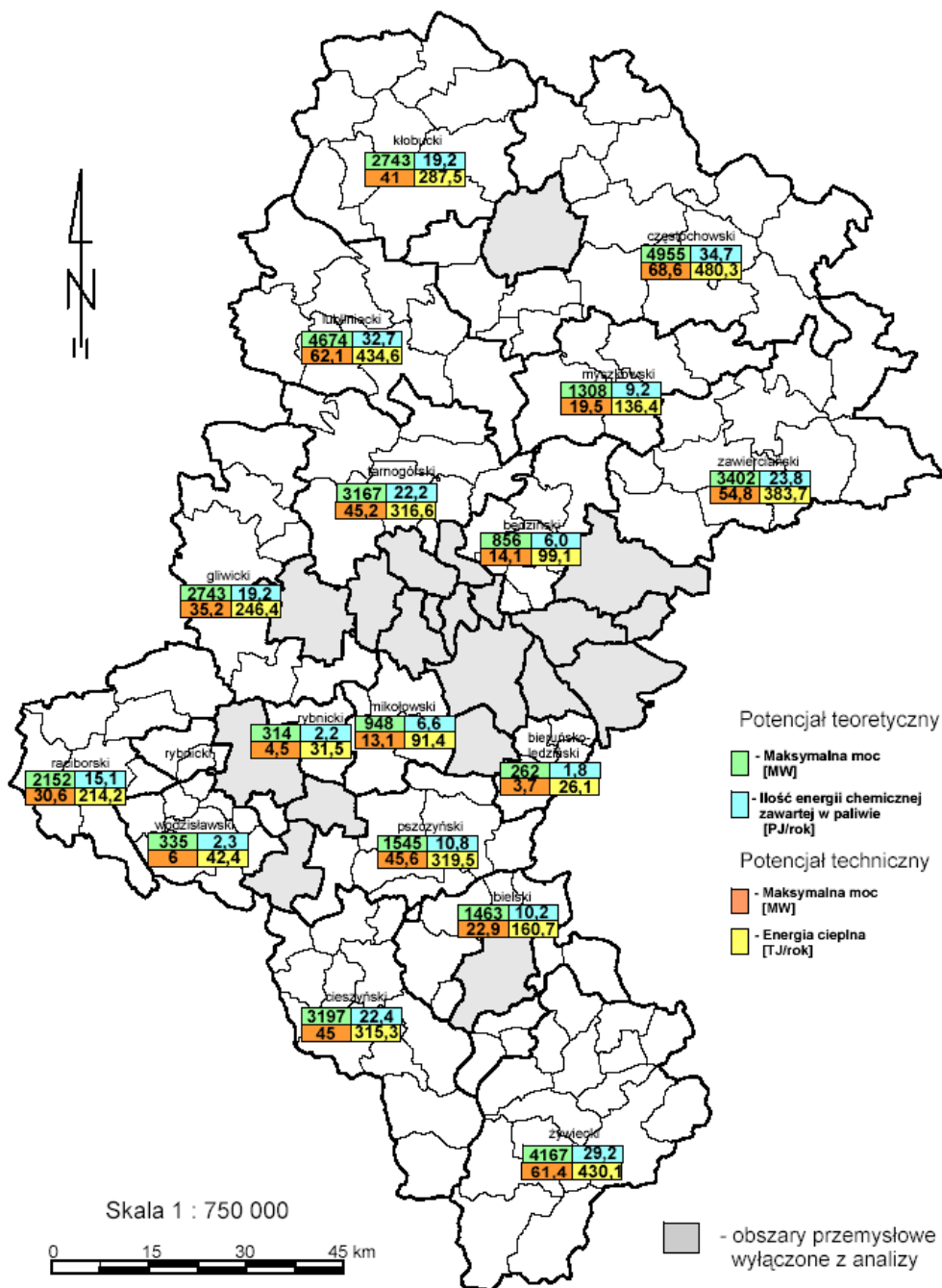
Ponadto przyjęto na podstawie prac własnych, że 1 MW mocy odpowiada produkcji ciepła wynoszącej 7 000 GJ. Dla domów mieszkalnych proponujemy następującą (uproszczoną) analizę – 1 kW = ~7 GJ/rok. Zakładając procesy bezpośredniego spalania, sprawność urządzeń kotłowych przyjęto na poziomie 0,8.

Tabela 6.6 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biomasie na terenie Gminy Łęczyny

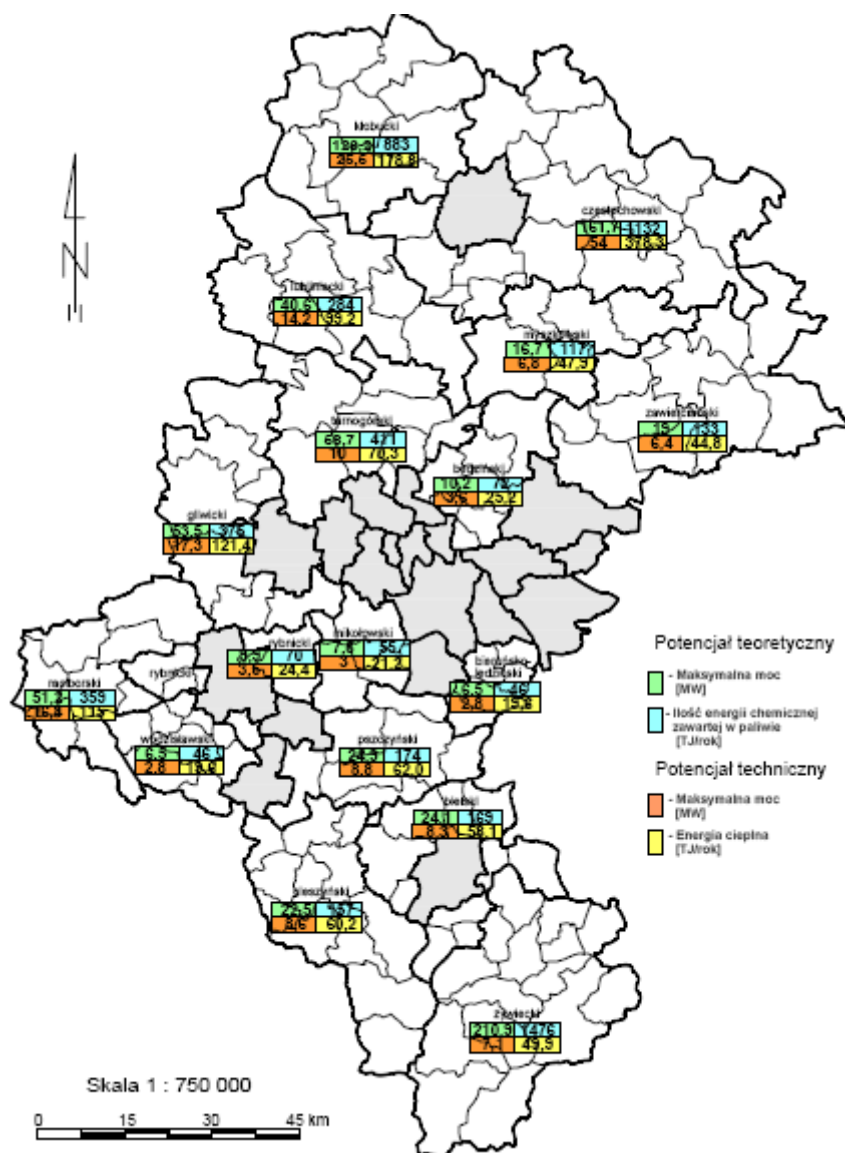
Rodzaj paliwa	Potencjał teoretyczny			Potencjał techniczny		
	Ilość masowa [Mg/rok]	Ilość energii [GJ/rok]	Moc [MW]	Ilość masowa [Mg/rok]	Ilość energii [GJ/rok]	Moc [MW]
Drewno z gospodarki leśnej	36 593	457 418	52,28	3 278	21 304	2,43
Drewno z sadów	43	276	0,03	43	276	0,03
Drewno z przycinki przydrożnej	520	3 380	0,39	520	3 380	0,39
Słoma	1 000	11 500	1,31	300	3 450	0,39
Siano	2 785	32 028	3,66	139	1 601	0,18
SUMA	40 941	504 602	57,7	4 279	30 012	3,43

Potencjału biomasy wyznaczony został również w „Programie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego”, co zobrazowano na rysunku 6-7 i 6-8.

Rysunek 6-7 Potencjał możliwego do pozyskania drewna w województwie śląskim



Rysunek 6-8 Potencjał możliwej do pozyskania słomy i siana



Na podstawie powyższej analizy stwierdza się, że potencjał techniczny energii biomasy drzewnej możliwy do wykorzystania na terenie Gminy Lędziny jest stosunkowo wysoki jedynie w przypadku drewna z gospodarki leśnej.

Problemem może się okazać wykorzystanie tego potencjału gdyż obecnie drewno dobre jakościowo staje się towarem deficytowym, a jego ceny rosną. Jest to spowodowane głównie znacznie zwiększonym zapotrzebowaniem na drewno przez przemysł meblarski. Na zwiększony popyt na drewno Lasy Państwowe reagują w pasywny sposób nie zwiększając poziomów pozyskania drewna z lasów.

Biomasę drzewną można użytkować w małych i średnich kotłowniach, z których zasilane mogą być obiekty mieszkalne, użyteczności publicznej lub produkcyjne.

W zakresie drewna opałowego i zrębków drzewnych proponuje się nawiązanie współpracy z ościennymi gminami, gdzie występuje większy potencjał tego paliwa.

Można rozważyć również zastosowanie biomasy w ciepłowni Nadwiślańskiej Spółki Energetycznej w Lędzinach zasilającej w ciepło odbiorców z terenu Lędzin.

W przypadku występowania w gospodarstwach rolnych niewykorzystanego potencjału słomy proponuje się jej użytkowanie lokalne do celów grzewczych poprzez spalanie w kotłach na słomę.

6.2.1 Uprawy energetyczne

Możliwości produkcji biomasy pochodzącej z roślin energetycznych uprawianych na użytkach rolnych uzależnione są m.in. od warunków naturalnych. Biorąc pod uwagę warunki klimatyczne, a w tym:

- rozkład opadów w ciągu roku,
- długość okresu wegetacyjnego roślin,
- długość dnia w ciągu okresu wegetacyjnego,
- rozkład temperatur w ciągu doby w okresie wegetacyjnym,
- warunki glebowe (w Polsce 50% gleb zalicza się do „bardzo dobrych” i „dobrych”, 16% do „średnich” i 34% do „słabych” i „bardzo słabych”,
- poziom wód gruntowych.

W Polsce można uprawiać następujące gatunki roślin energetycznych:

- wierzba z rodzaju *Salix viminalis*,
- ślazier pensylwański,
- róża wielokwiatowa,
- słonecznik bulwiasty (topinambur),
- topole,
- robinia akacjowa,
- trawy energetyczne z rodzaju *Miscanthus*.

Spośród wymienionych gatunków tylko: wierzba, ślazier pensylwański i w niewielkim stopniu słonecznik bulwiasty będą szerzej uprawiane na gruntach rolnych. Obecnie, najpopularniejszą rośliną uprawianą w Polsce do celów energetycznych jest wierzba krzewiasta w różnych odmianach. Dlatego też w dalszych rozważaniach przyjęto określenie możliwości i ograniczenia produkcji biomasy na użytkach rolnych właśnie w odniesieniu do wierzby.

Wierzbę z rodzaju *Salix viminalis* można uprawiać na wielu rodzajach gleb, od bielicowych gleb piaszczystych do gleb organicznych. Ważnym przy tym jest, aby plantacje wierzby zakładane były na użytkach rolnych dobrze uwodnionych.

Optymalny poziom wód gruntowych przeznaczonych pod uprawę wierzby energetycznej to:

- 100-130 cm dla gleb piaszczystych,
- 160-190 cm dla gleb gliniastych.

Możliwości produkcyjne z 1 ha uprawianej wierzby krzewiastej zależą głównie od:

- stanowiska uprawowego (rodzaj gleby, poziom wód gruntowych, przygotowanie agrotechniczne, pH gleb, itp.)
- rodzaju i odmiany sadzonek w konkretnych warunkach uprawy,
- sposobu i ilości rozmieszczania karp na powierzchni uprawy.

Według badań dr inż. Jana Wiesława Dubasa z 1 hektara można otrzymać około 30 ton przyrostu suchej masy rocznie. W literaturze pojawiają się również mniej optymistyczne dane, które mówią o 15 tonach suchej masy. Oczywiście dane te podawane są przy różnych określonych warunkach, lecz można liczyć, że bezpieczna wielkość rocznego zbioru suchej masy wierzby z 1 hektara to 20 ton.

Dla określonej wartości opałowej przyjętej na poziomie 18 GJ/t suchej masy (wartość opałowa drastycznie się zmienia w zależności od zawartości wilgoci w biomase, od 6,5 GJ/t przy wilgotności

60% do ok. 18 GJ/t przy wilgotności 10% masy całkowitej). Przy takich założeniach można przyjąć, że z 1 ha upraw wierzby krzewiastej można otrzymać ok. 360 GJ energii paliwa na rok.

Na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego przeprowadzonego w 2002 roku przyjęto powierzchnię użytków rolnych leżących odłogiem i ugorem, których wielkość wynosiła około 242 ha. Przyjmując tę wartość jako wyjściową do oszacowania potencjału teoretycznego produkcji biomasy z tego terenu może osiągać poziom ok. 83 TJ, co daje równoważną produkcję węgla na poziomie 3 480 ton/rok. Jest to potencjał teoretyczny a więc możliwy do osiągnięcia w niezwykle sprzyjających warunkach, dlatego przyjmując realny poziom 30% teoretycznego i tak otrzymuje się ok. 25 TJ energii z uprawy wierzby (ok. 3,6 MW).

W analizie oprócz energetyczno-ekonomicznych aspektów nie zawarto, innych bardzo istotnych aspektów uprawy roślin energetycznych jak np. redukcja bezrobocia poprzez stworzenie nowych miejsc pracy, tworzenie lokalnego rynku energetycznego i zamknięcie przepływu pieniędzy w granicach gminy czy powiatu.

Poza warunkami naturalnymi istnieje jednak wiele innych ograniczeń wpływających na rozwój tej dziedziny rolnictwa, jak np. odpowiednie uregulowania prawne, słabo rozwinięty rynek biomasy, słaby stan techniczny związany z uprawą, zbiorem i przetwarzaniem biomasy, brak odpowiedniej wiedzy wśród rolników przyzwyczajonych do tradycyjnych kierunków produkcji rolniczej oraz przede wszystkim brak dostatecznej ilości kapitału inwestycyjnego oraz wystarczającego wsparcia ze strony Rządu.

Koszt założenia jednego hektara uprawy to wydatek rzędu 7-8 tysięcy złotych. Chociaż wydaje się, że nie jest to dużo w perspektywie 25-30 lat eksploatacji plantacji to jednak dla pojedynczego rolnika może on być za wysoki, zwłaszcza, że pierwsze pełne zbiory osiąga się po 3 latach. Innym istotnym problemem jest niepewność rynku zbytu, co z kolei ogranicza możliwości ubiegania się o dotacje na uprawę roślin energetycznych (wymagany jest przedstawienie podpisanych umów na odbiór biomasy wraz z przybliżonym harmonogramem ilościowym).

Podsumowując temat upraw energetycznych proponuje się założenie na obszarze Gminy Lędziny plantacji biomasy (np. wierzby energetycznej) na obszarze ok. 200 ha, co jest zgodnie z zapisami zawartymi w „Założeniach do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe Gminy Lędziny”. Przewiduje się, że plantacje te mogą powstać na terenach zdegradowanych (tereny kopalniane, przemysłowe i inne) lub na terenach nieużytków rolniczych (Urząd Miasta Lędziny obecnie nie dysponuje terenami, które kwalifikowałyby się pod tego rodzaju uprawy). Uzyskana biomasa może być wykorzystywana w źródle ciepła zlokalizowanym na terenie Gminy Lędziny należącym do Nadwiślańskiej Spółki Energetycznej sp. z o.o.

6.2.2 Analiza możliwości zastosowania biomasy w Gminie Lędziny

Poniżej przedstawiono dwa przykłady opłacalności zastosowania biomasy przy różnych cenach drewna:

1. Ogrzewanie domu jednorodzinnego.
2. Budowa kotłowni lokalnej.

Założenia przyjęte do obliczeń dla budynku jednorodzinnego są następujące:

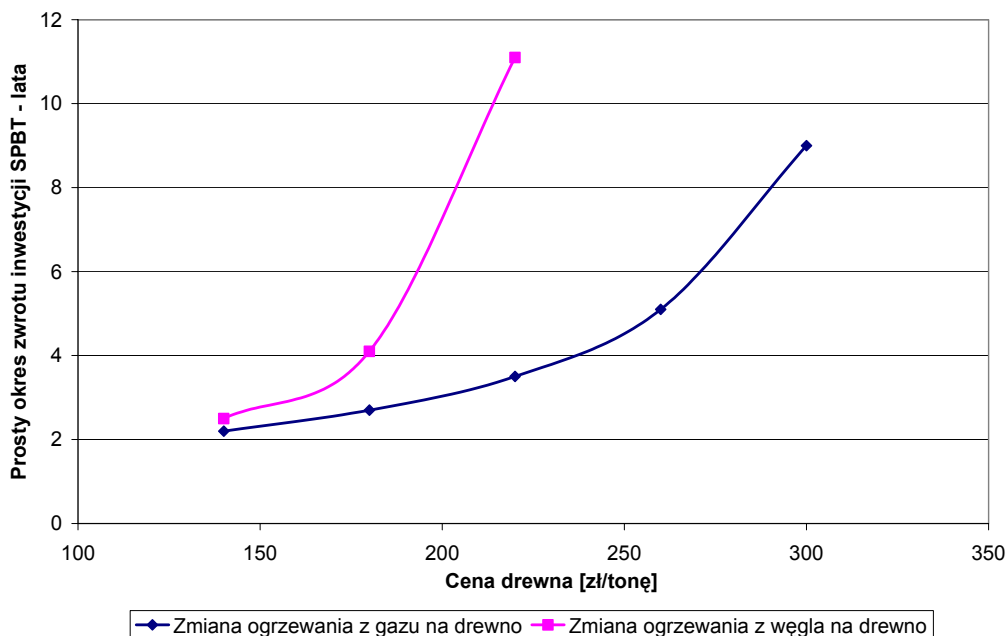
- powierzchnia domu jednorodzinnego: 150 m²;
- jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło: 0,6 GJ/m²rok (167 kWh/m²rok);
- zapotrzebowanie na moc: 9,5 kW;
- w stanie istniejącym kotłownia przydomowa opalana gazem ziemnym (kocioł o średniorocznej sprawności 80%). Cena za 1 m³ gazu – 1,45 zł (brutto);

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

- w stanie docelowym na kocioł opalany zrębkami drzewnymi o niskiej wartości opałowej (9,4 MJ/kg). Cena zrębków (loko kotłownia): 140 - 300 zł/t.

Biorąc pod uwagę ww. założenia przeprowadzono analizę wrażliwości ceny drewna opałowego na opłacalność inwestycji wyrażonej przez prosty okres zwrotu (SPBT).

Rysunek 6-9 Analiza wrażliwości zamiany nośnika na drewno w domku jednorodzinny

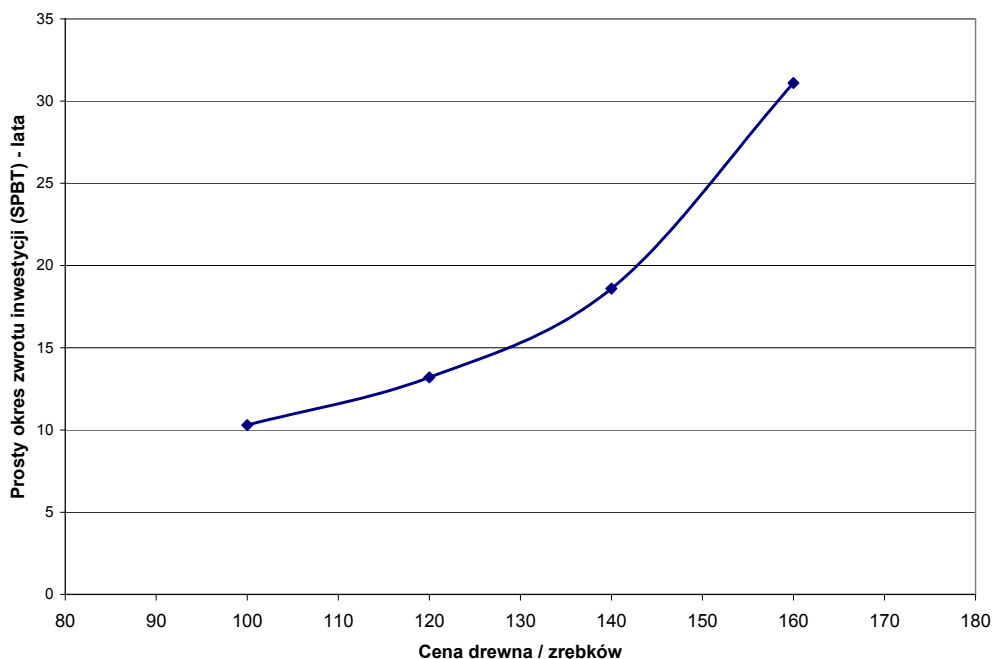


Założenia przyjęte do obliczeń dla kotłowni lokalnej są następujące:

- zakłada się budowę lokalnej kotłowni opalanej biomasą, która zasilalaby 5 budynków o różnym charakterze użytkowania, powierzchni, technologii budowy (budynek służby zdrowia, 2 budynki oświatowe, budynek administracyjny i budynek mieszkalny) i systemie zasilania w ciepło (3 ogrzewane w stanie istniejącym gazem ziemnym, a dwa węglem) o łącznym zapotrzebowaniu na moc: 1,57 MW;
- łączna niezbędna do wybudowania długość rurociągów 1 337 m;
- cena węgla 410 zł/t (25 MJ/kg);
- cena gazu 1,45 zł/m³;
- cena biomasy drzewnej 100 - 250 zł/t (9,37 MJ/kg);
- cena biomasy drzewnej z wycinki przydrożnej 80 zł/tonę (9,37 MJ/kg) – założono, że drewno z wycinki przydrożnej pokryje 15% zapotrzebowania kotłowni lokalnej;
- w analizie kosztów uwzględniono m.in. koszty wymienników w poszczególnych budynkach oraz wynagrodzenia dla obsługi kotłowni.
- w analizie finansowania projektu założono roczny wzrost kosztów energii na poziomie 2% oraz współfinansowanie projektu z preferencyjnego (niskooprocentowanego: 3,0% w skali roku) kredytu, udzielonego na okres 10 lat.

Biorąc pod uwagę ww. założenia przeprowadzono analizę wrażliwości ceny drewna opałowego na opłacalność inwestycji wyrażonej przez prosty okres zwrotu (SPBT).

Rysunek 6-10 Analiza wrażliwości budowy lokalnej kotłowni opalanej biomasą



Głównym wnioskiem z powyższych analiz jest bardzo duża wrażliwość inwestycji na cenę paliwa (biomasy drzewnej), co ukierunkowuje działania właścicieli budynków jednorodzinnych oraz potencjalnych inwestorów kotłowni lokalnej na poszukiwanie biomasy drzewnej o możliwie niskiej cenie.

Na podstawie powyższych analiz jak i występującego na obszarze Gminy Lędziny potencjału biomasy można rozważyć zastosowanie biomasy drzewnej w średnich (jedna lokalna kotłownia o mocy ok. 1,6 MW) oraz kilkunastu kotłowniach przydomowych. Można też rozważyć możliwość zwiększenia ww. inwestycji w oparciu o współpracę z innymi gminami, w których występuje większy potencjał niewykorzystanej biomasy.

6.3 Energia z biogazu

We wszelkich odpadach organicznych lub odchodach zawierających węglowodany, a w szczególności celulozę i cukry, w określonych warunkach zachodzą procesy biochemiczne nazywane fermentacją. Fermentację wywołują należące do różnych gatunków bakterie, których działanie i znaczenie w tym procesie jest bardzo zróżnicowane, a nawet przeciwstawne.

Teoretycznie w wyniku fermentacji 162 g celulozy otrzymuje się 135 litrów gazu zawierającego 50% palnego metanu. W rzeczywistości część dwutlenku węgla związana jest przez zasady uwolnione w czasie fermentacji (szczególnie potasowe, wapno i amoniak pochodzące z składników amonowych).

W niniejszym bilansie odnawialnych źródeł energii uwzględniono trzy podstawowe źródła biogazu, jakimi są:

- biogaz rolniczy
- oczyszczalnie ścieków,
- składowiska odpadów.

Jakkolwiek różne są wymienione powyżej źródła biogazu, tak zachodzący w nich proces, wskutek którego wytwarzany jest biogaz, jest bardzo zbliżony. Jest to proces fermentacji beztlenowej wywoływany dzięki obecności tzw. bakterii metanogennych, które w sprzyjających warunkach:

temperatura rzędu 30 – 35°C (fermentacja mezofilna) lub 52 – 55°C (fermentacja termofilna), odczyn obojętny lub lekko zasadowy (pH 7 – 7,5), czas retencji (przetrzymania substratu) wynoszący 12-36 dni dla fermentacji mezofilnej oraz 12-14 dni dla fermentacji termofilnej, brak obecności tlenu i światła zamieniają związki pochodzenia organicznego w biogaz oraz substancje nieorganiczne.

Głównymi składnikami tak powstającego biogazu są metan, którego zawartość w zależności od technologii jego wytwarzania oraz rodzaju fermentowanych substancji może zmieniać się w szerokim zakresie od 40 do 85% (przeważnie 55 – 65%), pozostałą część stanowi dwutlenek węgla oraz inne składniki w ilościach śladowych. Dzięki tak wysokiej zawartości metanu w biogazie, jest on cennym paliwem z energetycznego punktu widzenia, które pozwala zaspokoić lokalne potrzeby związane m.in. z jego wytwarzaniem. Wartość opałowa biogazu najczęściej waha się w przedziale 19,8 – 23,4 MJ/m³, a przy separacji dwutlenku węgla z biogazu jego wartość opałowa może wzrosnąć nawet do wartości porównywalnej z sieciowym gazem ziemnym GZ-50. Należy tu zaznaczyć, że produkcja biogazu jest często efektem ubocznym wynikającym z konieczności utylizacji odpadów w sposób możliwie nieszkodliwy dla środowiska. Jedynie w przypadku wysypisk odpadów fermentacja beztlenowa jest procesem samoistnym i niekontrolowanym.

Dla obliczeń zastosowanych szacunków przyjęto jako:

- potencjał teoretyczny – maksymalną możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy całkowitym ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu oraz przy założeniu bezstratnego przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii,
- potencjał techniczny – możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy takim ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu, jakie ma miejsce w rzeczywistości oraz przy założeniu sprawności przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii, w wielkości zgodnej z aktualnie dostępnymi urządzeniami technicznymi.

Szczegółowe aspekty wpływające na sposób określenia potencjału teoretycznego oraz technicznego dla każdego ze źródeł biogazu określono w opisach poniżej.

6.3.1 Biogaz z produkcji rolnej

W gospodarstwach rolnych prowadzących produkcję zwierzęcą powstaje obornik bądź gnojowica, które ze względów ochrony środowiska winny zostać przetworzone. Jedną z metod przetworzenia odchodów zwierzęcych, a także innych odpadów roślinnej produkcji rolnej, jest właśnie fermentacja beztlenowa w biogazowniach rolniczych, dzięki czemu uzyskuje się nawóz rolniczy o korzystnych parametrach, znacznie lepszych od surowej gnojowicy bądź obornika. Dodatkową korzyścią jest powstanie biogazu o korzystnych właściwościach energetycznych. Zawartość metanu w biogazie rolniczym zależy w głównej mierze od rodzaju zastosowanych odchodów zwierzęcych. W przypadku gnojowicy trzody jego zawartość mieści się w przedziale 70 – 80%, w przypadku gnojowicy bydła jest to 55 – 60, a w przypadku drobiu 60 – 80%. Stąd do obliczeń przyjęto średnią zawartość metanu w biogazie rolniczym na poziomie 65%, a jego wartość opałowa wynosi 6,5 kWh/m³, tj. 23,4 MJ/m³. Kalkulację teoretycznego i technicznego potencjału biogazu z produkcji rolnej na terenie Gminy Łęczyny przeprowadzono w oparciu o założenia i dane dla powiatu bieruńsko – lędzkiego zawarte w „Programie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego”. Potencjał biogazu z produkcji rolnej w województwie śląskim przedstawiono na rysunku 6-11

Rysunek 6-11 Potencjał biogazu z produkcji rolnej w województwie śląskim

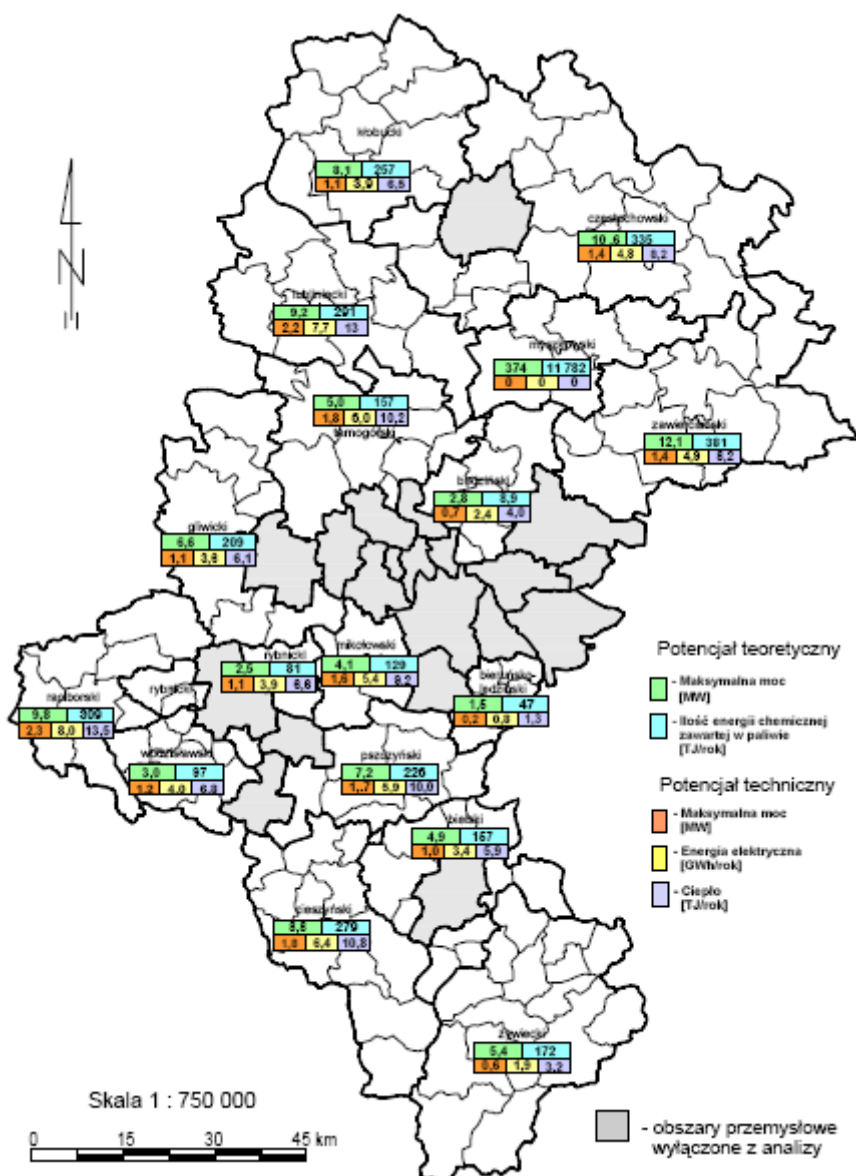


Tabela 6.7 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biogazie z produkcji rolnej na terenie Gminy Lędziny

Wyszczególnienie	Ilość biogazu [m3/rok]	Moc [kW]	Ilość energii chemicznej zawartej w paliwie [GJ/rok]
Potencjał teoretyczny	626513	465	14660
Potencjał techniczny	111016	74	2598

Na podstawie danych zawartych w powyższej tabeli potencjał biogazu związany z produkcją rolną na terenie Gminy Lędziny jest znikomy, a jego ewentualne wykorzystanie powinno odbywać lokalnie w gospodarstwach rolnych.

6.3.2 Oczyszczalnia ścieków

W średnich i dużych oczyszczalniach ścieków jedną z podstawowych metod zagospodarowywania osadów ściekowych jest ich fermentacja w zamkniętych komorach fermentacyjnych (ZKF). W komorach zachodzi proces fermentacji mezofilnej, dzięki któremu znaczna część materii organicznej zostaje zredukowana, a przetworzony osad ściekowy, po jego dalszym odwodnieniu, jest wykorzystywany do celów przyrodniczych, rekultywacji obszarów zdegradowanych oraz przez rolnictwo, jako cenny nawóz zawierający substancje nieorganiczne. Istnieje możliwość dalszej obróbki przefermentowanego osadu ściekowego, tzn. jego kompostowania, które odbywa się po dodaniu materii organicznej (np. odpadów z utrzymania terenów zielonych).

Ze względu na relatywnie wysokie koszty inwestycyjne oraz inne możliwości utylizacji osadów ściekowych, w małych oraz w wielu średnich oczyszczalniach ścieków brak jest wydzielonych komór fermentacyjnych. Zebrane w procesie oczyszczania osady ściekowe są odprowadzane na poletkę osadową bądź wywożone z terenu oczyszczalni przez specjalne firmy zajmujące się ich utylizacją.

Wytwarzany w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków biogaz charakteryzuje się zawartością metanu wahającą się w przedziale 55 – 65%. Do dalszych obliczeń przyjęto średnią wartość tego przedziału, tj. 60%. Jego wartość opałowa wynosi 21,6 MJ/m³.

W literaturze brak jest szczegółowych danych oraz wskaźników, pozwalających na oszacowanie potencjału teoretycznego oraz technicznego wytworzenia energii z biogazu produkowanego na terenie oczyszczalni ścieków. Spotkać można przelicznik, który mówi, że ze ścieków komunalnych uzyskuje się do 600 m³ biogazu w przeliczeniu na 1 Mg suchej masy.

Jednakże przy braku znajomości zawartości suchej masy w ściekach informacja ta jest nieużyteczna. Stąd aby prawidłowo ocenić rzeczywiste możliwości produkcyjne biogazu na terenie oczyszczalni ścieków przeanalizowano dla kilku obiektów stosunek średniej ilości produkowanego biogazu do średniej ilości oczyszczanych ścieków. Po uwzględnieniu czynników wpływających na zróżnicowanie względnej ilości wytwarzanego biogazu dla różnych obiektów (stopnia infiltracji wód deszczowych i gruntowych do kanalizacji ściekowej, ilości ścieków przemysłowych oraz sposobu prowadzenia procesu fermentacji) określono dla najkorzystniejszych warunków stosunek ten w wysokości 200 m³ wytworzonego biogazu na 1.000 m³ wpływających do oczyszczalni ścieków w przeliczeniu na ścieki pochodzące wyłącznie z sektora komunalnego. Jest to wskaźnik, który wykorzystany będzie przy obliczeniu potencjału teoretycznego. Natomiast dla określenia potencjału technicznego, przy obliczeniu którego wykorzystywana będzie rzeczywista wielkość ilości oczyszczanych ścieków w oczyszczalniach, a więc ścieków komunalnych zmieszanych z wodami opadowymi, gruntowymi i ściekami przemysłowymi, stosunek ten przyjęto w wysokości 80 m³ wytworzonego biogazu na 1.000 m³ rzeczywistości wpływających do oczyszczalni ścieków.

Jako potencjał teoretyczny przyjęto potencjał w sytuacji, w której zbierane są ścieki komunalne od całej zamieszkałej ludności. Pominięto tutaj możliwą produkcję biogazu ze ścieków pochodzenia przemysłowego (głównie z przemysłu spożywczego, farmaceutycznego oraz kosmetycznego), ze względu na brak możliwości uzyskania wiarygodnych danych oraz możliwą dużą zmienność tych wielkości na skutek zmian koniunktury w gospodarce. Pozostałe gałęzie przemysłu wytwarzają ścieki praktycznie nie zawierające zanieczyszczeń pochodzenia organicznego

Na terenie Gminy Lędziny znajduje się mechaniczno – biologiczna oczyszczalnia ścieków zlokalizowana w rejonie szybów Głównych KWK „Ziemowit”. Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest Potok Goławiecki w zlewni Wisły. Przepustowość oczyszczalni wynosi 3400 m³/dobę. Średnia ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w okresach bezdeszczowych wynosi Q = 1200 m³/dobę. Poza tym na terenie Lędzin dla dzielnicy Hołdunów wybudowano nową mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków o przepustowości 1300 m³/d (docelowo obsługiwać będzie ona 4800

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

mieszkańców) ze zrzutem ścieków do Potoku Ławeckiego. Do sieci kanalizacyjnej podłączonych jest obecnie ok. 8 000 mieszkańców, co stanowi 50 % wszystkich mieszkańców Gminy. Pozostała ilość ścieków sanitarnych na terenie Gminy gromadzona jest w zbiornikach bezodpływowych i okresowo wywożona wozami asenizacyjnymi do oczyszczalni ścieków. Znaczna część ścieków odprowadzana jest również w sposób niekontrolowany do ziemi i rowów melioracyjnych oraz bezpośrednio do rzek i potoków.

W celu określenia ilości wytwarzanych ścieków do obliczeń przyjęto następujące wielkości: roczna ilość wytwarzanych ścieków przez segment komunalny wynosi 55,6 m³/osobę.

Ponadto dla potencjału energetycznego uwzględnić należy sprawność zamiany energii chemicznej zawartej w paliwie na użyteczne formy energii oraz możliwy stopień ich wykorzystania. Biogaz o dużej zawartości metanu (powyżej 40%) może być użyty jako paliwo w turbinach gazowych lub silnikach spalinowych do produkcji energii elektrycznej oraz w jednostkach kogeneracyjnych do produkcji energii elektrycznej i ciepłej w cyklu skojarzonym, bądź tylko do wytwarzania energii ciepłej, zastępując gaz ziemny lub propan-butan. Ciepło uzyskiwane z biogazowni może być przekazywane do instalacji centralnego ogrzewania, lub do komór fermentacyjnych dla przyspieszenia procesu fermentacji. Elektryczność może być wykorzystywana na potrzeby własne (np. wentylatorów wspomagających procesy spalania) lub sprzedawana do sieci. Przy zastosowaniu skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej sprawność całkowita przemiany zbliża się do 90%, przy czym ok. 30% energii chemicznej zostaje zamienione na energię elektryczną, a ok. 55% na ciepło. Innym ważnym problemem często spotykanym przy produkcji skojarzonej jest dopasowanie do niej rynku odbioru, o ile z energią elektryczną nie ma problemu gdyż nadwyżkę produkcyjną można sprzedawać do sieci, o tyle z ciepłem jest znacznie gorzej. Najlepsze warunki, zarówno pod względem ekonomicznym jak i efektywności energetycznej występują kiedy rynek zapewnia ciągły odbiór ciepła. Sytuacja taka może występować wówczas kiedy w pobliżu źródła (do 1 km) znajdują się tacy odbiorcy jak np. suszarnie, szklarnie, pieczarkarnie, kryte pływalnie, szpitale czy domy studenckie. W przypadku mieszkalnictwa stopień wykorzystania energii ciepłej może osiągnąć, przy sprzyjających warunkach (np. odbiór c.w.u. przez cały rok) do 65%, a więc 35% ciepła jest tracone.

Na podstawie powyższych danych, założeń oraz wyliczeń, potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biogazie w Gminie Lędziny został przedstawiony w poniższej tabeli.

Tabela 6.8 Potencjał teoretyczny i techniczny energii zawartej w biogazie z oczyszczalni ścieków na terenie Gminy Lędziny

Rodzaj paliwa	Potencjał teoretyczny					Potencjał techniczny				
	Ogółem		Układ kogeneracyjny			Ogółem		Układ kogeneracyjny		
	Ilość gazu [m ³ /rok]	Ilość energii [GJ/rok]	Moc [kW]	Ilość energii elektr. [MWh/rok]	Ilość ciepła [GJ/rok]	Ilość gazu [m ³ /rok]	Ilość energii [GJ/rok]	Moc [kW]	Ilość energii elektr. [MWh/rok]	Ilość ciepła [GJ/rok]
Biogaz	182 500	3 942	113	383	2 168	73 000	1 577	45	153	867

Jako potencjał techniczny przyjęto warunki jedynie ograniczone jakością odprowadzanych ścieków, a nie ich techniczną dostępnością, przyjęto, że wszyscy mieszkańcy korzystają z sieci oraz całość produkowanych ścieków odprowadzana jest do jednej oczyszczalni, natomiast spełnienie tego warunku jest bardzo trudne i wymaga wielu lat inwestycji.

Jako dolny próg opłacalności procesu utylizacji osadów ściekowych poprzez proces ich fermentacji przyjmuje się warunki, w których dobowe ilości przyjmowanych przez oczyszczalnie ścieków

przekraczają 5.000 m³. Zgodnie z obliczeniami i przyjętymi założeniami ilości ścieków odprowadzanych na terenie Gminy w wynosi ok. 2 500 m³ na dobę (wartość ta dotyczy dwóch oczyszczalni ścieków), dlatego też nie przewiduje się wdrożenia tego przedsięwzięcia na terenie Gminy Lędziny.

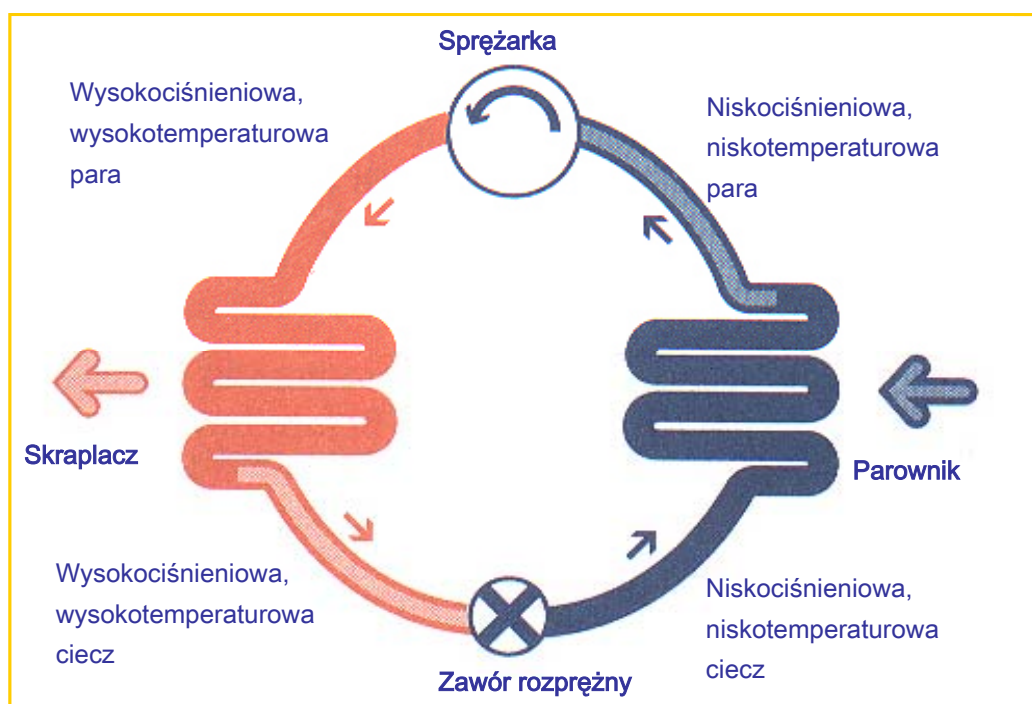
6.3.3 Składowisko odpadów

Gmina Lędziny nie posiada czynnego składowiska odpadów. Powstające odpady (głównie komunalne) gromadzone są na składowisku odpadów w Tychach - Urbanowicach. Z uwagi na to, że ww. składowisko zlokalizowane jest poza obszarem Gminy Lędziny w niniejszym opracowaniu nie wyznaczono potencjału wykorzystania energii z odpadów. Ewentualne wykorzystanie potencjału energetycznego odpadów wytwarzanych w Lędzinach może nastąpić na składowisku w Tychach – Urbanowicach.

6.4 Gruntowe pompy ciepła

Sprężarkowe pompy ciepła są najpopularniejszym rodzajem pomp. Zbudowana jest z parownika, skraplacza sprężarki i zaworu rozprężnego. Jej układ wypełniony jest czynnikiem roboczym. Urządzenie wykorzystuje zjawisko pobierania ciepła w niskiej temperaturze podczas odparowania cieczy, a następnie po sprężeniu pary – skraplania z oddawaniem ciepła. Ciepło z dolnego źródła (gruntu, wody, powietrza) odebrane w parowniku przez czynnik roboczy, jest oddawane w skraplaczu do instalacji grzewczej, w której jest zwykle ogrzewana woda, ewentualnie powietrze. Zazwyczaj niezbędną energię dostarczaną do czynnika roboczego dostarcza się z sieci elektrycznej. Dwie spośród wielu wartości, które charakteryzują pompy ciepła to moc grzewcza oraz pobór mocy elektrycznej. Stosunek tych wartości określany jest jako współczynnik efektywności pompy ciepła (COP).

Rysunek 6-12 Schemat działania pompy ciepła



Moc cieplna pompy jest podawana w ściśle określonym zakresie temperatur, który z kolei zależy od rodzaju dolnego i górnego źródła ciepła. Moc pompy ciepła dobiera się na podstawie uprzednio

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

oszacowanego zapotrzebowania ciepłego budynku. Współczynnik efektywności w sprężarkowych pompach ciepła jest tym wyższy, im mniejsza jest różnica temperatur pomiędzy górnym a dolnym źródłem.

Sprężarkowe pompy ciepła posiadają ograniczone parametry pracy. Wynika to z rodzaju zastosowanego w obiegu wewnętrznym czynnika oraz technicznych parametrów sprężarki. Dla sprężarkowych pomp można przyjąć następujące zakresy temperaturowe dolnego i górnego źródła ciepła:

- dolne źródło ciepła: -7 st.C do 25 st.C
- górne źródło ciepła: 25 st.C do 60 st.C

Parametrami określającymi ilościowo dolne źródło ciepła są: zawartość ciepła, temperatura źródła i jej zmiany w czasie; natomiast od strony technicznej istotne są: możliwość ujęcia i pewność eksploatacji. Górne źródło ciepła stanowi instalacja grzewcza, jest ono więc tożsame z potrzebami cieplnymi odbiorcy. Parametry techniczne pomp ciepła ograniczają ich przydatność do następujących celów:

- ogrzewania podłogowego: 25-29°C
- ogrzewania sufitowego: do 45°C
- ogrzewania grzejnikowego o obniżonych parametrach: np. 55/40°C
- podgrzewania ciepłej wody użytkowej: 55-60°C
- niskotemperaturowych procesów technologicznych: 25-60°C.

Nie jest to wcale mały obszar zastosowania. Wskutek budowy dobrze izolowanych termicznie budynków temperatura obliczeniowa powierzchni grzejnych jest coraz niższa i zbliża się do wartości 60°C.

Ze względów ekonomicznych oraz strat wynikających z przesyłu ciepła, pompy ciepła winno się montować w pobliżu źródeł ciepła, zarówno dolnego jak i górnego.

Przystępując do oceny efektywności ekonomicznej zastosowania sprężarkowych pomp ciepła warto pamiętać, że energia elektryczna stosowana do napędu sprężarki jest zdecydowanie najdroższa, zatem o opłacalności decydować będzie przede wszystkim średnia efektywność energetyczna w rocznym okresie eksploatacji urządzenia. Nie bez znaczenia są również stosunkowo duże koszty inwestycyjne. Analizując wpływ poszczególnych czynników na efektywność ekonomiczną stosowania sprężarkowych pomp ciepła, można je scharakteryzować następująco:

- Efektywność energetyczna pomp ciepła – jak wcześniej wspomniano efektywność energetyczna zależy przede wszystkim od różnicy temperatur pomiędzy dolnym i górnym źródłem ciepła i jest tym wyższa, im o mniejszą wartość musimy „podnieść temperaturę”. Przesądza to o tym, że dla celów centralnego ogrzewania pompy ciepła są urządzeniami niekoherentnymi. Im niższe temperatury zewnętrzne, tym wyższa wymagana temperatura w instalacji odbiorczej i z reguły niższa temperatura w dolnym źródle ciepła - pociąga to za sobą spadek efektywności pompy właśnie wtedy, gdy zużycie ciepła znacznie wzrasta. Zwrócić należy również uwagę, że stosowanie pośrednich wymienników zarówno na górnym jak i na dolnym źródle znacznie pogarsza efektywność energetyczną pomp ciepła.
- Wielkość nakładów inwestycyjnych – nakłady inwestycyjne są bardzo zróżnicowane. Zależą przede wszystkim od rodzaju dolnego źródła ciepła i sposobu jego ujęcia. Dla instalacji o mniejszych mocach koszt wykonania ujęcia dolnego źródła nierzadko przewyższa koszt zakupu samej pompy ciepła i staje się wtedy główną pozycją w koszcie całej inwestycji. Analizując koszty inwestycyjne należy również zwrócić uwagę na uwzględnienie różnicy kosztów pomiędzy wykonaniem instalacji odbiorczej dostosowanej do tradycyjnych źródeł ciepła, a wykonaniem instalacji niskoparametrowej współpracującej z pompami ciepła, która wymaga większych nakładów.
- Koszty eksploatacji sprężarkowych pomp ciepła – sprężarki są najczęściej zasilane silnikami elektrycznymi, a sprężarka i silnik elektryczny stanowią hermetycznie zamkniętą całość. Zwarta budowa pompy ciepła oraz wyposażenie jej w sterownik programowalny powoduje, że nie wymaga

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

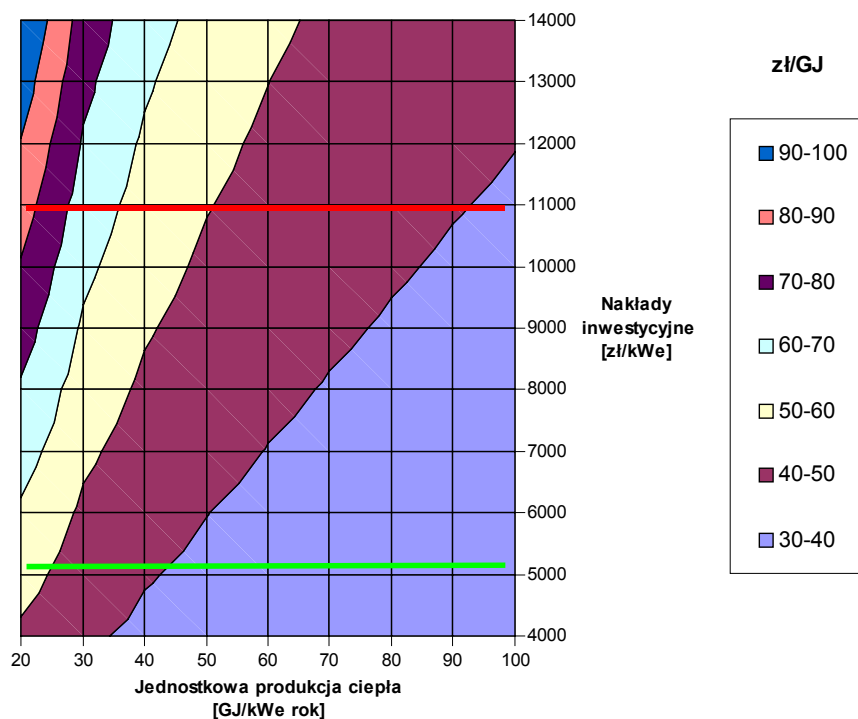
ona żadnej obsługi oraz przeglądów i serwisu. Koszt eksploatacji ograniczony jest do kosztu zakupu energii elektrycznej. Dla odbiorców indywidualnych cena zakupu energii elektrycznej przy liczniku jednotaryfowym (taryfa G11) wynosi ok. 0,35-0,36 zł/kWh brutto.

- Efektywność ekonomiczna – na efektywność ekonomiczną stosowania pomp ciepła wpływ mają głównie dwa czynniki: z jednej strony efektywność energetyczna i cena zakupu energii napędowej, z drugiej strony koszty inwestycyjne. Efektywność ekonomiczna waha się w dużych granicach; przykładowo dla temperatury górnego źródła ciepła 55°C i temperatury w parowniku -7°C (wymienniki gruntowe) efektywność energetyczna wynosi 2,4; odpowiednio dla temperatur 30°C (ogrzewanie podłogowe) i 5°C (woda gruntowa) efektywność wyniesie aż 5,4.

Na poniższym wykresie pokazano zależność kosztów jednostkowych wyprodukowanego ciepła użytecznego przy pomocy pompy ciepła z parownikiem gruntowym pionowym (dla COP=3 i ceny energii elektrycznej 30 gr/kWh) w zależności od jednostkowych nakładów inwestycyjnych i średniej rocznej efektywności wykorzystania mocy zainstalowanej.

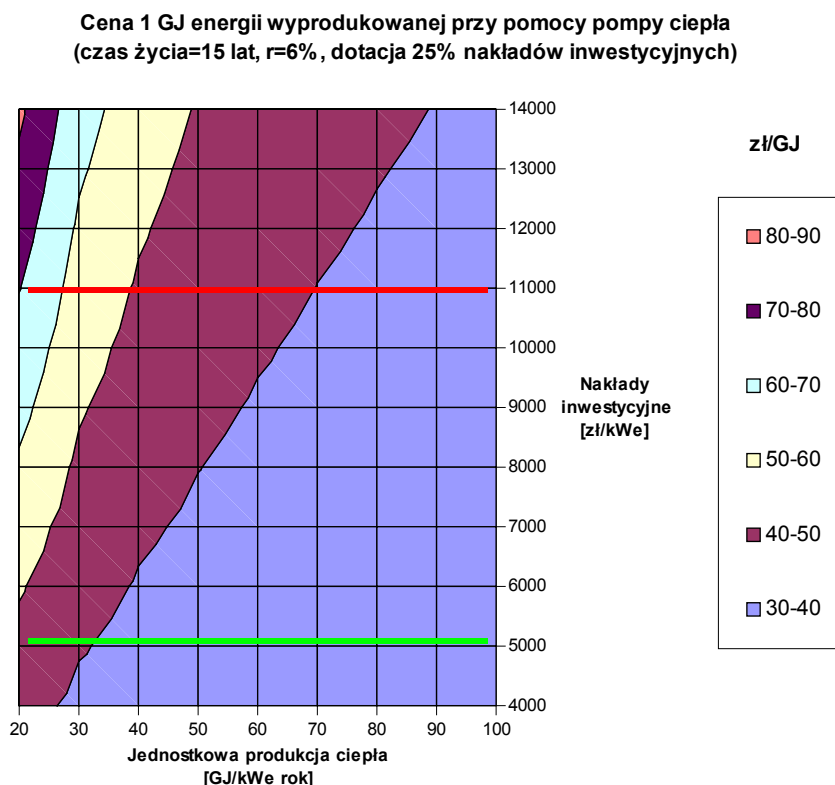
Rysunek 6-13 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej przez pompę ciepła

**Cena 1 GJ energii wyprodukowanej przy pomocy pompy ciepła
(czas życia=15 lat, r=6%)**



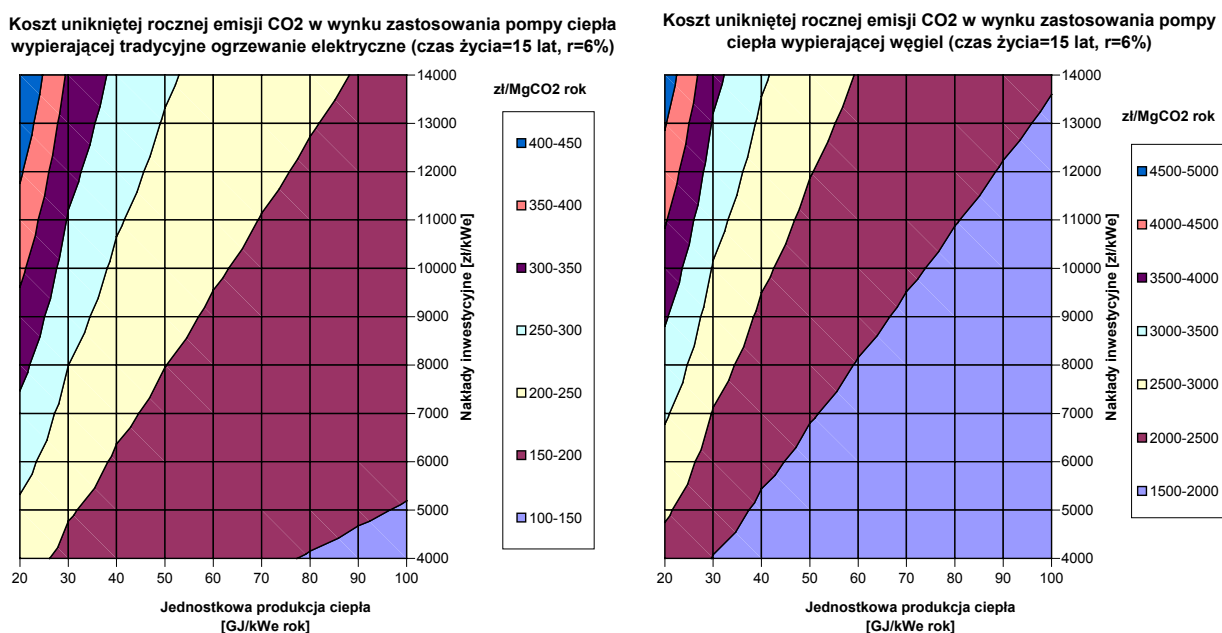
Linie zielona i czerwona ograniczają obszar spotykanych jednostkowych nakładów inwestycyjnych przy czym niższe wskaźniki są osiągalne dla instalacji o większych mocach (dolna granica osiągnięta jest przy mocach elektrycznych powyżej 30kW) natomiast wyższe nakłady jednostkowe są ponoszone w przypadku pomp ciepła dla domków jednorodzinnych i w małych instalacjach cwu. Koszt produkowanej energii uzależniony jest w znacznym stopniu od stopnia wykorzystania zainstalowanej mocy. Dolna granica ok. 25 GJ/kWe rok odpowiada przypadkowi wykorzystania pompy ciepła jako jedynego źródła ciepła tylko do ogrzewania pomieszczeń, górna granica ok. 95 GJ/kWe odpowiada wykorzystaniu pełnej mocy pompy przez cały rok. Przy wykorzystaniu możliwego wsparcia finansowego np. w postaci 25% dotacji cena produkowanej energii cieplnej jest bardzo atrakcyjna może sięgać 30 zł/GJ. Szczegóły zaprezentowano na wykresie poniżej (oznaczenia analogiczne jak na poprzednim rysunku).

Rysunek 6-14 Cena 1 GJ energii wyprodukowanej w pompie ciepła przy uzyskaniu 25 %dotacji całkowitych kosztów instalacji



Zastosowanie pomp ciepła, podobnie jak kolektorów słonecznych, w miejsce konwencjonalnych źródeł energii prowadzi do uzyskania wymiernych efektów ekologicznych w postaci np. likwidacji emisji CO₂, jednostkowy koszt redukcji emisji CO₂ jest zarazem jednym z kryteriów oceny zasadności udzielenia wsparcia dla projektu. Jednostkowy koszt redukcji emisji CO₂ jest zależny od wypieranego nośnika energii. Poniżej zamieszczono dwa wykresy kosztów unikniętej emisji CO₂ dla przypadku zastępowania energii elektrycznej i energii pochodzącej z lokalnej kotłowni węglowej.

Rysunek 6-15 Koszty unikniętej rocznej emisji CO₂ w wyniku zastosowania pompy ciepła



Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

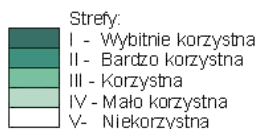
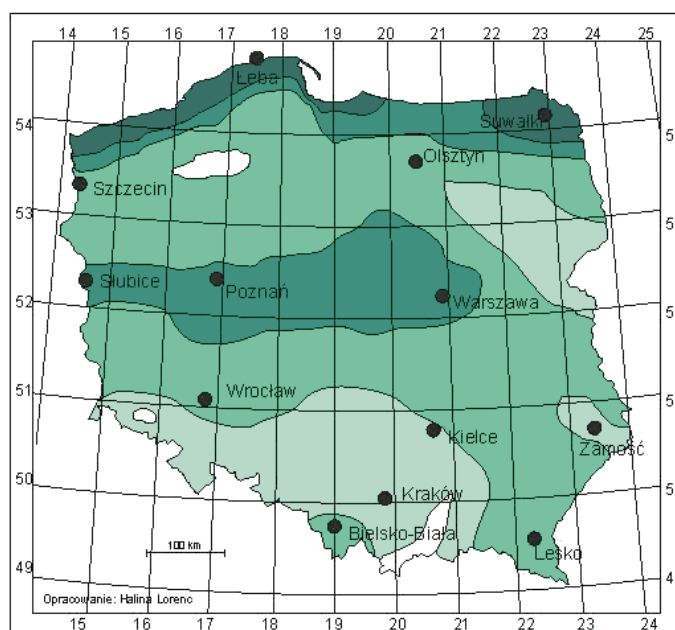
Z powyższych wykresów wynika, że osiągnięcie kosztu uniknięcia emisji niższego niż 800 zł/Mg_{CO2} w przypadku zastępowania energii elektrycznej jest prawie pewne natomiast w przypadku zastępowania ciepła z kotłowni węglowej jest niemożliwe do osiągnięcia.

Przykładowa analiza efektywności ekonomiczno - energetycznej - ekologicznej inwestycji polegających na zastosowaniu pompy ciepła w budynku użyteczności publicznej jakim jest Miejska Biblioteka Publiczna w Lędzinach (zastąpienie istniejącego ogrzewania węglowego) zamieszczono w załączniku 2.

6.5 Energia wiatru

Na rysunku 6-16 pokazano podział kraju na strefy o określonych warunkach anemologicznych. Wg przedstawionych danych Gmina Lędziny znajduje się w strefie mało korzystnej dla lokalizacji siłowni wiatrowych (rysunek 6-16). Różę wiatrów dla pobliskiego Bierunia oraz Katowic przedstawia rysunek 6-17. Częstość występowania poszczególnych kierunków i średnich prędkości wiatru przedstawiono również w ujęciu tabelarycznym (tabela 6-9)

Rysunek 6-16 Strefy wiatrowe w Polsce



Ośrodek
Meteorologii



Aktualizacja mapy na podstawie okresu obserwacyjnego 1971-2000

Rysunek 6-17 Róża wiatrów dla stacji meteorologicznej w Bieruniu Starym i w Katowicach – pomiar na wysokości 16 metrów na podstawie badań w latach 1971 - 1980

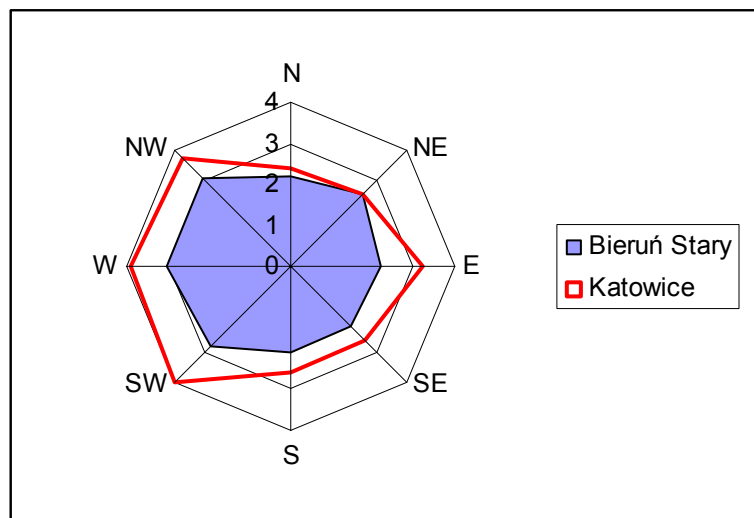


Tabela 6.9 Częstość występowania poszczególnych kierunków i średnich prędkości wiatru

Stacja		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisze	Rok
Bieruń Stary – lata 1971 - 1980	%	2,2	9,4	6,5	3,9	2,7	25,9	9,6	15,3	14,5	100,0
	V	2,2	2,5	2,2	2,1	2,1	2,8	3,0	3,0	-	2,3
Bieruń Stary – lata 1989 - 1991	%	5,8	6,5	8,3	2,6	5,0	22,7	20,6	8,5	20,0	100,0
	V	2,5	2,6	2,6	2,4	3,1	3,3	3,3	3,1	-	2,4
Katowice – lata 1971 - 1980	%	6,5	7,2	12,0	9,1	7,0	19,9	20,3	11,0	7,0	100,0
	V	2,4	2,5	3,2	2,6	2,6	4,0	3,9	3,7	-	3,1

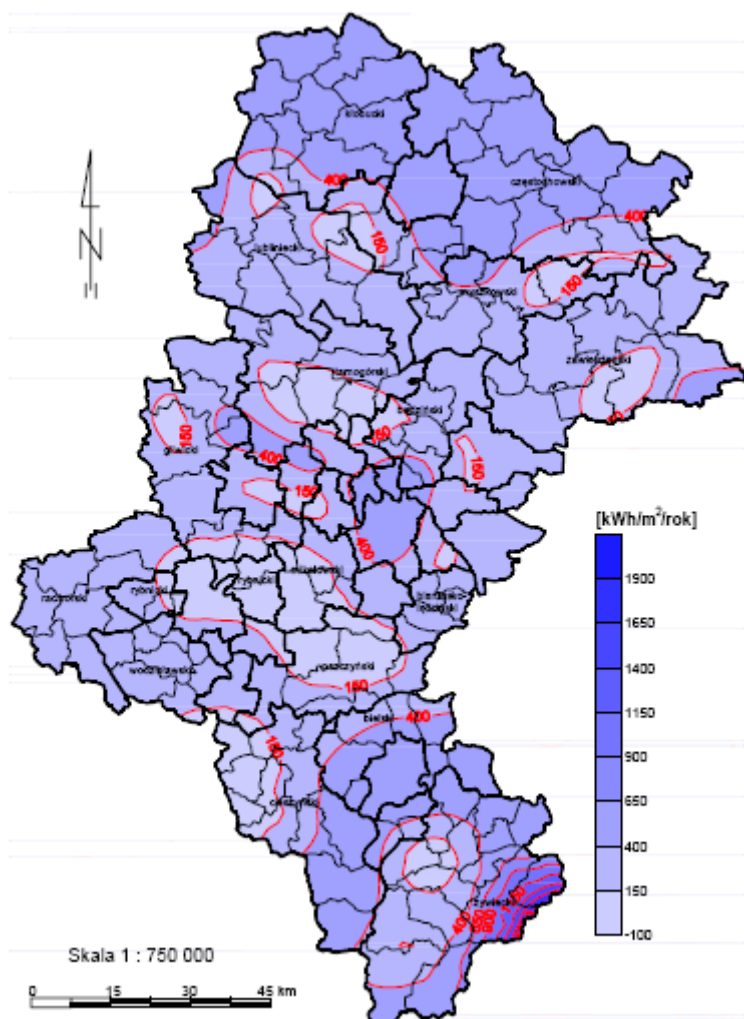
gdzie:

V – średnia prędkość wiatru w m/s

Należy podkreślić, że użyteczną dla potrzeb energetycznych jest prędkość wiatru, co najmniej 4 m/s, a zatem obszar Łęczyn nie kwalifikuje się do budowy elektrowni wiatrowych.

Brak potencjału energii wiatrowej na terenie powiatu bieruńsko – łęczyńskiego znalazł również swoje odzwierciedlenie w „Programie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego” opracowanym w 2005 roku przez Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia PAN na zlecenie Województwa Śląskiego. Teoretyczny potencjał energii wiatru w województwie śląskim na wysokości 18 metrów nad poziomem terenu (n.m.t.) przedstawia rysunek 6-18.

Rysunek 6-18 Energia wiatru - potencjał teoretyczny na wysokości 18m n.p.t.



źródło: atlas zasobów energii odnawialnej w województwie śląskim

6.6 Energia spadków wód

Na terenie Gminy Łęczyny najważniejszymi ciekami są: Potok Ławecki (Przyrwa) i Potok Goławiecki. Powierzchnia zlewni potoku Ławeckiego wynosi 37,1 km², a jego długość 12,8 km. Potok Ławecki odprowadza wody dołowe i ściekowe z KWK „Ziemowit”, KWK „Wesoła” oraz oczyszczalnia ścieków.

Potok Goławiecki stanowiący lewobrzeżny dopływ Wisły ma długość 9,5 km i całkowitą powierzchnię zlewni wynoszącą 37,7 km². Potok Goławiecki jest ciekim sztucznym gdyż swój początek bierze z wód dołowych KWK „Ziemowit”.

Na terenie Gminy Łęczyny istniejące cieki wodne są ciekami sztucznymi nie przewiduje możliwości pozyskania energii odnawialnej z tego źródła.

W „Programie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego” obszar powiatu bieruńsko – łęczyńskiego zakwalifikowano do obszaru przemysłowego wyłączanego z analiz.

6.7 Energia wód kopalnianych

Energia zawarta w wodach kopalnianych pochodzi z ciepła generowanego w skorupie ziemskiej, zakumulowanego w górotworze oraz płynach wypełniających jego pory i szczeliny.

Wody kopalniane stanowią naturalny i łatwy do wykorzystania nośnik umożliwiający transport energii geotermicznej na powierzchnię ziemi. Ze względu na to, że w podziemnej części kopalń nie ma zapotrzebowania na ciepło jego zagospodarowanie możliwe jest dopiero na powierzchni.

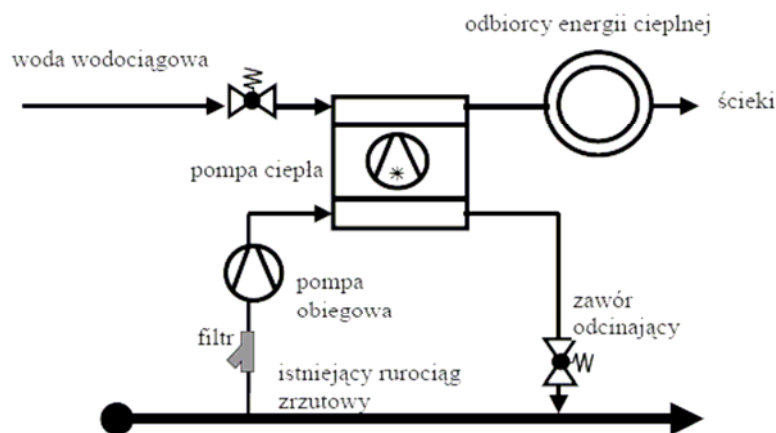
W praktyce na powierzchni, w miejscach gdzie można wody kopalniane ująć i wykorzystać w celach energetycznych, ich temperatura rzadko przekracza 22°C. Dzieje się tak mimo wysokiej temperatury pierwotnej skał, z których pochodzą wody na skutek parowania i wymiany ciepła z powietrzem.

Z punktu widzenia zagospodarowania energii cieplnej zawartej w wodach kopalnianych obowiązuje zasada, że korzystne jest otrzymanie na powierzchni ziemi wody o jak najwyższej temperaturze. Woda charakteryzująca się wyższą temperaturę niesie większy ładunek energii w jednostce objętości (ma wyższą entalpię właściwą) i konsumpcja energii elektrycznej na napęd pomp przetłaczających w stosunku do otrzymanej ilości energii cieplnej jest niższa. Poza tym podwyższona temperatura przetłaczanej wody ma pozytywny wpływ na ograniczenie konsumpcji energii elektrycznej zużywanej przez pompy obiegowe.

Pod względem składu chemicznego wody pochodzące z odwadniania kopalń zazwyczaj odbiegają od wymogów, jakie winna spełniać woda w instalacjach ciepłowniczych. Problemy, na jakie można natrafić w przypadku ich eksploatacji wynikać mogą z: ich korozyjnego działania lub wytrącania osadów. Problem wytrącania osadów jest ważny, ponieważ powoduje pogorszenie z czasem warunków wymiany ciepła i wzrost oporów przepływu. Występowanie tego zjawiska nasila ochładzanie wody przyczynia się do wzmożonego wytrącania osadów.

Można rozważyć wykorzystanie ciepła wody odprowadzanej z KWK "Ziemowit" poprzez wykorzystanie pompy ciepła. Dzięki zastosowaniu pompy ciepła (lub ich systemu) możliwe jest podniesienie temperatury wody technologicznej do wymaganego poziomu (wykorzystując wodę kopalnianą jako źródło ciepła, tzw. dolne źródło ciepła – rysunek 1-5) Przyjmując, że woda kopalniana ta ma temperaturę 18°C a strumień przepływu wynosi około 10 000 m³ na dobę obniżenie temperatury wody do 10°C za pomocą pompy ciepła pozwoliłoby na pozyskanie mocy grzewczej rzędu 3,7 MW. Zapotrzebowanie na moc napędową pompy wyniosłoby około 1,3 MW. Rozważa się dwie możliwości dostarczania mocy napędowej do pompy ciepła: napęd elektryczny oraz napęd za pomocą agregatu z silnikiem gazowym i wykorzystanie ciepła spalin do podwyższenia temperatury wody grzewczej za pomocą pompy.

Rysunek 6-19 Schemat jednostopniowego wykorzystania wód kopalnianych przez pompę ciepła

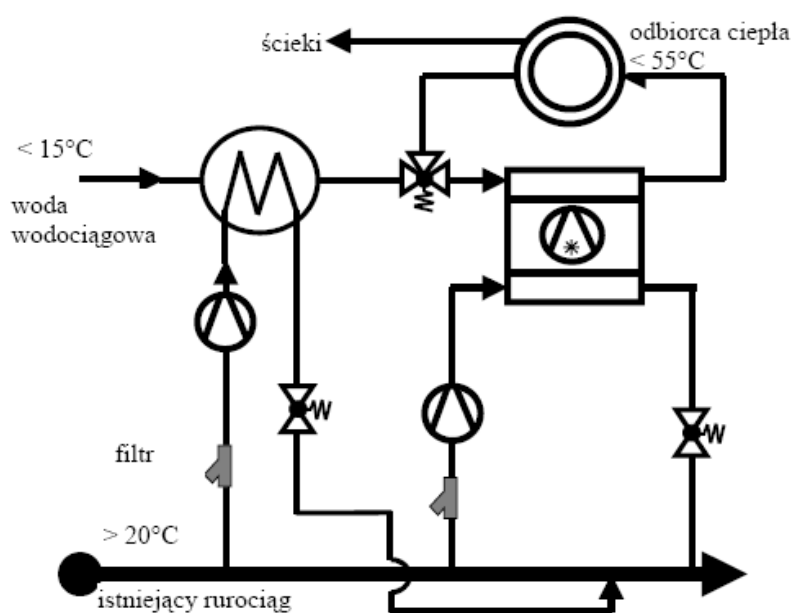


źródło: Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych

Szacunkowa wysokość nakładów inwestycyjnych na pompę ciepła oszacowano w oparciu o dostępny wskaźnik wynoszący 900 000 PLN/MW_{th} dla większych jednostek.

Alternatywą dla takiego rozwiązania jest schemat kaskadowego (kilkustopniowego) wykorzystania energii. Efektywny może się on okazać w przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej np. dla łaźni. Przykładowo w układzie dwustopniowym odzyskuje się energię wód wykorzystując wymiennik na pierwszym stopniu dogrzewu, redukując w ten sposób moc pompy ciepła stosowanej na drugim stopniu kaskady (rysunek 1-6). Zaletą takiego rozwiązania jest niższy koszt zakupu urządzeń i ich eksploatacji.

Rysunek 6-20 Schemat dwustopniowego wykorzystania wód kopalnianych na potrzeby przygotowania c.w.u. w łaźniach



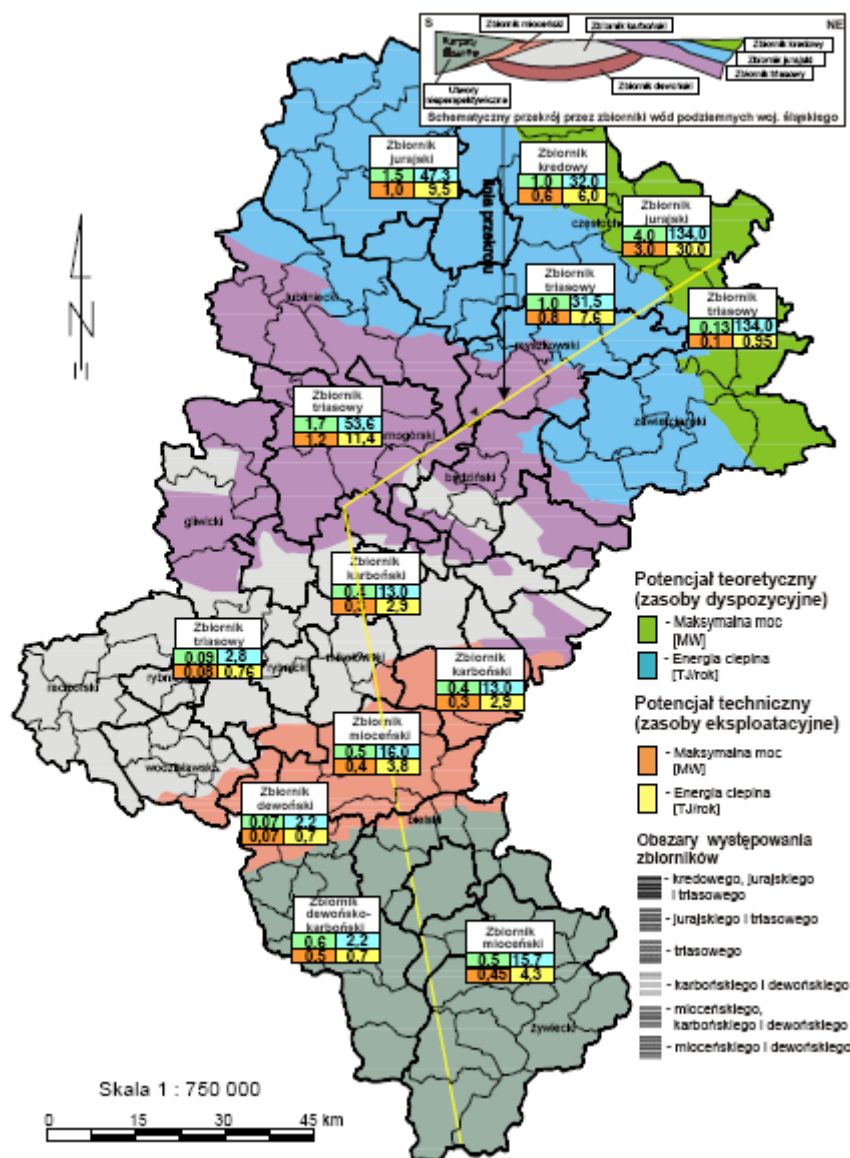
źródło: Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych

Opcje wykorzystania wód kopalnianych w oparciu o pompy ciepła niezależnie od ich opłacalności wymagają rozwiązania szeregu problemów technicznych. Podstawowy problem dotyczy dostępności wody odprowadzanej z kopalni, jakości tej wody dla wymienników ciepła oraz stabilności przepływu. Na te i inne pytania należałoby odpowiedzieć w odrębnym studium, które wymagałoby przeprowadzenia bardziej szczegółowej analizy w zakresie dopływu wód dołowych.

6.8 Energia geotermalna

W Polsce wody geotermalne mają na ogół temperatury nieprzekraczające 100 °C. Wynika to z tzw. stopnia geotermicznego, który w Polsce waha się od 10 do 110 m, a na przeważającym obszarze kraju mieści się w granicach od 35 – 70 m. Wartość ta oznacza, że temperatura wzrasta o 1 °C na każde 35 – 70 m. Mapę zasobów geotermalnych w województwie śląskim na podstawie *Programu wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego* przedstawia rysunek 1-4.

Rysunek 6-21 Zasoby energii geotermalnej w województwie śląskim



źródło: atlas zasobów energii odnawialnej w województwie śląskim

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Łęczyny

Potencjał wykorzystania energii geotermalnej na terenie powiatu bieruńsko – łęczyńskiego został określony w *Programie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego*.

Na obszarze Gminy Łęczyny można wykorzystać energetyczny potencjał zbiornika karbońskiego (karbon górny). Zbiornik wód termalnych występuje na głębokościach od 700 do 1400 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 20 do 50°C (średnio 30°C) przy wysokiej mineralizacji, powyżej 100 g/l. Wydajności wynoszą od 2 – 25 m³/h, przy znacznych kilkusetmetrowych depresjach.

Na podstawie ww. danych na terenie Gminy Łęczyny możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,3 MW i energii cieplnej około 2,9 TJ/rok.

W przypadku występowania temperatur wód termalnych o określonym wyżej przedziale należałoby przewidzieć zastosowanie kotłów np. gazowych lub olejowych, w których następowaloby dogrzanie temperatury wody do parametrów wymaganych w systemie ciepłowniczym. W celu precyzyjnego określenia temperatur wód termalnych należałoby wykonać próbne odwierty badawcze. Wykonanie tego rodzaju odwiertu jest bardzo kapitałochłonne.

Koszt inwestycji polegającej na wykonaniu odwiertów eksploatacyjnych wraz z urządzeniami do ich obsługi jest wysoki. Koszt wykonania jednego zespołu otworów sięga nawet 2,5 mln USD, czyli ok. 10 mln PLN, nie licząc kosztów urządzeń na powierzchni (np. wymienników).

Jedną z poważnych barier wpływających negatywnie na opłacalność inwestycji jest fakt, że zakłady geotermalne eksploatujące ciepło z wód zaliczanych do kopalin zobowiązane są do uiszczania opłat eksploatacyjnych w wysokości 5 - 10% wartości sprzedawanej energii. Rozporządzenie Rady Ministrów (Dz.U. 1994 Nr 89, poz. 417) określa które z wód, posiadających temperaturę powyżej 20°C, uważane są za kopaliny i w związku z tym podlegają przepisom Prawa Geologicznego i Górniczego (niezbędne jest uzyskanie koncesję na wydobycie), pozostałe zaliczane są do wód podziemnych i podlegają przepisom Prawa Wodnego. Zaliczenie zbiorników geotermalnych do kopalin jest dość przypadkowe.

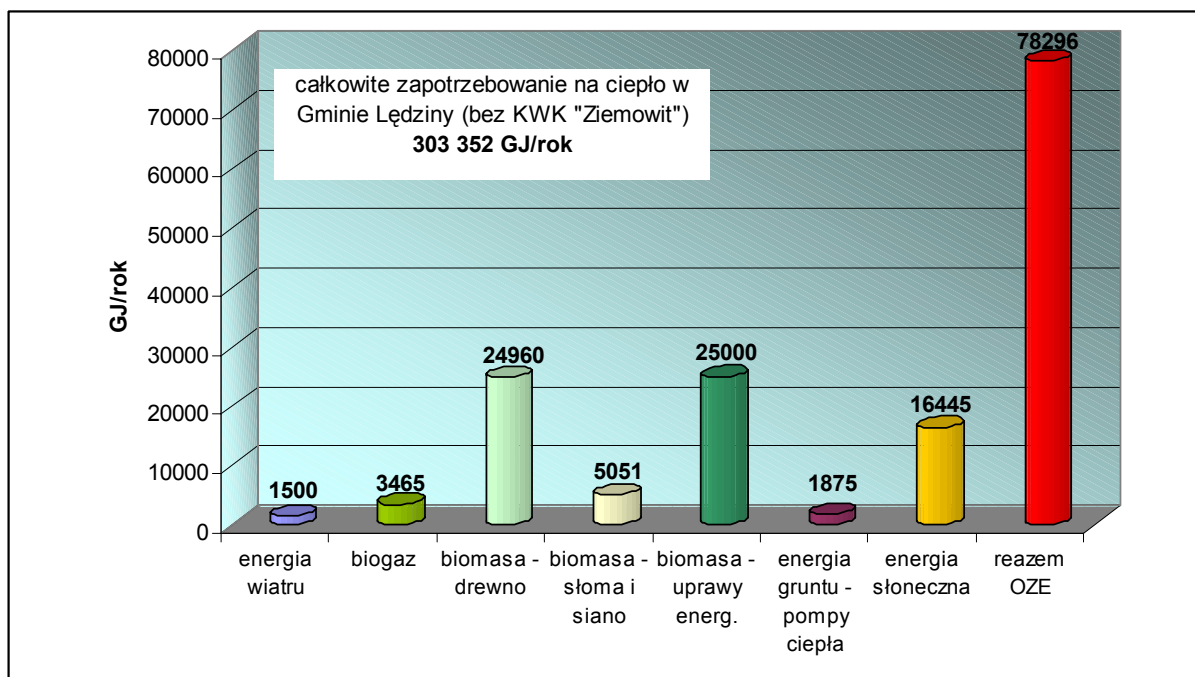
Biorąc pod uwagę fakt iż inwestycje tego typu charakteryzują się bardzo długim okresem zwrotu nakładów wysokie opłaty eksploatacyjne są bardzo niekorzystne dla ekonomiki zakładu geotermalnego. Według Prawa Wodnego wody geotermalne traktowane są jako ścieki i dodatkowo należy uiszczać opłaty za ich ponowne zatłaczanie do złoża. Energia geotermalną zaliczamy do energii odnawialnej dlatego też zwolnienie z uiszczania powyższych opłat powinno być zagwarantowane prawnie, jednak do tej pory sprawa ta nie została rozwiązana.

Z uwagi na bardzo wysokie koszty związane z wykorzystaniem energii geotermalnej nie proponuje się wykorzystania energii geotermalnej, chyba że pojawią się korzystne regulacje prawne oraz nowe możliwości pozyskania funduszy zewnętrznych (w miarę możliwości bezzwrotnych) umożliwiające podjęcie odpowiedzialnej decyzji co do przystąpienia do inwestycji.

7. Podsumowanie możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii

Biorąc pod uwagę analizy poszczególnych odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł energii na poniższym wykresie przedstawiono szacunkową ilość energii możliwą do pozyskania w wyniku zastosowania tych źródeł na tle aktualnego poziomu zapotrzebowania mocy cieplnej w 2005r. W niniejszej analizie uwzględniono te źródła OZE, których zastosowanie w realiach Gminy Lędziny jest najbardziej racjonalne.

Rysunek 7-1 Szacunkowa ilość energii możliwa do pozyskania z odnawialnych źródeł energii



Na podstawie powyższego rysunku można wnioskować, że Gmina Lędziny pod względem energetycznym na cele grzewcze może stać się praktycznie samowystarczalna. Optymalny dobór paliw odnawialnym nie jest jednak rzeczą prostą i powinien uwzględniać nie tylko aspekty techniczne, ale i ekonomiczne.

Analiza ekonomiczno-techniczna możliwości zastosowania kolektorów słonecznych w budynkach jednorodzinnych zlokalizowanych na terenie gminy Lędziny pokazała, że najbardziej opłacalne pod względem ekonomicznym jest instalowanie kolektorów słonecznych w budynkach, w których ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy pomocy energii elektrycznej oraz oleju opałowego. Zastępowanie energią z kolektorów słonecznych energią cieplną przygotowaną z węgla jest w każdym z analizowanych przypadków nieopłacalne ekonomicznie. Dodatkowo analiza przeprowadzona została przy założeniu różnej ilości użytkowników w budynku (od 1 do 8). Uzyskane wyniki nie pozostawiają wątpliwości, że najbardziej opłacalnym jest zastosowanie kolektorów w budynkach z większą ilością użytkowników.

Analiza możliwych do uzyskania efektów ekologicznych pokazała, że największy potencjał tkwi w redukcji emisji poprzez zmniejszenie zużycia energii elektrycznej oraz węgla.

Zestawienie wyników analizy zawiera poniższa tabela.

Tabela 7.1 Wyniki analizy zastosowania kolektorów słonecznym w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych na terenie gminy Łędziny

ilość użytkowników	SPBT				NPV				Redukcja emisji CO ₂			
	lata				zł				tCO ₂ /rok			
	gaz	olej	en.el.	węgiel	gaz	olej	en.el.	węgiel	gaz	olej	en.el.	węgiel
1	14,2	10,4	5,6	24,4	-256	169	1581	-752	0,11	0,17	0,64	0,3
2	10,8	7,9	4,2	18,5	193	1095	4087	-857	0,23	0,35	1,36	0,64
3	9	6,6	3,5	15,5	828	2146	6522	-708	0,33	0,52	1,98	0,94
4	8,8	6,4	3,4	15,1	1213	2967	8788	-830	0,44	0,69	2,64	1,25
6	7,8	5,8	3,1	13,5	2104	4404	12035	-575	0,58	0,91	3,46	1,65
8	8,2	6	3,2	14	2854	6283	17665	-1142	0,86	1,35	5,16	2,45

Szczegółową analizę możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii przeprowadzono także dla budynków użyteczności publicznej w Łędzinach. Korzystając z bazy danych stworzonej na potrzeby programu zarządzania energią i środowiskiem w budynkach użyteczności publicznej w gminie Łędziny, możliwe było dokładne oszacowanie potrzeb cieplnych w budynkach oraz wskazanie optymalnych technologii OZE możliwych do zastosowania w budynku, które dodatkowo miały szansę na uzyskanie efektu ekonomicznego.

Zestawienie wyników przeprowadzonej analizy pokazuje tabela 7.2

Tabela 7.2 Zestawienie wyników analizy OZE w budynkach użyteczności publicznej gminy Łędziny

ID budynku	rodzaj analizowanej technologii OZE w budynku	ilość dostarczonej energii z OZE	udział energii OZE w zap. na ciepło	nakłady inwestycyjne	SPBT	SPBT 70% dotacji	redukcja emisji CO ₂
		GJ/rok	%	zł	lata	lata	tCO ₂ /rok
B1_G1	kolektory słoneczne do c.w.u.	44,57	36	56 266	46,50	13,95	3,47
B1_G2_1	kolektory słoneczne do c.w.u.	11,26	35	16 072	39,00	11,70	0,51
B1_G2_2	kolektory słoneczne do c.w.u.	11,12	36	16 072	39,50	11,85	0,50
B1_IP	kolektory słoneczne do c.w.u.	16,30	43	16 072	26,80	8,04	0,74
B1_KM	kolektory słoneczne do c.w.u.	23,93	38	21 431	24,30	7,29	1,09
B1_MBP	pompa ciepła do c.o.	135,90	100	36 951	----	----	-1,39
B1_OSP	kolektory słoneczne do c.w.u.	13,30	41	13 392	27,40	8,22	0,61
B1_P2	kolektory słoneczne do c.w.u.	25,62	35	29 470	31,40	9,42	1,16
B1_PR1	kolektory słoneczne do c.w.u.	10,30	37	10 713	28,30	8,49	0,47
B1_PR2	kolektory słoneczne do c.w.u.	9,78	44	10 713	10,40	3,12	2,70
B1_PS	kolektory słoneczne do c.w.u.	20,15	40	18 752	38,90	11,67	1,58
B1_SP1_P1	kolektory słoneczne do c.w.u.	38,17	35	48 227	34,00	10,20	1,75
B1_SP3	kolektory słoneczne do c.w.u.	20,17	37	26 790	36,60	10,98	0,91
B1_SP4	kolektory słoneczne do c.w.u.	49,37	35	61 625	34,10	10,23	2,22
B1_UM	kolektory słoneczne do c.w.u.	20,08	40	18 752	8,90	2,67	5,54
SUMA		450,02		401 298			21,86

Na podstawie przeprowadzonej analizy można powiedzieć, że jedynymi opłacalnymi przedsięwzięciami OZE w budynkach użyteczności publicznej w Łędzinach jest montaż kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania c.w.u. w budynku Przychodni Rejonowej nr 2 oraz budynku Urzędu Miasta. Analizowane przedsięwzięcia OZE w pozostałych budynkach użyteczności publicznej nie mają szans zostać efektywnymi ekonomicznie bez znacznego wsparcia finansowego ze źródeł

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

zewnętrznych.

Zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym gminy Lędziny powinno rozpocząć się już w ramach wdrażanego w gminie programu likwidacji niskiej emisji. W ramach wspomnianego programu przewiduje się pomoc przy montażu instalacji kolektorów słonecznych oraz układów pomp ciepła w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych. Decyzja o kolejności przyznawania dofinansowania instalacji OZE oraz decyzji czy w ogóle takowego wsparcia mieszkańcowi udzielać, powinna opierać się na kryteriach uzyskania jak największego efektu ekonomicznego i ekologicznego co zostało pokazane w niniejszym opracowaniu.

Ponieważ liczba instalacji OZE, które mogą zostać zrealizowane w ramach programu likwidacji niskiej emisji jest ograniczona, proponuje się wystąpienie z wnioskiem o udzielenie dofinansowania na realizację programu OZE w gminie Lędziny do Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach oraz organów Urzędu Marszałkowskiego województwa śląskiego, który jest instytucją wdrażającą Regionalny Program Operacyjny (RPO) na lata 2007-2013.

Wg wstępnego projektu wdrażania RPO, w ramach działania 5.3 „Czyste powietrze i odnawialne źródła energii” możliwe będzie ubieganie się o dofinansowanie takich inwestycji jak:

- ♦ przekształcenie istniejących systemów ogrzewania obiektów użyteczności publicznej w systemy bardziej przyjazne dla środowiska, w szczególności ograniczenie „niskiej emisji”,
- ♦ budowa infrastruktury służącej do produkcji i przesyłu energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych – energia słoneczna,
- ♦ budowa infrastruktury służącej do produkcji i przesyłu energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych – energia z biomasy.

Rozpoczęcie wdrażania działania planowane jest na styczeń 2008 roku i przeznaczone jest na ten cel ponad 44 mln euro. Maksymalna kwota dofinansowania może sięgać nawet do 85% kosztów kwalifikowanych inwestycji.

Oprócz działań związanych z pozyskaniem funduszy ze źródeł zewnętrznych na realizację programu, gmina powinna utworzyć serwis informacyjny poświęcony problematyce OZE. Proponuje się wykorzystać powstający serwis w ramach programu 3-NITY z odniesieniami do już istniejących serwisów poświęconych tematyce OZE. Podstawowymi zadaniami serwisu powinno być:

- podnoszenie stanu świadomości społeczeństwa (szczególnie potencjalnych inwestorów) o możliwościach i korzyściach ze stosowania OZE,
- bieżące informowanie o technologiach dostępnych na rynku oraz efektach ich stosowania,
- bieżące informowanie o działaniach promocyjnych związanych z wykorzystaniem OZE realizowanych w gminie,
- upowszechnienie informacji o możliwych formach wsparcia dla potencjalnych inwestorów,
- upowszechnianie informacji o przedsięwzięciach z zakresu OZE realizowanych przez gminę,
- udostępnianie informacji o zidentyfikowanych zasobach OZE na terenie gminy.

Rozszerzeniem serwisu informacyjnego powinny być działania edukacyjne skierowane na młodzież uczącą się, szczególnie w obiektach szkolnych, w których realizowane będą przedsięwzięcia OZE.

Ponadto gmina powinna zrealizować pilotowe przedsięwzięcia wykorzystania OZE w budynkach użyteczności publicznej będących własnością miasta

Pilotowe przedsięwzięcia powinny obejmować:

- zastosowanie kolektorów słonecznych do przygotowania cwu w budynku Przychodni Rejonowej nr 2 oraz budynku Urzędu Miasta,
- wprowadzanie systemów odzysku ciepła,

Pilotowy program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Gminie Lędziny

- wprowadzenie zmian architektonicznych mających na celu zwiększenie pasywnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego,
- demonstracyjne zastosowanie ogniw fotowoltaicznych.

Poszczególne przedsięwzięcia mogą być realizowane indywidualnie (projekt za projektem) w oparciu o audyty energetyczne dla wybranych przedsięwzięć z zakresu OZE. Zidentyfikowane projekty powinny być realizowane z maksymalnym wykorzystaniem środków zewnętrznych.

Kolejnym zadaniem, które powinno być zrealizowane przez gminę byłoby uruchomienie szczegółowego monitoringu zrealizowanych przedsięwzięć OZE.

Wszystkie obiekty, w których zrealizowano przedsięwzięcia OZE powinny podlegać szczegółowemu monitoringowi w zakresie rzeczywistych kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięć, kosztów eksploatacyjnych oraz uzyskiwanych efektów energetycznych i ekologicznych.

Wsparcie mieszkańcom i innym inwestorom może być udzielane pod warunkiem uzyskania zgody na udostępnienie informacji niezbędnych dla przeprowadzenia rzetelnego monitoringu uzyskanych efektów.

Wyniki monitoringu zrealizowanych przedsięwzięć powinny być dostępne na bieżąco w systemie informacyjnym programu oraz stanowić podstawę przy podejmowaniu decyzji o realizacji kolejnych przedsięwzięć oraz stanowić podstawę przy rozliczaniu się z założonych efektów w trakcie ubiegania się o dofinansowanie ze źródeł zewnętrznych.

ZAŁĄCZNIK 1

Analiza przedsięwzięć polegających na montażu kolektorów słonecznych w programie RETScreen®

- ♦ Przykłady analizy ekonomiczno-technicznej montażu kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania c.w.u. w budynku mieszkalnym jednorodzinny
- ♦ Analiza przedsięwzięcia polegającego na montażu układu kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania c.w.u. w budynku Przychodni Rejonowej nr 2
- ♦ Analiza przedsięwzięcia polegającego na montażu układu kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania c.w.u. w budynku Urzędu Miasta



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

RETScreen® International

Clean Energy Project Analysis Software

Solar Water Heating Project Model

Click Here to Start

- Description & Flow Chart
- Colour Coding
- Online Manual

Worksheets

- Energy Model
- Solar Resource & Heating Load
- Cost Analysis
- Greenhouse Gas Analysis
- Financial Summary

Features

- Product Data
- Weather Data
- Cost Data
- Currency Options
- Sensitivity Analysis



Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

- Training & Support
- Internet Forums
- Marketplace
- Case Studies
- e-Textbook

Partners



Site Conditions	Estimate	Notes/Range
Project name	Dom jednorodzinny	See Online Manual
Project location	Łędziny, Polska	
Nearest location for weather data	Katowice	→ Complete SR&HL sheet
Annual solar radiation (tilted surface)	MWh/m ² 1,13	
Annual average temperature	°C 7,7	-20.0 to 30.0
Annual average wind speed	m/s 4,6	
Desired load temperature	°C 55	
Hot water use	L/d 240	
Number of months analysed	month 12,00	
Energy demand for months analysed	MWh 4,65	

System Characteristics	Estimate	Notes/Range
Application type	Service hot water (with storage)	
Base Case Water Heating System		
Heating fuel type	-	Electricity
Heating system seasonal efficiency	%	98%
Solar Collector		
Collector type	-	Glazed
Solar water heating collector manufacturer	Hewalex	
Solar water heating collector model	KS 2000 S/P	
Area per collector	m ²	1,77
Fr (tau alpha) coefficient	-	0,79
Fr UL coefficient	(W/m ²)/°C	3,96
Suggested number of collectors	3	
Number of collectors	4	
Total collector area	m ²	7,1
Storage		
Ratio of storage capacity to coll. area	L/m ²	46,0
Storage capacity	L	325
Balance of System		
Heat exchanger/antifreeze protection	yes/no	Yes
Heat exchanger effectiveness	%	100%
Suggested pipe diameter	mm	10
Pipe diameter	mm	16
Pumping power per collector area	W/m ²	15
Piping and solar tank losses	%	2%
Losses due to snow and/or dirt	%	5%
Horz. dist. from mech. room to collector	m	10
# of floors from mech. room to collector	-	2

Annual Energy Production (12,00 months analysed)	Estimate	Notes/Range
Pumping energy (electricity)	MWh	0,16
Specific yield	kWh/m ²	380
System efficiency	%	34%
Solar fraction	%	58%
Renewable energy delivered	MWh	2,69
	GJ	9,67

[Complete Cost Analysis sheet](#)

RETScreen® Solar Resource and Heating Load Calculation - Solar Water Heating Project

Site Latitude and Collector Orientation		Estimate	Notes/Range
Nearest location for weather data		Katowice	See Weather Database
Latitude of project location	°N	51,1	-90.0 to 90.0
Slope of solar collector	°	45,0	0.0 to 90.0
Azimuth of solar collector	°	0,0	0.0 to 180.0

Monthly Inputs

(Note: 1. Cells in grey are not used for energy calculations; 2. Revisit this table to check that all required inputs are filled if you change system type or solar collector type or pool type or method for calculating cold water temperature).

Month	Fraction of month used (0 - 1)	Monthly average daily radiation on horizontal surface (kWh/m ² /d)	Monthly average temperature (°C)	Monthly average relative humidity (%)	Monthly average wind speed (m/s)	Monthly average daily radiation in plane of solar collector (kWh/m ² /d)
January	1,00	0,79	-2,8	89,0	5,4	1,63
February	1,00	1,45	-1,5	88,0	5,2	2,41
March	1,00	2,37	2,1	82,0	5,2	3,01
April	1,00	3,51	7,5	77,0	4,5	3,69
May	1,00	4,64	12,5	75,0	4,1	4,34
June	1,00	4,72	16,2	71,0	3,9	4,18
July	1,00	4,94	17,4	65,0	3,9	4,48
August	1,00	4,17	16,8	64,0	3,9	4,19
September	1,00	2,75	13,1	71,0	4,3	3,22
October	1,00	1,93	8,4	80,0	4,5	3,07
November	1,00	0,89	3,6	86,0	4,9	1,64
December	1,00	0,61	-0,5	89,0	5,4	1,28
			Annual	Season of Use		
Solar radiation (horizontal)		MWh/m ²	1,00	1,00		
Solar radiation (tilted surface)		MWh/m ²	1,13	1,13		
Average temperature		°C	7,7	7,7		
Average wind speed		m/s	4,6	4,6		

Water Heating Load Calculation		Estimate	Notes/Range
Application type	-	Service hot water	
System configuration	-	With storage	
Building or load type	-	House	
Number of units	Occupant	4	
Rate of occupancy	%	100%	50% to 100%
Estimated hot water use (at ~60 °C)	L/d	240	
Hot water use	L/d	240	
Desired water temperature	°C	55	
Days per week system is used	d	7	1 to 7
Cold water temperature	-	User-defined	
Minimum	°C	6,0	1.0 to 10.0
Maximum	°C	13,0	5.0 to 15.0
Months SWH system in use	month	12,00	
Energy demand for months analysed	MWh	4,65	
	GJ	16,73	

[Return to Energy Model sheet](#)

RETScreen® Cost Analysis - Solar Water Heating Project

Type of project: **Pre-feasibility**

Currency: **Poland**

Cost references: **None**

Initial Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
Feasibility Study							
Other - Feasibility study	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Development							
Other - Development	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Engineering							
Other - Engineering	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Energy Equipment							
Solar collector	m ²	7,1	PLN 739	PLN 5 217	-	-	-
Solar storage tank	L	325	PLN 9,50	PLN 3 087	-	-	-
Solar loop piping materials	m	39	PLN 4,76	PLN 184	-	-	-
Circulating pump(s)	W	106	PLN 21,50	PLN 2 278	-	-	-
Heat exchanger	kW	4,2	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Energy equipment	Cost	1	PLN 826	PLN 826	-	-	-
Sub-total :				PLN 11 592	94,7%	-	-
Balance of System							
Collector support structure	m ²	7,1	PLN -	PLN -	-	-	-
Plumbing and control	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Collector installation	m ²	7,1	PLN -	PLN -	-	-	-
Solar loop installation	m	39	PLN -	PLN -	-	-	-
Auxiliary equipment installation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Balance of system	Cost	4	PLN 162	PLN 649	-	-	-
Sub-total :				PLN 649	5,3%	-	-
Miscellaneous							
Training	p-h	4	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	0%	PLN 12 241	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Initial Costs - Total				PLN 12 241	100,0%	-	-

Annual Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
O&M							
Property taxes/Insurance	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
O&M labour	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - O&M	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	10%	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Electricity	kWh	164	PLN -	PLN -	0,0%	-	-
Annual Costs - Total				PLN -	0,0%	-	-

Periodic Costs (Credits)	Unit	Period	Unit Cost	Amount	Interval Range	Unit Cost Range
Valves and fittings	Cost	10 yr	PLN -	PLN -	-	-
				PLN -	-	-
				PLN -	-	-
End of project life		-		PLN -		Go to GHG Analysis sheet

RETScreen® Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Solar Water Heating Project

Use GHG analysis sheet? Yes

Type of analysis: Standard

Background Information

Project Information		Global Warming Potential of GHG	
Project name	Dom jednorodzinny	1 tonne CH4 =	21 tonnes CO2 (IPCC 1996)
Project location	Łędziny, Polska	1 tonne N2O =	310 tonnes CO2 (IPCC 1996)

Base Case Electricity System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (tCO ₂ /MWh)
Coal	91,0%	94,6	0,0020	0,0030	35,0%	11,0%	1,105
Natural gas	2,5%	56,1	0,0030	0,0010	45,0%	11,0%	0,508
Large hydro	1,6%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	11,0%	0,000
Biomass	4,5%	0,0	0,0320	0,0040	25,0%	11,0%	0,031
#6 oil	0,4%	77,4	0,0030	0,0020	30,0%	11,0%	1,053
Electricity mix	100%	281,0	0,0125	0,0097		11,0%	1,023

Base Case Heating System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (tCO ₂ /MWh)
Heating system						
Electricity	100,0%	281,0	0,0125	0,0097	98,0%	1,044

Proposed Case Heating System (Solar Water Heating Project)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (tCO ₂ /MWh)
Heating system						
Electricity	5,8%	281,0	0,0125	0,0097	100,0%	1,023
Solar	94,2%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	0,000
Heating energy mix	100,0%	17,2	0,0008	0,0006		0,063

GHG Emission Reduction Summary

Heating system	Base case GHG emission factor (tCO ₂ /MWh)	Proposed case GHG emission factor (tCO ₂ /MWh)	End-use annual energy delivered (MWh)	Annual GHG emission reduction (tCO ₂)
	1,044	0,063	2,69	2,64
	Net GHG emission reduction tCO ₂ /yr			2,64

[Complete Financial Summary sheet](#)

RETScreen® Financial Summary - Solar Water Heating Project

Annual Energy Balance					
Project name		Dom jednorodzinny	Electricity required	MWh	0,16
Project location		Łędziny, Polska			
Renewable energy delivered	MWh	2,69	Net GHG reduction	t _{CO2} /yr	2,64
Heating fuel displaced	-	Electricity	Net GHG emission reduction - 25 yrs	t _{CO2}	65,94

Financial Parameters					
Avoided cost of heating energy	PLN/kWh	0,390	Debt ratio	%	0,0%
GHG emission reduction credit	PLN/t _{CO2}	-	Income tax analysis?	yes/no	No
Retail price of electricity	PLN/kWh	-			
Energy cost escalation rate	%	0,0%			
Inflation	%	2,0%			
Discount rate	%	7,0%			
Project life	yr	25			

Project Costs and Savings					
Initial Costs			Annual Costs and Debt		
Feasibility study	0,0%	PLN	-	O&M	PLN
Development	0,0%	PLN	-	Electricity	PLN
Engineering	0,0%	PLN	-		
Energy equipment	94,7%	PLN	11 592	Annual Costs and Debt - Total	PLN
Balance of system	5,3%	PLN	649		
Miscellaneous	0,0%	PLN	-	Annual Savings or Income	
Initial Costs - Total	100,0%	PLN	12 241	Heating energy savings/income	PLN 1 069
Incentives/Grants		PLN	8 568		
				Annual Savings - Total	PLN 1 069
Periodic Costs (Credits)					
Valves and fittings		PLN	-		
		PLN	-		
		PLN	-		
End of project life -		PLN	-		

Financial Feasibility					
Pre-tax IRR and ROI	%	29,1%	Calculate GHG reduction cost?	yes/no	No
After-tax IRR and ROI	%	29,1%			
Simple Payback	yr	3,4	Project equity	PLN	12 241
Year-to-positive cash flow	yr	3,4			
Net Present Value - NPV	PLN	8 788			
Annual Life Cycle Savings	PLN	754			
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	1,72			

Yearly Cash Flows			
Year #	Pre-tax PLN	After-tax PLN	Cumulative PLN
0	(3 672)	(3 672)	(3 672)
1	1 069	1 069	(2 603)
2	1 069	1 069	(1 534)
3	1 069	1 069	(464)
4	1 069	1 069	605
5	1 069	1 069	1 674
6	1 069	1 069	2 743
7	1 069	1 069	3 813
8	1 069	1 069	4 882
9	1 069	1 069	5 951
10	1 069	1 069	7 020
11	1 069	1 069	8 090
12	1 069	1 069	9 159
13	1 069	1 069	10 228
14	1 069	1 069	11 297
15	1 069	1 069	12 367
16	1 069	1 069	13 436
17	1 069	1 069	14 505
18	1 069	1 069	15 574
19	1 069	1 069	16 644
20	1 069	1 069	17 713
21	1 069	1 069	18 782
22	1 069	1 069	19 851
23	1 069	1 069	20 921
24	1 069	1 069	21 990
25	1 069	1 069	23 059

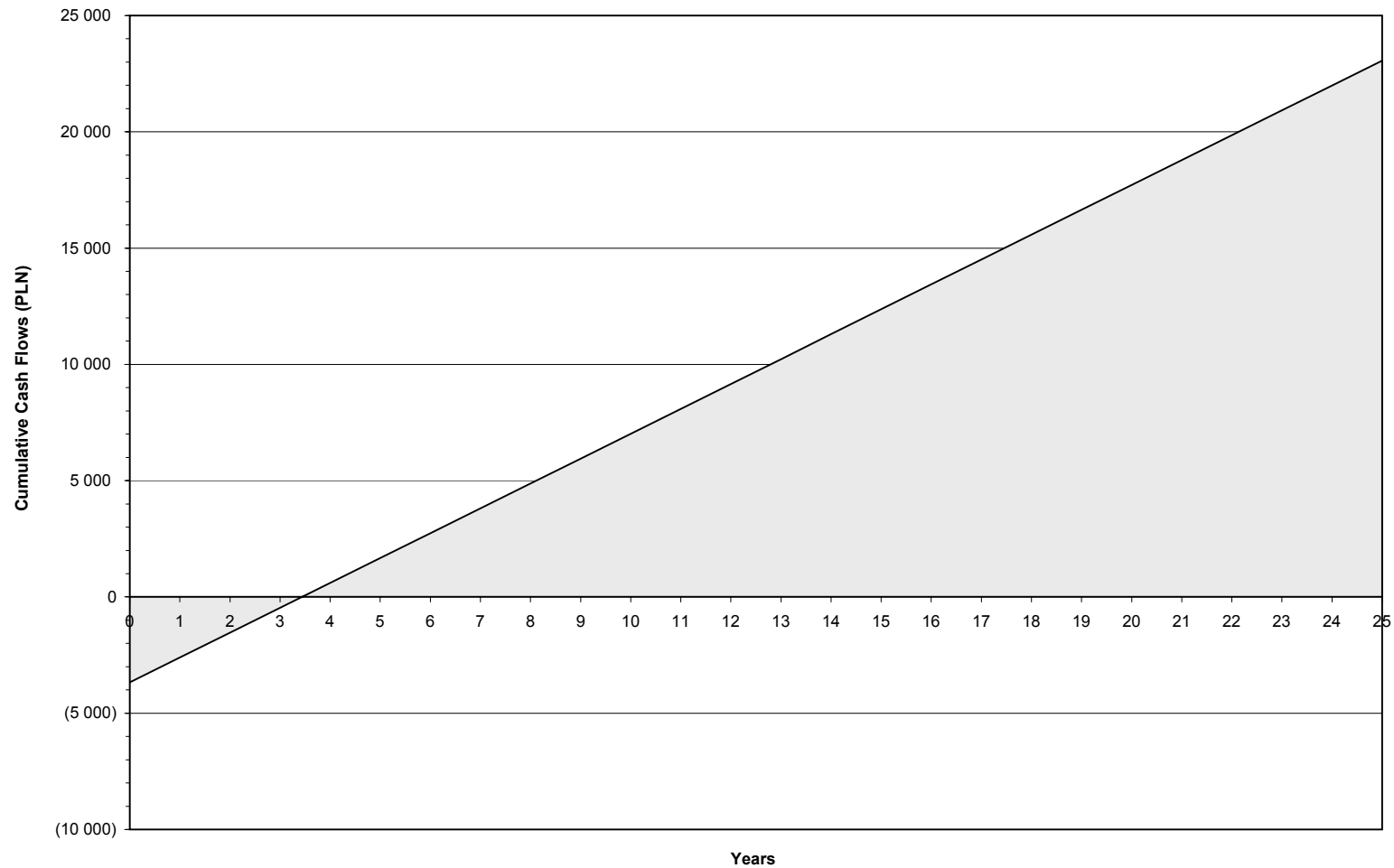
Cumulative Cash Flows Graph

SWH Project Cumulative Cash Flows Dom jednorodzinny, Łędziny, Polska

Renewable energy delivered (MWh/yr): 2,69

Total Initial Costs: PLN 12 241

Net average GHG reduction (t_{CO2}/yr): 2,64



IRR and ROI: 29,1%

Year-to-positive cash flow: 3,4 yr

Net Present Value: PLN 8 788



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

RETScreen® International

Clean Energy Project Analysis Software

Solar Water Heating Project Model

Click Here to Start

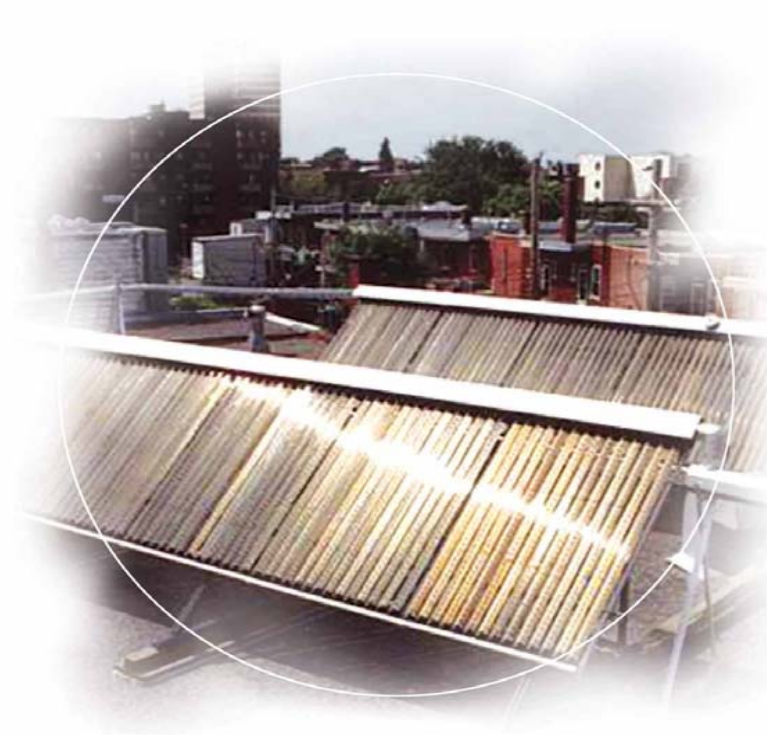
- Description & Flow Chart
- Colour Coding
- Online Manual

Worksheets

- Energy Model
- Solar Resource & Heating Load
- Cost Analysis
- Greenhouse Gas Analysis
- Financial Summary

Features

- Product Data
- Weather Data
- Cost Data
- Currency Options
- Sensitivity Analysis



Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

- Training & Support
- Internet Forums
- Marketplace
- Case Studies
- e-Textbook

Partners



Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Project name		Przychodnia Rejonowa nr 2	See Online Manual
Project location		Lędziny, Polska	
Nearest location for weather data		Katowice	→ Complete SR&HL sheet
Annual solar radiation (tilted surface)	MWh/m ²	1,13	
Annual average temperature	°C	7,7	-20.0 to 30.0
Annual average wind speed	m/s	4,6	
Desired load temperature	°C	55	
Hot water use	L/d	322	
Number of months analysed	month	12,00	
Energy demand for months analysed	MWh	6,23	

System Characteristics		Estimate	Notes/Range
Application type		Service hot water (with storage)	
Base Case Water Heating System			
Heating fuel type	-	Electricity	
Heating system seasonal efficiency	%	97%	55% to 350%
Solar Collector			
Collector type	-	Glazed	See Technical Note 1
Solar water heating collector manufacturer		Watt	See Product Database
Solar water heating collector model		3000 SU	
Area per collector	m ²	2,06	1.00 to 5.00
Fr (tau alpha) coefficient	-	0,79	0.50 to 0.90
Fr UL coefficient	(W/m ²)/°C	3,78	3.50 to 6.00
Suggested number of collectors		3	
Number of collectors		3	
Total collector area	m ²	6,2	
Storage			
Ratio of storage capacity to coll. area	L/m ²	37,0	37.5 to 100.0
Storage capacity	L	228	
Balance of System			
Heat exchanger/antifreeze protection	yes/no	Yes	
Heat exchanger effectiveness	%	100%	50% to 85%
Suggested pipe diameter	mm	10	8 to 25 or PVC 35 to 50
Pipe diameter	mm	16	8 to 25 or PVC 35 to 50
Pumping power per collector area	W/m ²	15	3 to 22, or 0
Piping and solar tank losses	%	2%	1% to 10%
Losses due to snow and/or dirt	%	5%	2% to 10%
Horz. dist. from mech. room to collector	m	10	5 to 20
# of floors from mech. room to collector	-	2	0 to 20

Annual Energy Production (12,00 months analysed)		Estimate	Notes/Range
Pumping energy (electricity)	MWh	0,16	
Specific yield	kWh/m ²	440	
System efficiency	%	39%	
Solar fraction	%	44%	
Renewable energy delivered	MWh	2,72	
	GJ	9,78	

[Complete Cost Analysis sheet](#)

RETScreen® Solar Resource and Heating Load Calculation - Solar Water Heating Project

Site Latitude and Collector Orientation		Estimate	Notes/Range
Nearest location for weather data		Katowice	See Weather Database
Latitude of project location	°N	51,1	-90.0 to 90.0
Slope of solar collector	°	45,0	0.0 to 90.0
Azimuth of solar collector	°	0,0	0.0 to 180.0

Monthly Inputs

(Note: 1. Cells in grey are not used for energy calculations; 2. Revisit this table to check that all required inputs are filled if you change system type or solar collector type or pool type or method for calculating cold water temperature).

Month	Fraction of month used (0 - 1)	Monthly average daily radiation on horizontal surface (kWh/m ² /d)	Monthly average temperature (°C)	Monthly average relative humidity (%)	Monthly average wind speed (m/s)	Monthly average daily radiation in plane of solar collector (kWh/m ² /d)
January	1,00	0,79	-2,8	89,0	5,4	1,63
February	1,00	1,45	-1,5	88,0	5,2	2,41
March	1,00	2,37	2,1	82,0	5,2	3,01
April	1,00	3,51	7,5	77,0	4,5	3,69
May	1,00	4,64	12,5	75,0	4,1	4,34
June	1,00	4,72	16,2	71,0	3,9	4,18
July	1,00	4,94	17,4	65,0	3,9	4,48
August	1,00	4,17	16,8	64,0	3,9	4,19
September	1,00	2,75	13,1	71,0	4,3	3,22
October	1,00	1,93	8,4	80,0	4,5	3,07
November	1,00	0,89	3,6	86,0	4,9	1,64
December	1,00	0,61	-0,5	89,0	5,4	1,28
			Annual	Season of Use		
Solar radiation (horizontal)		MWh/m ²	1,00	1,00		
Solar radiation (tilted surface)		MWh/m ²	1,13	1,13		
Average temperature		°C	7,7	7,7		
Average wind speed		m/s	4,6	4,6		

Water Heating Load Calculation		Estimate	Notes/Range
Application type	-	Service hot water	
System configuration	-	With storage	
Building or load type	-	Other	
Number of units	-	-	
Rate of occupancy	%	-	50% to 100%
Estimated hot water use (at ~60 °C)	L/d	N/A	
Hot water use	L/d	322	
Desired water temperature	°C	55	
Days per week system is used	d	7	1 to 7
Cold water temperature	-	User-defined	
Minimum	°C	6,0	1.0 to 10.0
Maximum	°C	13,0	5.0 to 15.0
Months SWH system in use	month	12,00	
Energy demand for months analysed	MWh	6,23	
	GJ	22,44	

[Return to Energy Model sheet](#)

RETScreen® Cost Analysis - Solar Water Heating Project

Type of project: **Pre-feasibility**

Currency: **Poland**

Cost references: **None**

Initial Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
Feasibility Study							
Other - Feasibility study	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Development							
Other - Development	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Engineering							
Other - Engineering	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Energy Equipment							
Solar collector	m ²	6,2	PLN 652	PLN 4 022	-	-	-
Solar storage tank	L	228	PLN 9,50	PLN 2 167	-	-	-
Solar loop piping materials	m	39	PLN 4,50	PLN 174	-	-	-
Circulating pump(s)	W	92	PLN 20,00	PLN 1 850	-	-	-
Heat exchanger	kW	3,7	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Energy equipment	Cost	1	PLN 2 500	PLN 2 500	-	-	-
Sub-total :				PLN 10 713	100,0%	-	-
Balance of System							
Collector support structure	m ²	6,2	PLN -	PLN -	-	-	-
Plumbing and control	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Collector installation	m ²	6,2	PLN -	PLN -	-	-	-
Solar loop installation	m	39	PLN -	PLN -	-	-	-
Auxiliary equipment installation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Balance of system	Cost	0	PLN 162	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Miscellaneous							
Training	p-h	4	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	0%	PLN 10 713	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Initial Costs - Total				PLN 10 713	100,0%	-	-

Annual Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
O&M							
Property taxes/Insurance	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
O&M labour	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - O&M	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	10%	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Electricity	kWh	165	PLN 0,3900	PLN 64	100,0%	-	-
Annual Costs - Total				PLN 64	100,0%	-	-

Periodic Costs (Credits)	Unit	Period	Unit Cost	Amount	Interval Range	Unit Cost Range
Valves and fittings	Cost	10 yr	PLN -	PLN -	-	-
				PLN -	-	-
				PLN -	-	-
End of project life		-		PLN -	-	-

[Go to GHG Analysis sheet](#)

RETScreen® Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Solar Water Heating Project

Use GHG analysis sheet? Yes

Type of analysis: Standard

Background Information

Project Information		Global Warming Potential of GHG	
Project name	Przychodnia Rejonowa nr 2	1 tonne CH4 =	21 tonnes CO2 (IPCC 1996)
Project location	Łędziny, Polska	1 tonne N2O =	310 tonnes CO2 (IPCC 1996)

Base Case Electricity System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Coal	91,0%	94,6	0,0020	0,0030	35,0%	11,0%	1,105
Natural gas	2,5%	56,1	0,0030	0,0010	45,0%	11,0%	0,508
Large hydro	1,6%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	11,0%	0,000
Biomass	4,5%	0,0	0,0320	0,0040	25,0%	11,0%	0,031
#6 oil	0,4%	77,4	0,0030	0,0020	30,0%	11,0%	1,053
Electricity mix	100%	281,0	0,0125	0,0097		11,0%	1,023

Base Case Heating System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Electricity	100,0%	281,0	0,0125	0,0097	97,0%	1,055

Proposed Case Heating System (Solar Water Heating Project)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Electricity	5,7%	281,0	0,0125	0,0097	100,0%	1,023
Solar	94,3%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	0,000
Heating energy mix	100,0%	17,0	0,0008	0,0006		0,062

GHG Emission Reduction Summary

Heating system	Base case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	Proposed case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	End-use annual energy delivered (MWh)	Annual GHG emission reduction (t _{CO2})
	1,055	0,062	2,72	2,70
			Net GHG emission reduction t _{CO2} /yr	2,70

[Complete Financial Summary sheet](#)

RETScreen® Financial Summary - Solar Water Heating Project

Annual Energy Balance				
Project name	Przychodnia Rejonowa nr 2	Electricity required	MWh	0,16
Project location	Lędziny, Polska			
Renewable energy delivered	MWh	2,72	Net GHG reduction	t _{CO2} /yr
				2,70
Heating fuel displaced	-	Electricity	Net GHG emission reduction - 25 yrs	t _{CO2}
				67,42

Financial Parameters				
Avoided cost of heating energy	PLN/kWh	0,390	Debt ratio	%
				0,0%
GHG emission reduction credit	PLN/t _{CO2}	-	Income tax analysis?	yes/no
				No
Retail price of electricity	PLN/kWh	0,390		
Energy cost escalation rate	%	2,0%		
Inflation	%	2,0%		
Discount rate	%	6,5%		
Project life	yr	25		

Project Costs and Savings				
Initial Costs			Annual Costs and Debt	
Feasibility study	0,0%	PLN	-	O&M
Development	0,0%	PLN	-	Electricity
Engineering	0,0%	PLN	-	
Energy equipment	100,0%	PLN	10 713	Annual Costs and Debt - Total
Balance of system	0,0%	PLN	-	PLN
Miscellaneous	0,0%	PLN	-	64
Initial Costs - Total	100,0%	PLN	10 713	Annual Savings or Income
				Heating energy savings/income
Incentives/Grants		PLN	-	PLN
				1 092
				Annual Savings - Total
				PLN
Periodic Costs (Credits)				1 092
Valves and fittings		PLN	-	
		PLN	-	
		PLN	-	
End of project life -		PLN	-	

Financial Feasibility				
Pre-tax IRR and ROI	%	10,4%	Calculate GHG reduction cost?	yes/no
After-tax IRR and ROI	%	10,4%		No
Simple Payback	yr	10,4	Project equity	PLN
Year-to-positive cash flow	yr	9,4		10 713
Net Present Value - NPV	PLN	4 664		
Annual Life Cycle Savings	PLN	382		
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	1,44		

Yearly Cash Flows			
Year #	Pre-tax PLN	After-tax PLN	Cumulative PLN
0	(10 713)	(10 713)	(10 713)
1	1 048	1 048	(9 665)
2	1 069	1 069	(8 595)
3	1 091	1 091	(7 505)
4	1 112	1 112	(6 393)
5	1 135	1 135	(5 258)
6	1 157	1 157	(4 101)
7	1 180	1 180	(2 920)
8	1 204	1 204	(1 716)
9	1 228	1 228	(488)
10	1 253	1 253	765
11	1 278	1 278	2 042
12	1 303	1 303	3 346
13	1 329	1 329	4 675
14	1 356	1 356	6 031
15	1 383	1 383	7 414
16	1 411	1 411	8 825
17	1 439	1 439	10 264
18	1 468	1 468	11 731
19	1 497	1 497	13 228
20	1 527	1 527	14 755
21	1 558	1 558	16 313
22	1 589	1 589	17 902
23	1 620	1 620	19 522
24	1 653	1 653	21 175
25	1 686	1 686	22 861

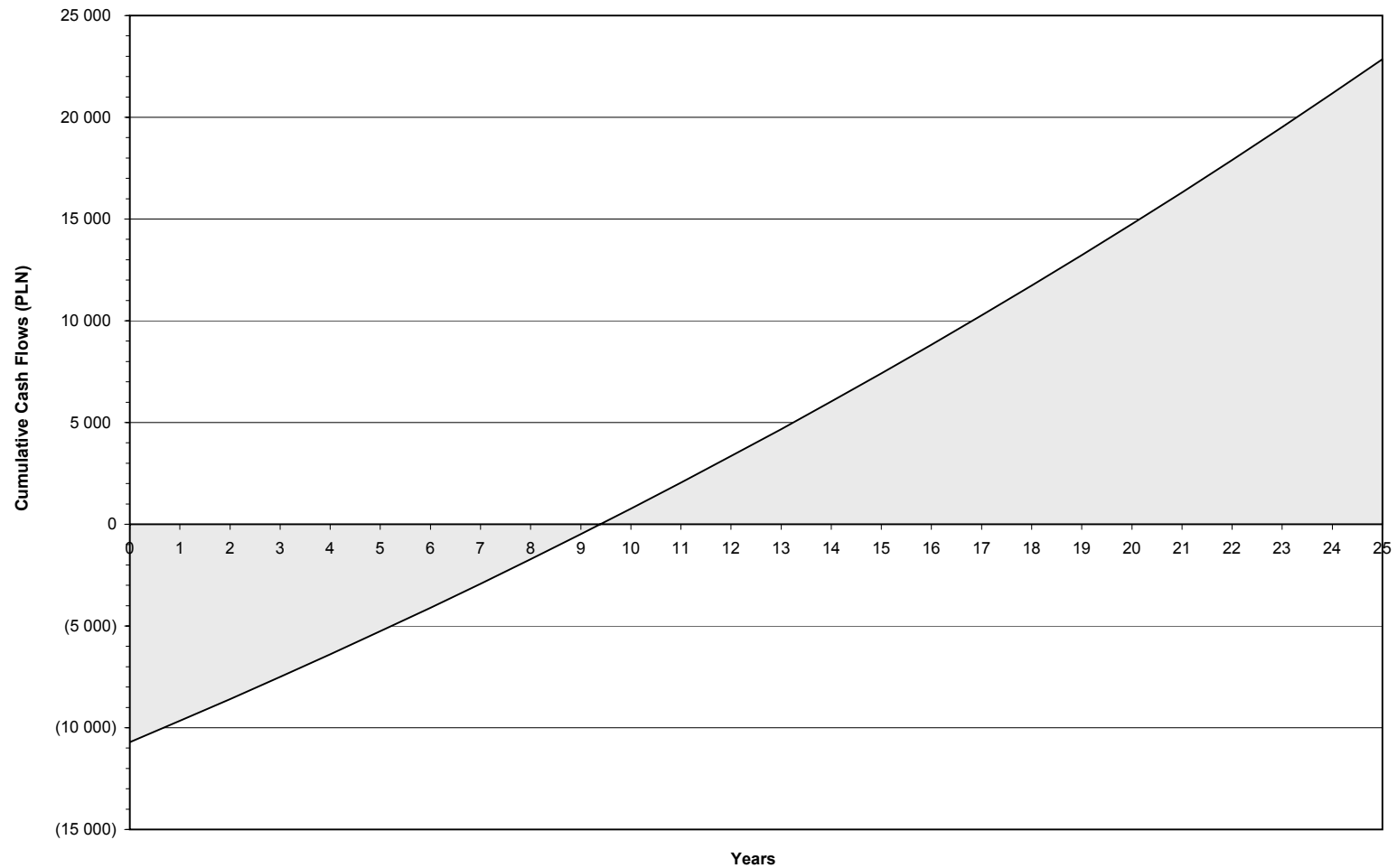
Cumulative Cash Flows Graph

SWH Project Cumulative Cash Flows Przychodnia Rejonowa nr 2, Łędziny, Polska

Renewable energy delivered (MWh/yr): 2,72

Total Initial Costs: PLN 10 713

Net average GHG reduction (t_{CO2}/yr): 2,70



IRR and ROI: 10,4%

Year-to-positive cash flow: 9,4 yr

Net Present Value: PLN 4 664



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

RETScreen® International

Clean Energy Project Analysis Software

Solar Water Heating Project Model

Click Here to Start

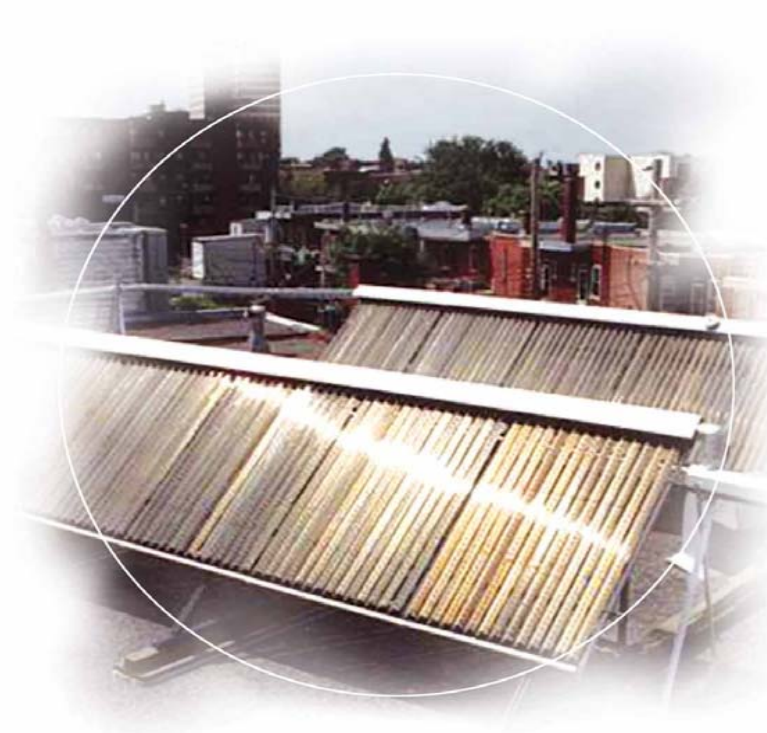
- Description & Flow Chart
- Colour Coding
- Online Manual

Worksheets

- Energy Model
- Solar Resource & Heating Load
- Cost Analysis
- Greenhouse Gas Analysis
- Financial Summary

Features

- Product Data
- Weather Data
- Cost Data
- Currency Options
- Sensitivity Analysis



Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

- Training & Support
- Internet Forums
- Marketplace
- Case Studies
- e-Textbook

Partners



Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Project name		Urząd Miasta	See Online Manual
Project location		Łęziny, Polska	
Nearest location for weather data		Katowice	→ Complete SR&HL sheet
Annual solar radiation (tilted surface)	MWh/m ²	1,13	
Annual average temperature	°C	7,7	-20.0 to 30.0
Annual average wind speed	m/s	4,6	
Desired load temperature	°C	55	
Hot water use	L/d	713	
Number of months analysed	month	12,00	
Energy demand for months analysed	MWh	13,82	

System Characteristics		Estimate	Notes/Range
Application type		Service hot water (with storage)	
Base Case Water Heating System			
Heating fuel type	-	Electricity	
Heating system seasonal efficiency	%	97%	55% to 350%
Solar Collector			
Collector type	-	Glazed	See Technical Note 1
Solar water heating collector manufacturer		Watt	See Product Database
Solar water heating collector model		3000 SU	
Area per collector	m ²	2,06	1.00 to 5.00
Fr (tau alpha) coefficient	-	0,79	0.50 to 0.90
Fr UL coefficient	(W/m ²)/°C	3,78	3.50 to 6.00
Suggested number of collectors		6	
Number of collectors		6	
Total collector area	m ²	12,3	
Storage			
Ratio of storage capacity to coll. area	L/m ²	37,0	37.5 to 100.0
Storage capacity	L	456	
Balance of System			
Heat exchanger/antifreeze protection	yes/no	Yes	
Heat exchanger effectiveness	%	100%	50% to 85%
Suggested pipe diameter	mm	13	8 to 25 or PVC 35 to 50
Pipe diameter	mm	16	8 to 25 or PVC 35 to 50
Pumping power per collector area	W/m ²	15	3 to 22, or 0
Piping and solar tank losses	%	2%	1% to 10%
Losses due to snow and/or dirt	%	5%	2% to 10%
Horz. dist. from mech. room to collector	m	10	5 to 20
# of floors from mech. room to collector	-	2	0 to 20

Annual Energy Production (12,00 months analysed)		Estimate	Notes/Range
Pumping energy (electricity)	MWh	0,34	
Specific yield	kWh/m ²	452	
System efficiency	%	40%	
Solar fraction	%	40%	
Renewable energy delivered	MWh	5,58	
	GJ	20,08	Complete Cost Analysis sheet

RETScreen® Solar Resource and Heating Load Calculation - Solar Water Heating Project

Site Latitude and Collector Orientation		Estimate	Notes/Range
Nearest location for weather data		Katowice	See Weather Database
Latitude of project location	°N	51,1	-90.0 to 90.0
Slope of solar collector	°	45,0	0.0 to 90.0
Azimuth of solar collector	°	0,0	0.0 to 180.0

Monthly Inputs

(Note: 1. Cells in grey are not used for energy calculations; 2. Revisit this table to check that all required inputs are filled if you change system type or solar collector type or pool type or method for calculating cold water temperature).

Month	Fraction of month used (0 - 1)	Monthly average daily radiation on horizontal surface (kWh/m ² /d)	Monthly average temperature (°C)	Monthly average relative humidity (%)	Monthly average wind speed (m/s)	Monthly average daily radiation in plane of solar collector (kWh/m ² /d)
January	1,00	0,79	-2,8	89,0	5,4	1,63
February	1,00	1,45	-1,5	88,0	5,2	2,41
March	1,00	2,37	2,1	82,0	5,2	3,01
April	1,00	3,51	7,5	77,0	4,5	3,69
May	1,00	4,64	12,5	75,0	4,1	4,34
June	1,00	4,72	16,2	71,0	3,9	4,18
July	1,00	4,94	17,4	65,0	3,9	4,48
August	1,00	4,17	16,8	64,0	3,9	4,19
September	1,00	2,75	13,1	71,0	4,3	3,22
October	1,00	1,93	8,4	80,0	4,5	3,07
November	1,00	0,89	3,6	86,0	4,9	1,64
December	1,00	0,61	-0,5	89,0	5,4	1,28
			Annual	Season of Use		
Solar radiation (horizontal)		MWh/m ²	1,00	1,00		
Solar radiation (tilted surface)		MWh/m ²	1,13	1,13		
Average temperature		°C	7,7	7,7		
Average wind speed		m/s	4,6	4,6		

Water Heating Load Calculation		Estimate	Notes/Range
Application type	-	Service hot water	
System configuration	-	With storage	
Building or load type	-	Office	
Number of units	Person	83	
Rate of occupancy	%	100%	50% to 100%
Estimated hot water use (at ~60 °C)	L/d	315	
Hot water use	L/d	713	
Desired water temperature	°C	55	
Days per week system is used	d	7	1 to 7
Cold water temperature	-	User-defined	
Minimum	°C	6,0	1.0 to 10.0
Maximum	°C	13,0	5.0 to 15.0
Months SWH system in use	month	12,00	
Energy demand for months analysed	MWh	13,82	
	GJ	49,74	

[Return to Energy Model sheet](#)

RETScreen® Cost Analysis - Solar Water Heating Project

Type of project: **Pre-feasibility**

Currency: **Poland**

Cost references: **None**

Initial Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
Feasibility Study							
Other - Feasibility study	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Development							
Other - Development	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Engineering							
Other - Engineering	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Energy Equipment							
Solar collector	m ²	12,3	PLN 652	PLN 8 045	-	-	-
Solar storage tank	L	456	PLN 9,50	PLN 4 334	-	-	-
Solar loop piping materials	m	39	PLN 4,50	PLN 174	-	-	-
Circulating pump(s)	W	185	PLN 20,00	PLN 3 699	-	-	-
Heat exchanger	kW	7,4	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Energy equipment	Cost	1	PLN 2 500	PLN 2 500	-	-	-
Sub-total :				PLN 18 752	100,0%	-	-
Balance of System							
Collector support structure	m ²	12,3	PLN -	PLN -	-	-	-
Plumbing and control	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Collector installation	m ²	12,3	PLN -	PLN -	-	-	-
Solar loop installation	m	39	PLN -	PLN -	-	-	-
Auxiliary equipment installation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Transportation	project	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Balance of system	Cost	0	PLN 162	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Miscellaneous							
Training	p-h	4	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	0%	PLN 18 752	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Initial Costs - Total				PLN 18 752	100,0%	-	-

Annual Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
O&M							
Property taxes/Insurance	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
O&M labour	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - O&M	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	10%	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Electricity	kWh	338	PLN 0,3900	PLN 132	100,0%	-	-
Annual Costs - Total				PLN 132	100,0%	-	-

Periodic Costs (Credits)	Period	Unit Cost	Amount	Interval Range	Unit Cost Range
Valves and fittings	Cost	10 yr	PLN -	-	-
			PLN -	-	-
			PLN -	-	-
End of project life		-	PLN -	-	Go to GHG Analysis sheet

RETScreen® Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Solar Water Heating Project

Use GHG analysis sheet? Yes

Type of analysis: Standard

Background Information

Project Information		Global Warming Potential of GHG	
Project name	Urząd Miasta	1 tonne CH4 =	21 tonnes CO2 (IPCC 1996)
Project location	Łędziny, Polska	1 tonne N2O =	310 tonnes CO2 (IPCC 1996)

Base Case Electricity System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Coal	91,0%	94,6	0,0020	0,0030	35,0%	11,0%	1,105
Natural gas	2,5%	56,1	0,0030	0,0010	45,0%	11,0%	0,508
Large hydro	1,6%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	11,0%	0,000
Biomass	4,5%	0,0	0,0320	0,0040	25,0%	11,0%	0,031
#6 oil	0,4%	77,4	0,0030	0,0020	30,0%	11,0%	1,053
Electricity mix	100%	281,0	0,0125	0,0097		11,0%	1,023

Base Case Heating System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Electricity	100,0%	281,0	0,0125	0,0097	97,0%	1,055

Proposed Case Heating System (Solar Water Heating Project)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Electricity	5,7%	281,0	0,0125	0,0097	100,0%	1,023
Solar	94,3%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	0,000
Heating energy mix	100,0%	17,0	0,0008	0,0006		0,062

GHG Emission Reduction Summary

Heating system	Base case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	Proposed case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	End-use annual energy delivered (MWh)	Annual GHG emission reduction (t _{CO2})
	1,055	0,062	5,58	5,54
			Net GHG emission reduction t _{CO2} /yr	5,54

[Complete Financial Summary sheet](#)

RETScreen® Financial Summary - Solar Water Heating Project

Annual Energy Balance					
Project name		Urząd Miasta	Electricity required	MWh	0,34
Project location		Łędziny, Polska			
Renewable energy delivered	MWh	5,58	Net GHG reduction	t _{CO2} /yr	5,54
Heating fuel displaced	-	Electricity	Net GHG emission reduction - 25 yrs	t _{CO2}	138,49

Financial Parameters					
Avoided cost of heating energy	PLN/kWh	0,390	Debt ratio	%	0,0%
GHG emission reduction credit	PLN/t _{CO2}	-	Income tax analysis?	yes/no	No
Retail price of electricity	PLN/kWh	0,390			
Energy cost escalation rate	%	2,0%			
Inflation	%	2,0%			
Discount rate	%	6,5%			
Project life	yr	25			

Project Costs and Savings					
Initial Costs			Annual Costs and Debt		
Feasibility study	0,0%	PLN	-	O&M	PLN
Development	0,0%	PLN	-	Electricity	PLN
Engineering	0,0%	PLN	-		132
Energy equipment	100,0%	PLN	18 752	Annual Costs and Debt - Total	PLN 132
Balance of system	0,0%	PLN	-		
Miscellaneous	0,0%	PLN	-	Annual Savings or Income	
Initial Costs - Total	100,0%	PLN	18 752	Heating energy savings/income	PLN 2 243
Incentives/Grants		PLN	-		
				Annual Savings - Total	PLN 2 243
Periodic Costs (Credits)					
Valves and fittings		PLN	-		
		PLN	-		
		PLN	-		
End of project life -		PLN	-		

Financial Feasibility					
Pre-tax IRR and ROI	%	12,5%	Calculate GHG reduction cost?	yes/no	No
After-tax IRR and ROI	%	12,5%			
Simple Payback	yr	8,9	Project equity	PLN	18 752
Year-to-positive cash flow	yr	8,1			
Net Present Value - NPV	PLN	12 837			
Annual Life Cycle Savings	PLN	1 052			
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	1,68			

Yearly Cash Flows			
Year #	Pre-tax PLN	After-tax PLN	Cumulative PLN
0	(18 752)	(18 752)	(18 752)
1	2 153	2 153	(16 598)
2	2 196	2 196	(14 402)
3	2 240	2 240	(12 162)
4	2 285	2 285	(9 877)
5	2 331	2 331	(7 546)
6	2 377	2 377	(5 169)
7	2 425	2 425	(2 744)
8	2 473	2 473	(271)
9	2 523	2 523	2 252
10	2 573	2 573	4 826
11	2 625	2 625	7 450
12	2 677	2 677	10 128
13	2 731	2 731	12 858
14	2 785	2 785	15 644
15	2 841	2 841	18 485
16	2 898	2 898	21 383
17	2 956	2 956	24 339
18	3 015	3 015	27 354
19	3 075	3 075	30 429
20	3 137	3 137	33 566
21	3 200	3 200	36 765
22	3 264	3 264	40 029
23	3 329	3 329	43 358
24	3 395	3 395	46 753
25	3 463	3 463	50 216

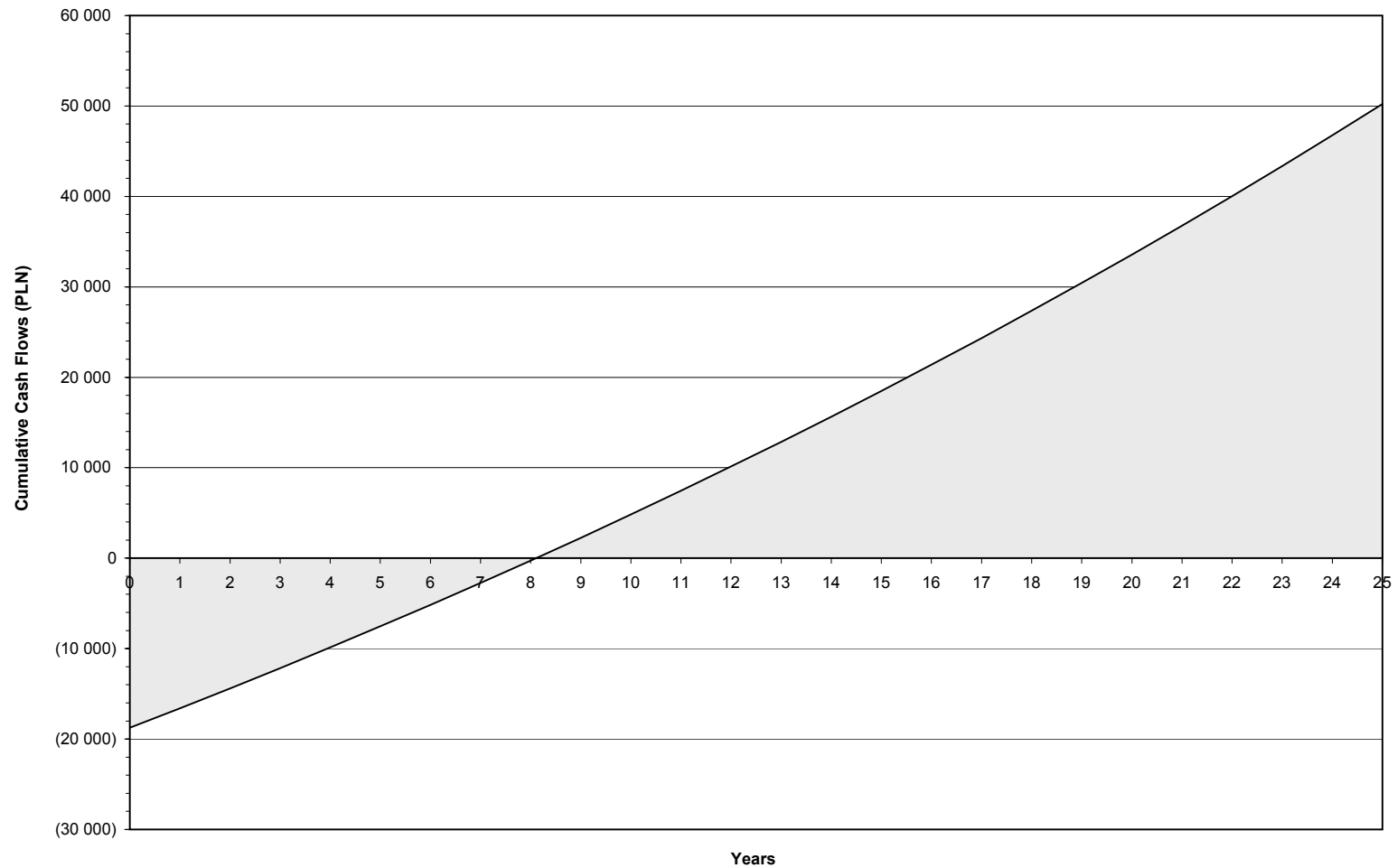
Cumulative Cash Flows Graph

SWH Project Cumulative Cash Flows Urząd Miasta, Łędziny, Polska

Renewable energy delivered (MWh/yr): 5,58

Total Initial Costs: PLN 18 752

Net average GHG reduction (t_{CO2}/yr): 5,54



IRR and ROI: 12,5%

Year-to-positive cash flow: 8,1 yr

Net Present Value: PLN 12 837

ZAŁĄCZNIK 2

Analiza przedsięwzięcia polegającego na montażu układu pompy ciepła na potrzeby ogrzewania pomieszczeń Miejskiej biblioteki Publicznej w Lędzinach, wykonanej w programie RETScreen®



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

RETScreen[®] International

Clean Energy Project Analysis Software

Ground-Source Heat Pump Project Model

Click Here to Start

Description & Flow Chart

Colour Coding

Online Manual

Worksheets

Energy Model

Heating & Cooling Load

Cost Analysis

Greenhouse Gas Analysis

Financial Summary

Features

Product Data

Weather Data

Cost Data

Currency Options

Sensitivity Analysis



Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

Training & Support

Internet Forums

Marketplace

Case Studies

e-Textbook

Partners



Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Project name		Biblioteka	See Online Manual
Project location		Łędziny	
Available land area	m ²	1 000	
Soil type	-	Heavy soil - damp	
Design heating load	kW	16,3	
Design cooling load	kW	15,5	

→ [Complete H&CLC sheet](#)

System Characteristics		Estimate	Notes/Range
Base Case HVAC System			
Building has air-conditioning?	yes/no	No	55% to 350%
Heating fuel type	-	Other	
Heating system seasonal efficiency	%	65%	
Ground Heat Exchanger System			
System type	-	Horizontal closed-loop	
Design criteria	-	Heating	
Typical land area required	m ²	613	
Ground heat exchanger layout	-	Standard	
Total loop length	m	503	
Total trench length	m	252	
Heat Pump System			
Average heat pump efficiency	-	User-defined	See Product Database
Heat pump manufacturer		ABC S.A.	
Heat pump model		model XYZ	
Standard cooling COP	-	4,00	
Standard heating COP	-	3,80	
Total standard heating capacity	kW	32,9	
	MW	0,033	
Total standard cooling capacity	kW	44,2	Oversized
	MW	0,044	
Supplemental Heating and Heat Rejection System			
Suggested supplemental heating capacity	kW	0,0	
	MW	0,000	
Suggested supplemental heat rejection	kW	0,0	
	MW	0,000	

Annual Energy Production		Estimate	Notes/Range
Heating			
Electricity used	MWh	14,8	2.0 to 5.0
Supplemental energy delivered	MWh	0,0	
GSHP heating energy delivered	MWh	37,8	
	GJ	135,9	
Seasonal heating COP	-	2,6	
	-	-	
Cooling			
Electricity used	MWh	6,1	2.0 to 5.5 7.0 to 19.0
GSHP cooling energy delivered	MWh	15,9	
	GJ	57,2	
Seasonal cooling COP	-	2,6	
Seasonal cooling EER	(Btu/h)/W	8,9	
	-	-	

[Complete Cost Analysis sheet](#)

RETScreen® Heating and Cooling Load Calculation - Ground-Source Heat Pump Project

Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Nearest location for weather data		Katowice	See Weather Database
Heating design temperature	°C	-20,0	-40.0 to 15.0
Cooling design temperature	°C	25,0	10.0 to 40.0
Average summer daily temperature range	°C	11,1	5.0 to 15.0
Cooling humidity level	-	Medium	
Latitude of project location	°N	50,0	-90.0 to 90.0
Mean earth temperature	°C	6,5	Visit NASA satellite data site
Annual earth temperature amplitude	°C	22,8	5.0 to 20.0
Depth of measurement of earth temperature	m	1,5	0.0 to 3.0

Building Heating and Cooling Load		Estimate	Notes/Range
Type of building	-	Commercial	
Available information	-	Descriptive data	
Building floor area	m²	362	
Number of floors	floor	3	1 to 6
Window area	-	Standard	
Insulation level	-	Medium	
Occupancy type	-	Daytime	
Equipment and lighting usage	-	Light	
Building design heating load	kW	16,3	
	MW	0,016	
Building heating energy demand	MWh	37,8	
	GJ	135,9	
Building design cooling load	kW	15,5	
	MW	0,016	
Building cooling energy demand	MWh	15,9	
	GJ	57,2	Return to Energy Model sheet

RETScreen® Cost Analysis - Ground-Source Heat Pump Project

Type of analysis: **Pre-feasibility**

Currency: **Poland**

Cost references: **None**

Initial Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
Feasibility Study							
Other - Feasibility Study	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN -	0,0%	-	-
Development							
Other - Development	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN -	0,0%	-	-
Engineering							
Other - Engineering	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN -	0,0%	-	-
Energy Equipment							
Heat pumps	kW cooling	44,2	PLN 590	PLN 26 077	-	-	-
Well pumps	kW	0,0	PLN -	PLN -	-	-	-
Circulating pumps	kW	0,8	PLN 2 000	PLN 1 503	-	-	-
Circulating fluid	m³	0,09	PLN -	PLN -	-	-	-
Plate heat exchangers	kW	0,0	PLN -	PLN -	-	-	-
Trenching and backfilling	m	252	PLN -	PLN -	-	-	-
Drilling and grouting	m	0	PLN 60,00	PLN -	-	-	-
Ground HX loop pipes	m	503	PLN 7,00	PLN 3 521	-	-	-
Fittings and valves	kW cooling	44,2	PLN 35,00	PLN 1 547	-	-	-
Other - Energy Equipment	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Zakup 3 szt. klimatyzatorów	Credit	3	PLN 2 190	PLN (6 570)	-	-	-
Sub-total:				PLN 26 078	70,6%	-	-
Balance of System							
Supplemental heating system	kW	0,0	PLN -	PLN -	-	-	-
Supplemental heat rejection	kW	0,0	PLN -	PLN -	-	-	-
Internal piping and insulation	kW cooling	44,2	PLN 170	PLN 7 514	-	-	-
Other - Balance of System	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Credit - Balance of System	Credit	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN 7 514	20,3%	-	-
Miscellaneous							
Training	p-h	14	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	10%	PLN 33 592	PLN 3 359	-	-	-
Sub-total:				PLN 3 359	9,1%	-	-
Initial Costs - Total				PLN 36 951	100,0%	-	-

Annual Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
O&M							
Property taxes/Insurance	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
O&M labour	m²	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Travel and accommodation	p-trip	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - O&M	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Credit - O&M	Credit	0	PLN 3 500	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	0%	PLN 33 592	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN -	0,0%	-	-
Fuel/Electricity							
Electricity	kWh	20 881	PLN 0,320	PLN 6 682	-	-	-
Incremental electricity load	kW	14,1	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total:				PLN 6 682	100,0%	-	-
Annual Costs - Total				PLN 6 682	100,0%	-	-

Periodic Costs (Credits)	Period	Unit Cost	Amount	Interval Range	Unit Cost Range
Heat pump compressor	15 yr	PLN -	PLN -	-	-
Conventional AC system	15 yr	PLN -	PLN -	-	-
End of project life	-	PLN -	PLN -	-	-

[Go to GHG Analysis sheet](#)

RETScreen® Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Ground-Source Heat Pump Project

Use GHG analysis sheet? Yes

Type of analysis: Standard

Background Information

Project Information

Project name: Biblioteka
Project location: Łęziny

Global Warming Potential of GHG

1 tonne CH₄ = 21 tonnes CO₂ (IPCC 1996)
1 tonne N₂O = 310 tonnes CO₂ (IPCC 1996)

Base Case Electricity System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Coal	91,0%	94,6	0,0020	0,0030	35,0%	11,0%	1,105
Natural gas	2,5%	56,1	0,0030	0,0010	45,0%	11,0%	0,508
Large hydro	1,6%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	11,0%	0,000
Biomass	4,5%	0,0	0,0320	0,0040	25,0%	11,0%	0,031
#6 oil	0,4%	77,4	0,0030	0,0020	30,0%	11,0%	1,053
Electricity mix	100%	281,0	0,0125	0,0097		11,0%	1,023

Base Case Heating and Cooling System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Other	100,0%	94,6	0,0020	0,0030	65,0%	0,529

Proposed Case Heating and Cooling System (Ground-Source Heat Pump Project)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Heating system						
Electricity	100,0%	281,0	0,0125	0,0097	255,7%	0,400
Cooling system						
Electricity	100,0%	281,0	0,0125	0,0097	259,9%	0,394

GHG Emission Reduction Summary

	Base case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	Proposed case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	End-use annual energy delivered (MWh)	Annual GHG emission reduction (t _{CO2})
Heating system	0,529	0,400	37,8	4,87
Cooling system	0,000	0,394	15,9	-6,26
			Net GHG emission reduction t _{CO2} /yr	-1,39

[Complete Financial Summary sheet](#)

RETScreen® Financial Summary - Ground-Source Heat Pump Project

Annual Energy Balance					
Project name		Biblioteka	Electricity required	MWh	20,9
Project location		Łędziny	Incremental electricity load	kW	14,1
			Net GHG reduction	t _{CO2} /yr	(1,39)
Heating energy delivered	MWh	37,8			
Cooling energy delivered	MWh	15,9			
Heating fuel displaced	-	Other	Net GHG emission reduction - 25 yrs	t _{CO2}	(34,69)

Financial Parameters					
Avoided cost of heating energy	PLN/MWh	63,309	Debt ratio	%	0,0%
GHG emission reduction credit	PLN/t _{CO2}	-	Income tax analysis?	yes/no	No
Retail price of electricity	PLN/kWh	0,320			
Demand charge	PLN/kW	-			
Energy cost escalation rate	%	2,0%			
Inflation	%	2,0%			
Discount rate	%	6,5%			
Project life	yr	25			

Project Costs and Savings						
Initial Costs			Annual Costs and Debt			
Feasibility study	0,0%	PLN	-	O&M	PLN	-
Development	0,0%	PLN	-	Fuel/Electricity	PLN	6 682
Engineering	0,0%	PLN	-			
Energy equipment	70,6%	PLN	26 078	Annual Costs and Debt - Total	PLN	6 682
Balance of system	20,3%	PLN	7 514	Annual Savings or Income		
Miscellaneous	9,1%	PLN	3 359	Heating energy savings/income	PLN	3 677
Initial Costs - Total	100,0%	PLN	36 951	Cooling energy savings/income	PLN	-
Incentives/Grants		PLN	-	Annual Savings - Total	PLN	3 677
Periodic Costs (Credits)						
Heat pump compressor		PLN	-			
Conventional AC system		PLN	-			
		PLN	-			
End of project life -		PLN	-			

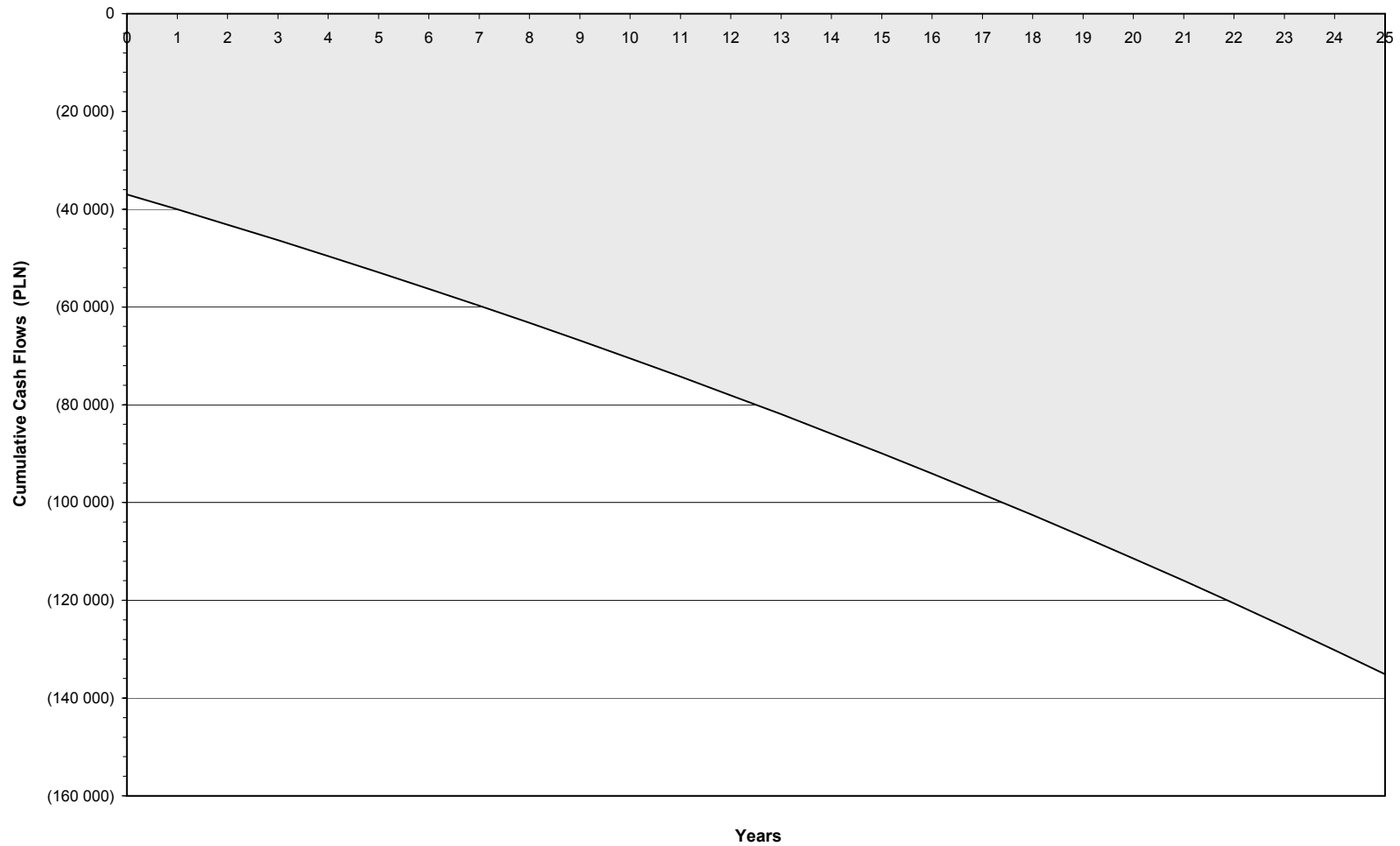
Financial Feasibility					
Pre-tax IRR and ROI	%	#DZIEL/0!	Calculate GHG reduction cost?	yes/no	No
After-tax IRR and ROI	%	#DZIEL/0!			
Simple Payback	yr	(12,3)	Project equity	PLN	36 951
Year-to-positive cash flow	yr	more than 25			
Net Present Value - NPV	PLN	(81 917)			
Annual Life Cycle Savings	PLN	(6 716)			
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	(1,22)			

Yearly Cash Flows			
Year #	Pre-tax PLN	After-tax PLN	Cumulative PLN
0	(36 951)	(36 951)	(36 951)
1	(3 065)	(3 065)	(40 016)
2	(3 126)	(3 126)	(43 142)
3	(3 189)	(3 189)	(46 331)
4	(3 253)	(3 253)	(49 584)
5	(3 318)	(3 318)	(52 902)
6	(3 384)	(3 384)	(56 286)
7	(3 452)	(3 452)	(59 738)
8	(3 521)	(3 521)	(63 259)
9	(3 591)	(3 591)	(66 850)
10	(3 663)	(3 663)	(70 513)
11	(3 736)	(3 736)	(74 249)
12	(3 811)	(3 811)	(78 061)
13	(3 887)	(3 887)	(81 948)
14	(3 965)	(3 965)	(85 913)
15	(4 044)	(4 044)	(89 957)
16	(4 125)	(4 125)	(94 083)
17	(4 208)	(4 208)	(98 290)
18	(4 292)	(4 292)	(102 582)
19	(4 378)	(4 378)	(106 960)
20	(4 465)	(4 465)	(111 425)
21	(4 555)	(4 555)	(115 980)
22	(4 646)	(4 646)	(120 626)
23	(4 739)	(4 739)	(125 364)
24	(4 833)	(4 833)	(130 198)
25	(4 930)	(4 930)	(135 128)

GSHP Project Cumulative Cash Flows Biblioteka, Łędziny

Total Initial Costs: PLN 36 951

Net average GHG reduction (t_{CO_2}/yr): -1,39



Year-to-positive cash flow: more than 25 yr

Net Present Value: PLN -81 917

Załącznik 3

Analiza opłacalności zastosowania układu ogniw fotowoltaicznych o mocy 2 kW z 80% dofinansowaniem ze źródeł zewnętrznych – projekt demonstracyjny w Gimnazjum nr 2 w Lędzinach.



RETScreen® International

Clean Energy Project Analysis Software

Photovoltaic Project Model

Click Here to Start

- Description & Flow Chart
- Colour Coding
- Online Manual

Worksheets

- Energy Model
- Solar Resource & System Load
- Cost Analysis
- Greenhouse Gas Analysis
- Financial Summary

Features

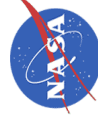
- Product Data
- Weather Data
- Cost Data
- Currency Options
- Sensitivity Analysis



**Clean Energy
Decision Support Centre**
www.retscreen.net

Training & Support
Internet Forums
Marketplace
Case Studies
e-Textbook

Partners



Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Project name		B1_G2	See Online Manual
Project location		Łędziny, Polska	
Nearest location for weather data	-	Katowice	→ Complete SR&SL sheet
Latitude of project location	°N	51,1	-90.0 to 90.0
Annual solar radiation (tilted surface)	MWh/m ²	1,14	
Annual average temperature	°C	7,7	-20.0 to 30.0

System Characteristics		Estimate	Notes/Range
Application type	-	On-grid	
Grid type	-	Central-grid	
PV energy absorption rate	%	100,0%	
PV Array			
PV module type	-	mono-Si	
PV module manufacturer / model #		Solar Fabrik	See Product Database
Nominal PV module efficiency	%	10,0%	4.0% to 15.0%
NOCT	°C	45	40 to 55
PV temperature coefficient	% / °C	0,40%	0.10% to 0.50%
Miscellaneous PV array losses	%	4,0%	0.0% to 20.0%
Nominal PV array power	kWp	2,00	
PV array area	m ²	20,0	
Power Conditioning			
Average inverter efficiency	%	90%	80% to 95%
Suggested inverter (DC to AC) capacity	kW (AC)	1,8	
Inverter capacity	kW (AC)	2,0	
Miscellaneous power conditioning losses	%	0%	0% to 10%

Annual Energy Production (9,70 months analysed)		Estimate	Notes/Range
Specific yield	kWh/m ²	72,0	
Overall PV system efficiency	%	8,7%	
PV system capacity factor	%	8,2%	
Renewable energy collected	MWh	1,599	
Renewable energy delivered	MWh	1,439	
	kWh	1 439	
Excess RE available	MWh	0,000	Complete Cost Analysis sheet

RETScreen® Solar Resource and System Load Calculation - Photovoltaic Project

Site Latitude and PV Array Orientation		Estimate	Notes/Range
Nearest location for weather data		Katowice	See Weather Database
Latitude of project location	°N	51,1	-90.0 to 90.0
PV array tracking mode	-	Fixed	
Slope of PV array	°	45,0	0.0 to 90.0
Azimuth of PV array	°	0,0	0.0 to 180.0

Monthly Inputs					
	Fraction of month used	Monthly average daily radiation on horizontal surface (kWh/m ² /d)	Monthly average temperature (°C)	Monthly average daily radiation in plane of PV array (kWh/m ² /d)	Monthly solar fraction (%)
Month	(0 - 1)				
January	1,00	0,79	-2,8	1,54	-
February	1,00	1,45	-1,5	2,34	-
March	1,00	2,37	2,1	3,00	-
April	1,00	3,51	7,5	3,76	-
May	1,00	4,64	12,5	4,45	-
June	0,50	4,72	16,2	4,30	-
July	0,20	4,94	17,4	4,61	-
August	0,20	4,17	16,8	4,29	-
September	0,80	2,75	13,1	3,24	-
October	1,00	1,93	8,4	2,99	-
November	1,00	0,89	3,6	1,55	-
December	1,00	0,61	-0,5	1,22	-
			Annual	Season of use	
Solar radiation (horizontal)		MWh/m ²	1,00	0,69	
Solar radiation (tilted surface)		MWh/m ²	1,14	0,83	
Average temperature		°C	7,7	5,6	

Load Characteristics	Estimate
Application type	On-grid

[Return to Energy Model sheet](#)

RETScreen® Cost Analysis - Photovoltaic Project

Type of analysis: Pre-feasibility

Currency: Poland

Cost references: None

Initial Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
Feasibility Study							
Other - Feasibility study	Cost	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Development							
Other - Development	Cost	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Engineering							
Other - Engineering	Cost	1	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	0,0%	-	-
Energy Equipment							
PV module(s)	kWp	2,00	PLN 24 291	PLN 48 582	-	-	-
Transportation	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other -Komputer, mierniki	Cost	1	PLN 5 300	PLN 5 300	-	-	-
Credit - Energy equipment	Credit	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN 53 882	83,9%	-	-
Balance of Equipment							
Module support structure	m ²	20,0	PLN 100	PLN 2 000	-	-	-
Inverter	kW AC	2,0	PLN 1 900	PLN 3 800	-	-	-
Other electrical equipment	kWp	2,00	PLN -	PLN -	-	-	-
System installation	kWp	2,00	PLN 750	PLN 1 500	-	-	-
Transportation	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - Balance of equipment	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Credit - Balance of equipment	Credit	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN 7 300	11,4%	-	-
Miscellaneous							
Training	p-h	6	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	5%	PLN 61 182	PLN 3 059	-	-	-
Sub-total :				PLN 3 059	4,8%	-	-
Initial Costs - Total				PLN 64 241	100,0%	-	-

Annual Costs (Credits)	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Relative Costs	Quantity Range	Unit Cost Range
O&M							
Property taxes/Insurance	project	0	PLN -	PLN -	-	-	-
O&M labour	p-h	16	PLN -	PLN -	-	-	-
Other - O&M	Cost	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Credit - O&M	Credit	0	PLN -	PLN -	-	-	-
Contingencies	%	0%	PLN -	PLN -	-	-	-
Sub-total :				PLN -	#DZIEL/0!	-	-
Annual Costs - Total				PLN -	#DZIEL/0!	-	-

Periodic Costs (Credits)	Unit	Period	Unit Cost	Amount	Interval Range	Unit Cost Range
Inverter Repair/Replacement	Cost	12 yr	PLN -	PLN -	-	-
			PLN -	PLN -	-	-
			PLN -	PLN -	-	-
End of project life		-	PLN -	PLN -	-	Go to GHG Analysis sheet

RETScreen® Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Photovoltaic Project

Use GHG analysis sheet?

Type of analysis:

Background Information

Project Information		Global Warming Potential of GHG	
Project name	B1_G2	1 tonne CH ₄ =	21 tonnes CO ₂ (IPCC 1996)
Project location	Lędziny, Polska	1 tonne N ₂ O =	310 tonnes CO ₂ (IPCC 1996)

Base Case Electricity System (Baseline)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Coal	94,0%	94,6	0,0020	0,0030	35,0%	11,0%	1,105
Natural gas	1,4%	56,1	0,0030	0,0010	45,0%	11,0%	0,508
Large hydro	1,6%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	11,0%	0,000
Biomass	3,0%	0,0	0,0320	0,0040	25,0%	11,0%	0,031
Electricity mix	100,0%	287,4	0,0105	0,0096		11,0%	1,046

Proposed Case Electricity System (Photovoltaic Project)

Fuel type	Fuel mix (%)	CO ₂ emission factor (kg/GJ)	CH ₄ emission factor (kg/GJ)	N ₂ O emission factor (kg/GJ)	Fuel conversion efficiency (%)	T & D losses (%)	GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)
Electricity system							
Solar	100,0%	0,0	0,0000	0,0000	100,0%	5,0%	0,000

GHG Emission Reduction Summary

Electricity system	Base case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	Proposed case GHG emission factor (t _{CO2} /MWh)	End-use annual energy delivered (MWh)	Annual GHG emission reduction (t _{CO2})
	1,046	0,000	1,368	1,43
	Net GHG emission reduction t _{CO2} /yr			1,43

[Complete Financial Summary sheet](#)

RETScreen® Financial Summary - Photovoltaic Project

Annual Energy Balance		B1_G2			
Project name	Lędziny, Polska			kWp	2,00
Project location				t _{co2} /yr	1,43
Renewable energy delivered	MWh	1,439	Net GHG reduction		
Firm RE capacity	kW	2,000	Net GHG emission reduction - 25 yrs	t _{co2}	35,77
Application type	On-grid				

Financial Parameters				
Avoided cost of energy	PLN/kWh	0,390	Debt ratio	%
RE production credit	PLN/kWh	-		0,0%
GHG emission reduction credit	PLN/t _{co2}	-	Income tax analysis?	yes/no
Avoided cost of capacity	PLN/kW-yr	-		No
Energy cost escalation rate	%	2,0%		
Inflation	%	2,0%		
Discount rate	%	6,5%		
Project life	yr	25		

Project Costs and Savings				
Initial Costs			Annual Costs and Debt	
Feasibility study	0,0%	PLN	O&M	PLN
Development	0,0%	PLN	Fuel	PLN
Engineering	0,0%	PLN		
Energy equipment	83,9%	PLN	Annual Costs and Debt - Total	PLN
Balance of equipment	11,4%	PLN	Annual Savings or Income	
Miscellaneous	4,8%	PLN	Energy savings/income	PLN
Initial Costs - Total	100,0%	PLN	Capacity savings/income	PLN
Incentives/Grants		PLN		561
		51 393	Annual Savings - Total	PLN
				561
Periodic Costs (Credits)				
Inverter Repair/Replacement		PLN		
		PLN		
		PLN		
End of project life -		PLN		

Financial Feasibility				
Pre-tax IRR and ROI	%	2,7%	Calculate energy production cost?	yes/no
After-tax IRR and ROI	%	2,7%	Calculate GHG reduction cost?	yes/no
Simple Payback	yr	22,9	Project equity	PLN
Year-to-positive cash flow	yr	18,7		64 241
Net Present Value - NPV	PLN	(4 448)		
Annual Life Cycle Savings	PLN	(365)		
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	0,93		

Yearly Cash Flows		Pre-tax	After-tax	Cumulative
Year #	PLN	PLN	PLN	PLN
0	(12 848)	(12 848)	(12 848)	(12 848)
1	573	573	573	(12 276)
2	584	584	584	(11 692)
3	596	596	596	(11 096)
4	608	608	608	(10 488)
5	620	620	620	(9 868)
6	632	632	632	(9 236)
7	645	645	645	(8 591)
8	658	658	658	(7 933)
9	671	671	671	(7 262)
10	684	684	684	(6 578)
11	698	698	698	(5 880)
12	712	712	712	(5 168)
13	726	726	726	(4 442)
14	741	741	741	(3 701)
15	756	756	756	(2 945)
16	771	771	771	(2 175)
17	786	786	786	(1 389)
18	802	802	802	(587)
19	818	818	818	231
20	834	834	834	1 065
21	851	851	851	1 916
22	868	868	868	2 784
23	885	885	885	3 669
24	903	903	903	4 572
25	921	921	921	5 493

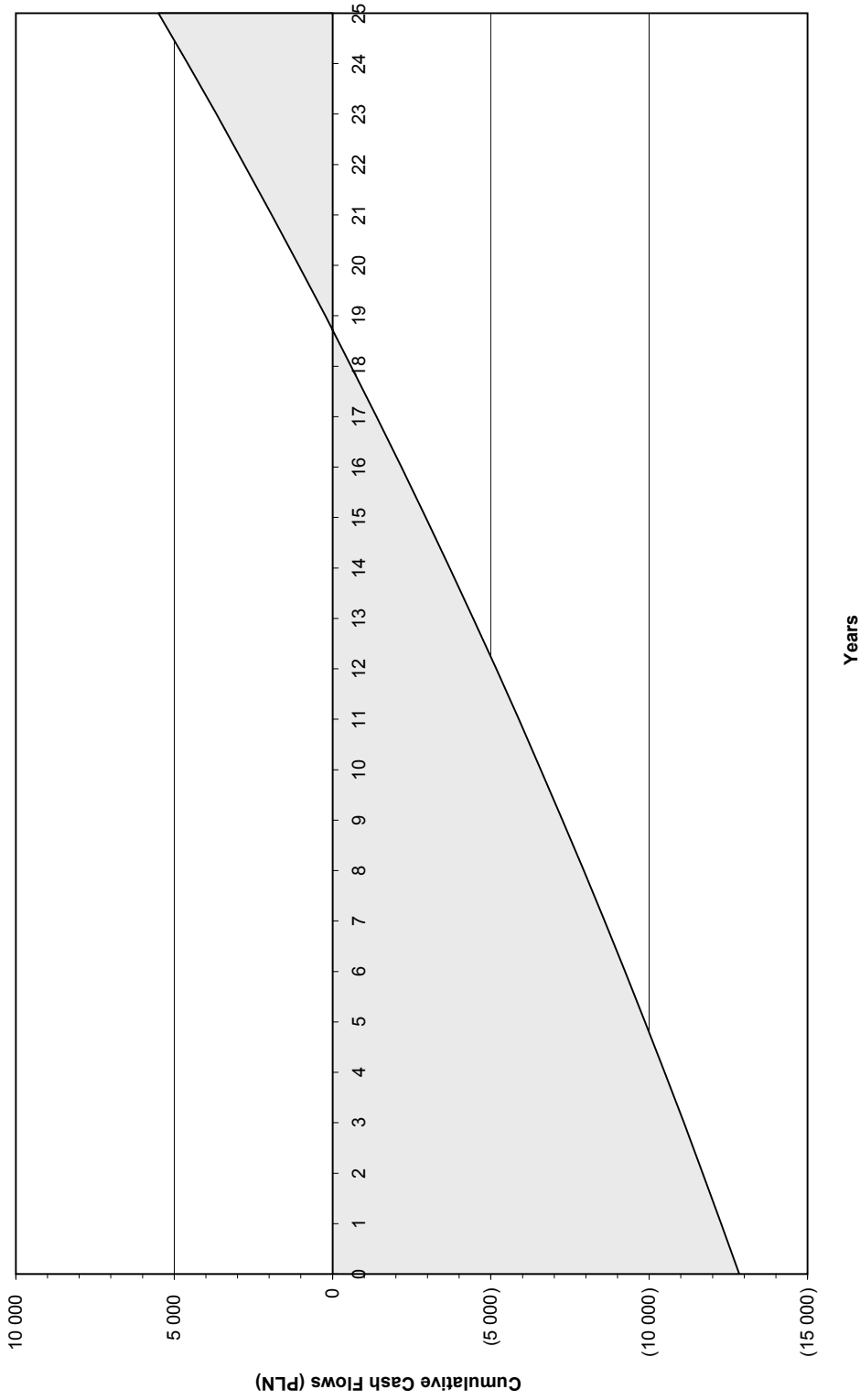
Cumulative Cash Flows Graph

Photovoltaic Project Cumulative Cash Flows B1_G2, Łędziny, Polska

Renewable energy delivered (MWh/yr): 1,439

Total Initial Costs: PLN 64 241

Net average GHG reduction (t_{co2}/yr): 1,43



IRR and ROI: 2.7%

Year-to-positive cash flow: 18.7 yr

Net Present Value: PLN -4 448

Załącznik 4

Analiza opłacalności zastąpienia kotła węglowego w budynku mieszkalnym jednorodzinny na kocioł opalany biomasą.

Ustawienia		
Language - Langue - Język	Polish - Polski	Online manual - English
Waluta	Polska	<input checked="" type="checkbox"/> System metryczny
Nazwa projektu	Kotłownia na biomasę w domu jednorodzinnym	<input type="checkbox"/> System brytyjski
Lokalizacja projektu		Lędziny
Proponowany projekt		Tylko ogrzewanie
Uzupelnij arkusz zapotrzebowania i siec		
<input checked="" type="checkbox"/> Ciepło spalania (Wg) <input checked="" type="checkbox"/> Wartość opalowa (Wd)		

Charakterystyka planowanego systemu	Jednostka	Wartości	%	Prezentacja graficzna konfiguracji systemu
Ciepło				
Obciążenie podstawowe - ciepło				
Typ		System biomasowy		
Moc	kW	19,0	101,3%	
Ciepło dostarczone	MWh	49	100,0%	
Obciążenie szczytowe - ciepło				
Typ		Kocioł		
Rodzaj paliwa		Gaz ziemny - m³		
Cena paliwa	PLN/m³	1,450		
Proponowana moc	kW	0,0		
Moc	kW	0,0	0,0%	Szukaj w KU
Ciepło dostarczone	MWh	0	0,0%	
Producent				
Model				
Sprawność sezonowa	%	65%		
Zasilanie awaryjne - ciepło (opcjonalnie)				
Typ				
Moc	kW	0,0		

Planowany system - posumowanie	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa - jednostka	Zużycie paliwa	Moc (kW)	Dostarczona energia (MWh)	Czy uwzględnić korzyści z Czystej Energii?
Ciepło						
Obciążenie podstawowe	Odpady leśne	t	14	19	49	<input type="checkbox"/>
Obciążenie szczytowe	Gaz ziemny	m³	0	0	0	<input type="checkbox"/>
			Razem	19	49	

[Uzupelnij arkusz analizy kosztów](#)

Część ciepłownicza

Wzrostki lokalne	Wartości
Najniższa stępnia meteorologiczna	Katowice-Pyznowice
Stępnia ogrzewania pomieszczeń (°C (rocznie))	3,487
Zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	20%
Wymagowane stępnia odzwo	2,834
Redukcja zapotrzebowania mocy maksymalnej	

Uwagi/zauwazy

[Szczegolna baza klimatyczna](#)

[Uzyskany stan na miesiacze](#)

0% do 25%

0 do 10 °C-8d

Dane miesieczne		°C-d	
Miesiac	Styczn	133	143
Luty	57	276	276
Martec	6	295	295
Wiosen			
Leto			
Jesien			
Zim			

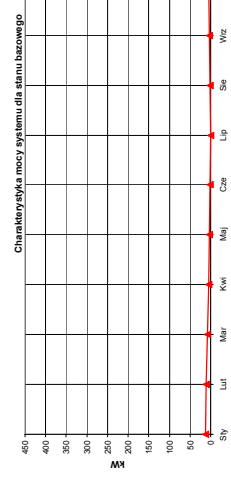
Dane miesieczne		°C-d	
Miesiac	Styczn	133	143
Luty	57	276	276
Martec	6	295	295
Wiosen			
Leto			
Jesien			
Zim			

System ciepłownicz - stan bazowy

Powierzchnia ogrzewana budynków	150
Rodzaj paliwa	Węgiel
Skuteczność sezonowa	70%
Obliczanie zapotrzebowania ciepłownicz	
Jedn. zap. ciepłownicz - budynek	125,0
Łączne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	18,8
Łączne szczytowe zapotrzebowanie mocy	8
Cena paliwa	440,000 PLN
Planowana przedsięwzięcia energoszczędności	3,432
Przebiegnięcia energoszczędności - odbiory końcowe	6%
Przebiegnięcia energoszczędności - odbiory pośrednie	14%
Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	149

Charakterystyka mocy systemu - stan bazowy

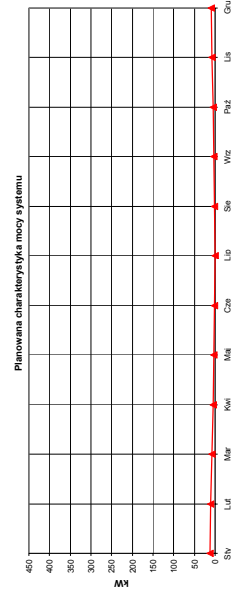
Miesiąc	Ogrzewanie moc średnia MW	Ogrzewanie moc średnia MWh
Styczeń	10	10
Luty	7	7
Marzec	3	3
Wielocień	3	3
Maj	2	2
Czerwiec	2	2
Lipiec	1	1
Sierpień	1	1
Wrzesień	3	3
Pazdziernik	5	5
Listopad	5	5
Grudzień	10	10
Moc szczytowa roczna	19	19



Charakterystyka mocy systemu dla stanu bazowego

Planowana charakterystyka mocy systemu

Miesiąc	Ogrzewanie moc średnia MW	Ogrzewanie moc średnia MWh
Styczeń	10	10
Luty	7	7
Marzec	3	3
Wielocień	3	3
Maj	2	2
Czerwiec	2	2
Lipiec	1	1
Sierpień	1	1
Wrzesień	3	3
Pazdziernik	5	5
Listopad	5	5
Grudzień	10	10
Moc szczytowa roczna	19	19



Planowana charakterystyka mocy systemu

Planowana moc i zapotrzebowanie
Odczytanie mocy w MW
Zapotrzebowanie energii przez system
MWh

Odczytanie	Zapotrzebowanie
18,9	49

[Uzależni akviz. zasobu i urządzeń](#)

[Uzależni akviz. zasobu i urządzeń](#)

Planowany system ciepłowniczy				
Wybór systemu	Obciążenie podstawowe systemu			
Obciążenie podstawowe - ciepło				
Typ	System biomasowy			
Metoda wyboru paliwa	Pojedyncze paliwo			
Rodzaj paliwa	Odpady leśne			
Cena paliwa	PLN/t	220,000		
System biomasowy				
Moc	kW	19,0	101,3%	Szukaj w katalogu urządzeń
Ciepło dostarczone	MWh	49	100,0%	
Producent				
Model				
Sprawność sezonowa	%	70%		
Typ kotła	Gorąca woda			
Zapotrzebowanie paliwa	GJ/h	0,1		

[Powrót do modelu systemu](#)

RETScreen Analiza kosztów - Część ciepłownicza

Ustawienia - Kociołnia na biomasę w domu jednorodzinnym - Łędziny

Wstępna analiza wyk. Koszty odniesienia Koszty odniesienia

 Analiza wykonalności Obca waluta

Koszty (korzyści) początkowe	Jednostka	Ilość	Koszt jedn.	Wartość	Koszty względne
Studium wykonalności					
Studium wykonalności	koszt	0	PLN 13 000	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN -	0,0%
Przygotowanie wdrożenia					
Przygotowanie wdrożenia	koszt	0	PLN 10 000	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN -	0,0%
Projektowanie					
Projektowanie	koszt	0	PLN 30 000	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN -	0,0%
System ciepłowniczy					
Obciążenie podstawowe - System biomasowy	kW	19,0	PLN 180	PLN 3 420	-
Przedsięwzięcia energooszczędne	projekt	0	PLN 7 000	PLN -	-
Użytkownika	koszt	0	PLN 2 000	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN 3 420	95,2%
Pozostałe koszty					
Pozostałe koszty	koszt	0	PLN 10 000	PLN -	-
Rezerwa na nieprzewidziane wydatki	%	5,0%	PLN 3 420	PLN 171	-
Odsetki w trakcie budowy	8,00%	0 miesięcy(ąca)	PLN 3 591	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN 171	4,8%
Łączne koszty początkowe				PLN 3 591	100,0%

Koszty (korzyści) roczne	Jednostka	Ilość	Koszt jedn.	Wartość	Koszty względne
Eksploatacja i konserwacja					
Części i robocizna	projekt	0	PLN 2 500	PLN -	-
Eksploatacja i konserwacja	koszt	0	PLN 10	PLN -	-
Rezerwa na nieprzewidziane wydatki	%	5,0%	PLN -	PLN -	-
Suma częściowa:				PLN -	0,0%
Paliwo					
Odpady leśne	t	14	PLN 220,000	PLN 3 107	-
Suma częściowa:				PLN 3 107	100,0%
Łączne koszty roczne				PLN 3 107	100,0%

Koszty (korzyści) okresowe	Jednostka	Rok	Koszt jedn.	Wartość
Remont	koszt	10	PLN -	PLN -
				PLN -
				PLN -
Wartość na koniec życia projektu				PLN -

[Przejdź do arkusza oceny emisji GHG](#)

RETScreen Ocena redukcji emisji gazów cieplarnianych (GHG) - Część ciepłownicza

Ustawienia - Kociołnia na biomasę w domu jednorodzinnym - Łędzin

- Ocena emisji GHG
 Potencjalny projekt w ramach CDM

- Analiza uproszczona
 Analiza standardowa
 Analiza użytkownika

Potencjał efektu cieplarnianego GHG

21 ton CO2 = 1 tona CH4 (IPCC 1996)
 310 ton CO2 = 1 tona N2O (IPCC 1996)

Stan bazowy systemu, zestawienie emisji GHG (stan referencyjny)

Rodzaj paliwa	Struktura paliw %	Współczynnik emisji CO2 kg/GJ	Współczynnik emisji CH4 kg/GJ	Współczynnik emisji N2O kg/GJ	Zużycie paliwa MWh	Współczynnik emisji GHG tCO2/MWh	Emisja GHG tCO2
Węgiel	100,0%	95,8	0,0150	0,0030	71	0,350	25
Razem	100,0%	95,8	0,0150	0,0030	71	0,350	25

Stan planowany systemu, zestawienie emisji GHG (Część ciepłownicza)

Rodzaj paliwa	Struktura paliw %	Współczynnik emisji CO2 kg/GJ	Współczynnik emisji CH4 kg/GJ	Współczynnik emisji N2O kg/GJ	Zużycie paliwa MWh	Współczynnik emisji GHG tCO2/MWh	Emisja GHG tCO2
Odpady leśne	100,0%	0,0	0,0320	0,0040	71	0,007	0
Razem	100,0%	0,0	0,0320	0,0040	71	0,007	0

Zestawienie redukcja emisji GHG

	Stan bazowy emisji GHG tCO2	Stan planowany emisji GHG tCO2	Roczna red. emisji GHG brutto tCO2	Kredyty węglowe - opt. trans. %	Roczna red. emisji GHG netto tCO2
Część ciepłownicza	25	0	24	0%	24
Roczna redukcja emisji GHG netto	24,2	tCO2	odpowiada	4,9	nieużywany samoch. osobowy i dostawczy.

[Uzupełnij arkusz analizy finansowej](#)

Zestawienie rocznych kosztów paliwa - Kociołnia na biomasę w domu jednorodzinnym - Łędziny				
	Obciążenie szczytowe kW	Zapotrze- bowanie energii MWh	Cena energii końcowej PLN/MWh	Koszty paliwa PLN
Stan bazowy systemu				
Ciepło	19	49	69,49	3 432
Koszty paliwa - stan bazowy				3 432
Planowany system	Moc kW	Dostarczona energia MWh	Cena energii końcowej PLN/MWh	Koszty paliwa PLN
Ciepło	19	49	62,92	3 107
Koszty paliwa - stan planowany				3 107

Roczne przepływy pieniężne			
Rok #	Przed opodatk.	Po opodatk.	Skumulowane
	PLN	PLN	PLN
0	(3 591)	(3 591)	(3 591)
1	331	331	(3 260)
2	338	338	(2 922)
3	345	345	(2 577)
4	351	351	(2 226)
5	358	358	(1 868)
6	366	366	(1 502)
7	373	373	(1 129)
8	380	380	(749)
9	388	388	(360)
10	396	396	35
11	404	404	439
12	412	412	851
13	420	420	1 271
14	428	428	1 699
15	437	437	2 136
16	446	446	2 582
17	455	455	3 037
18	464	464	3 500
19	473	473	3 973
20	482	482	4 456
21	492	492	4 948
22	502	502	5 450
23	512	512	5 962
24	522	522	6 484
25	533	533	7 017

Parametry finansowe			
Ogólne			
Wskaźnik wzrostu kosztów paliwa	%		2,0%
Stopa inflacji	%		2,0%
Stopa dyskonta	%		6,5%
Czas trwania projektu	rok		25
Finansowe			
Zachęty i granty	PLN		
Wskaźnik zadłużenia	%		0,0%
Kapitał	PLN		3 591
Analiza podatku dochodowego			

Zestawienie kosztów i oszczędności/przychodów			
Koszty początkowe			
Studium wykonalności	0,0%	PLN	-
Przygotowanie wdrożenia	0,0%	PLN	-
Projektowanie	0,0%	PLN	-
System ciepłowniczy	95,2%	PLN	3 420
Pozostałe koszty	4,8%	PLN	171
Łączne koszty początkowe	100,0%	PLN	3 591
Roczne koszty i spłaty zadłużenia			
Eksplotacja i konserwacja		PLN	-
Koszty paliwa - stan planowany		PLN	3 107
Łączne koszty roczne		PLN	3 107
Koszty (korzyści) okresowe			
Roczne oszczędności i przychody			
Koszty paliwa - stan bazowy		PLN	3 432
Łączne roczne oszczędności i przychody		PLN	3 432

Roczne przychody			
Przychody z tytułu premii (rabatów)			
Przychody ze sprzedaży en. elektrycznej			
Przychody z produkcji Czystej Energii (CE)			
Przychód z redukcji GHG			
Redukcja emisji GHG netto	tCO2/yr		24
Redukcja emisji GHG netto - 25 lat	tCO2		604

Wykonalność finansowa			
IRR przed opodatkowaniem - kapitał	%		9,7%
IRR przed opodatkowaniem - aktywa	%		9,7%
IRR po opodatkowaniu - kapitał	%		9,7%
IRR po opodatkowaniu - aktywa	%		9,7%
Prosty okres zwrotu	rok		11,1
Zwrot kapitału	rok		9,9
Wartość bieżąca netto (NPV)	PLN		1 268
Roczne oszczędności w cyklu żywotności	PLN/rok		104
Stosunek korzyści-kosztów (K-K)	-		1,35
Koszt redukcji emisji GHG	PLN/tCO2		(4)

