

4. Efekt ekologiczny wynikający z realizacji Programu ograniczenia niskiej emisji w 2011 r.

Wymiana niskosprawnego źródła ciepła jest najbardziej efektywnym energetycznie przedsięwzięciem racjonalizatorskim przy jednocześnie relatywnie niskich kosztach. Zastosowanie sprawniejszego urządzenia przyczynia się do zmniejszenia zużycia energii zawartej w paliwie. Zmiana źródła na bardziej efektywne energetycznie często wiąże się koniecznością stosowania droższych paliw, przez co niejednokrotnie uzyskany efekt energetyczny jest kompensowany, a wręcz bywa często tak, że po modernizacji koszty ogrzewania są wyższe niż przed. Sytuacja taka może mieć miejsce np. przy wymianie kotła węglowego na gazowy. Sprawność średnioroczna kotła gazowego może być 30-50% wyższa niż starego węglowego, natomiast cena ciepła wytwarzana z gazu jest od 80-120% wyższa niż wytwarzanego z węgla. Węgiel kamienny nadal jest najtańszym paliwem, ale nie należy się spodziewać aby kiedykolwiek był tańszy niż obecnie. Przewidywane są dalsze wzrosty cen paliw kopalnych w najbliższych latach. Stosowanie bardziej ekologicznych paliw, ale jednocześnie dużo wygodniejszych w eksploatacji podnosi koszty ogrzewania budynków. Ostatecznie wyboru oraz rodzaju i typu źródła ciepła dokonują użytkownicy, lecz najważniejszymi kryteriami wyboru urządzenia objętego dofinansowaniem w ramach Programu jest kryterium sprawności energetycznej oraz kryterium ekologiczne.

KOTŁY GAZOWE

Kotły gazowe są urządzeniami o wysokiej sprawności energetycznej osiągającej 96%, a w przypadku kotłów kondensacyjnych dzięki wykorzystaniu ciepła skraplania pary wodnej zawartej w spalinach nawet powyżej 100%. Ze względu na funkcje, jakie może spełniać gazowy kocioł c.o. mamy do wyboru:

- kotły jednofunkcyjne, służące wyłącznie do ogrzewania pomieszczeń (mogą być dodatkowo rozbudowane o zasobnik wody użytkowej),
- kotły dwufunkcyjne, które służą do ogrzewania pomieszczeń i dodatkowo do podgrzewania wody użytkowej (w okresie letnim pracują tylko w tym celu).

Kotły dwufunkcyjne pracują z pierwszeństwem podgrzewu wody użytkowej (priorytet c.w.u.), tzn. kiedy pobierana jest ciepła woda, wstrzymana zostaje czasowo funkcja centralnego ogrzewania.

Biorąc pod uwagę rozwiązania techniczne, w ramach tych dwóch typów kotłów można wyróżnić: kotły stojące i wiszące. Ponadto mogą być wyposażone w otwartą komorę spalania (powietrze do spalania pobierane z pomieszczenia, w którym się znajduje) i zamkniętą (powietrze spoza pomieszczenia, w którym się znajduje). W obu przypadkach spaliny wprowadzane są poza budynek przewodem kominowym.

Kotły gazowe mogą być zasilane gazem sieciowym oraz gazem ciekłym LPG. Wadą tego drugiego rozwiązania jest wysoka cena paliwa i konieczność jego magazynowania.

KOTŁY OLEJOWE

Kotły olejowe są bardzo podobne w budowie do kotłów gazowych. Różnice występują głównie po stronie budowy palników. Średnia sprawność nominalna kotłów olejowych renomowanych producentów wynosi ok. 94%. Podobnie jak w przypadku kotłów gazowych wśród olejowych występują kotły kondensacyjne, jednak w przypadku kotłów olejowych udział pary wodnej w spalinach jest zdecydowanie mniejszy niż w kotłach gazowych, co powoduje, że dodatkowy uzysk energetyczny jest mniejszy.

Kotły olejowe, po wymianie palnika, mogą być eksploatowane również jako gazowe.

W kotłach olejowych nie ma możliwości zastosowania pełnego priorytetu c.w.u. i dlatego do instalacji musi być dołączony (lub wbudowany) moduł z częściową lub pełną akumulacją ciepła. Zaletami kotłów olejowych jest możliwość stosowania ich na obszarach nie objętych siecią gazową. Wadą zaś wysoka cena paliwa oraz konieczność magazynowania oleju w specjalnych zbiornikach.

KOTŁY WĘGLOWE Z AUTOMATYCZNYM PODAJNIKIEM PALIWA

Obecnie na polskim rynku istnieje duża grupa producentów oferujących nowoczesne zautomatyzowane kotły węglowe wraz ze stosownymi atestami energetycznymi i ekologicznymi. Dostępne są jednostki o mocach od 15 kW do kilku MW.

Badania prowadzone w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrzu potwierdzają, że przy zastosowaniu odpowiedniego paliwa sprawność kotłów automatycznych przekracza nawet 90%. Wydatki poniesione na wymianę kotła i adaptację kotłowni rekompensuje późniejsza tańsza eksploatacja. Koszt produkcji ciepła w kotłach niskoemisyjnych z zastosowaniem wysokogatunkowego paliwa jest do 30% niższy od ogrzewania za pomocą tradycyjnych kotłów węglowych.

Praca kotła automatycznego, podobnie jak w kotłach olejowych i gazowych, sterowana jest układem automatyki, pozwalającym utrzymać zadaną temperaturę w ogrzewanych pomieszczeniach oraz regulację temperatury w ciągu doby. Ponadto palenisko w tego typu kotłach wyposażone jest w układ samoczyszczący.

W małych kotłach uzupełnianie zasobnika węglowego odbywa się raz na 3-6 dni, bez konieczności dodatkowej obsługi. Węgiel dozowany jest do paleniska za pomocą podajnika mechanicznego w dokładnych ilościach, gdzie następnie jest spalany pod nadmuchem powietrza zapewniając żądany komfort cieplny pomieszczeń. Ponadto ilość wytwarzanego popiołu jest niewielka, co jest spowodowane efektywnym spalaniem oraz tym, że kotły te przystosowane są do spalania odpowiednio przygotowanych wysokogatunkowych rodzajów węgla. Użycie paliwa złej jakości może spowodować zapchanie podajnika paliwa lub powstanie zbyt dużej zgorzeli w palenisku, co grozi uszkodzeniem kotła. W urządzeniach tych nie można spalać również odpadów komunalnych i bytowych, powodujących trudne do oszacowania emisje, w tym również związków bardzo szkodliwych (jak np. dioksyny i furany), a co nadal jest popularne przy stosowaniu tradycyjnych palenisk węglowych.

W wielu urządzeniach producenci dopuszczają spalanie biomasy w formie odpowiednio przygotowanych peletów, ale również miału węglowego.

KOTŁY NA PELETY DRZEWNE

Konstrukcje kotłów automatycznych na pelety (paliwo granulowane) i brykiety drzewne podobna jest do kotłów węglowych retortowych i wyposażone są w zautomatyzowany system podawania paliwa oraz doprowadzania powietrza do spalania. Kotły te również nie wymagają stałej obsługi i mogą współpracować z automatyką pogodową. Paliwo umieszczane jest w zasobniku, skąd jest pobierane przez podajnik z napędem elektrycznym sterowany automatycznie w zależności od warunków atmosferycznych. Automatycznie steruje także wentylatorem dozującym powietrze do spalania. Paliwo uzupełnia się co kilka dni, w zależności od wielkości zasobnika i warunków zewnętrznych.

KOTŁY ELEKTRYCZNE

Kotły elektryczne przeznaczone są do instalacji wodnych centralnego ogrzewania. Zastosowane elektroniczne układy sterujące zapewniają pracę kotła w cyklu automatycznym, łatwą obsługę oraz wysoki komfort cieplny w ogrzewanych pomieszczeniach. Na polskim rynku oferowane są w różnych wersjach umożliwiających dobór urządzenia najlepiej dopasowanego do potrzeb użytkownika. Dostępne są moce od kilku do kilkudziesięciu kW. Zaletą tego rozwiązania jest brak konieczności budowy komina, wkładów kominowych ani nawet kotłowni.

Kotły elektryczne występują w wersjach jedno i dwufunkcyjnych. W obu przypadkach mogą działać jako przepływowe (na bieżąco ogrzewają przepływającą wodę) lub akumulacyjne (gromadzą nagrzaną wodę w cieplnie izolowanym zbiorniku o dużej pojemności). Przepływowe sprawdzają się przede wszystkim przy nowoczesnych instalacjach o małej pojemności zładu (wody grzejnej w obiegu instalacji). Utrzymanie stałej temperatury w pomieszczeniach osiąga się w nich przez precyzyjną regulację intensywności ogrzewania.

POMPY CIEPŁA

Pompa ciepła jest urządzeniem, które 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.

Ze względu na niską temperaturę wytwarzaną w pompie ciepła (optymalnie ok. 30-40 °C) odradza się stosowanie ogrzewania pompą ciepła wraz z tradycyjnymi grzejnikami lub z systemem mieszanym kaloryferowo-podłogowym. Minimalna temperatura c.o. z kaloryferami wynosi 50 °C.

SOLARNE PODGRZEWANIE WODY

Sercem systemu solarnego jest kolektor słoneczny. 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).

Zasada działania układu kolektorów słonecznych jest stosunkowo prosta. Słońce ogrzewa absorber kolektora i krążący w nim nośnik ciepła, którym zazwyczaj jest mieszanina wody i glikolu. Nośnik ciepła za pomocą pompy obiegowej (rzadziej grawitacyjnie) transportowany jest do dolnego wymiennika ciepła, gdzie przekazuje swoją energię cieplną wodzie. 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 3K (stopnie Kelvina). Gdy różnica ta będzie mniejsza może się okazać, że zużyta energia elektryczna na pracę pompki obiegowej przewyższa wartością uzyskaną energię słoneczną. W przypadku gdy promieniowanie słoneczne nie wystarcza do nagrzania wody do wymaganej temperatury, to wówczas dogrzewanie wody następuje 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.

PRZYŁĄCZE SIECI CIEPŁOWNICZEJ ORAZ OGRZEWANIE ELEKTRYCZNE

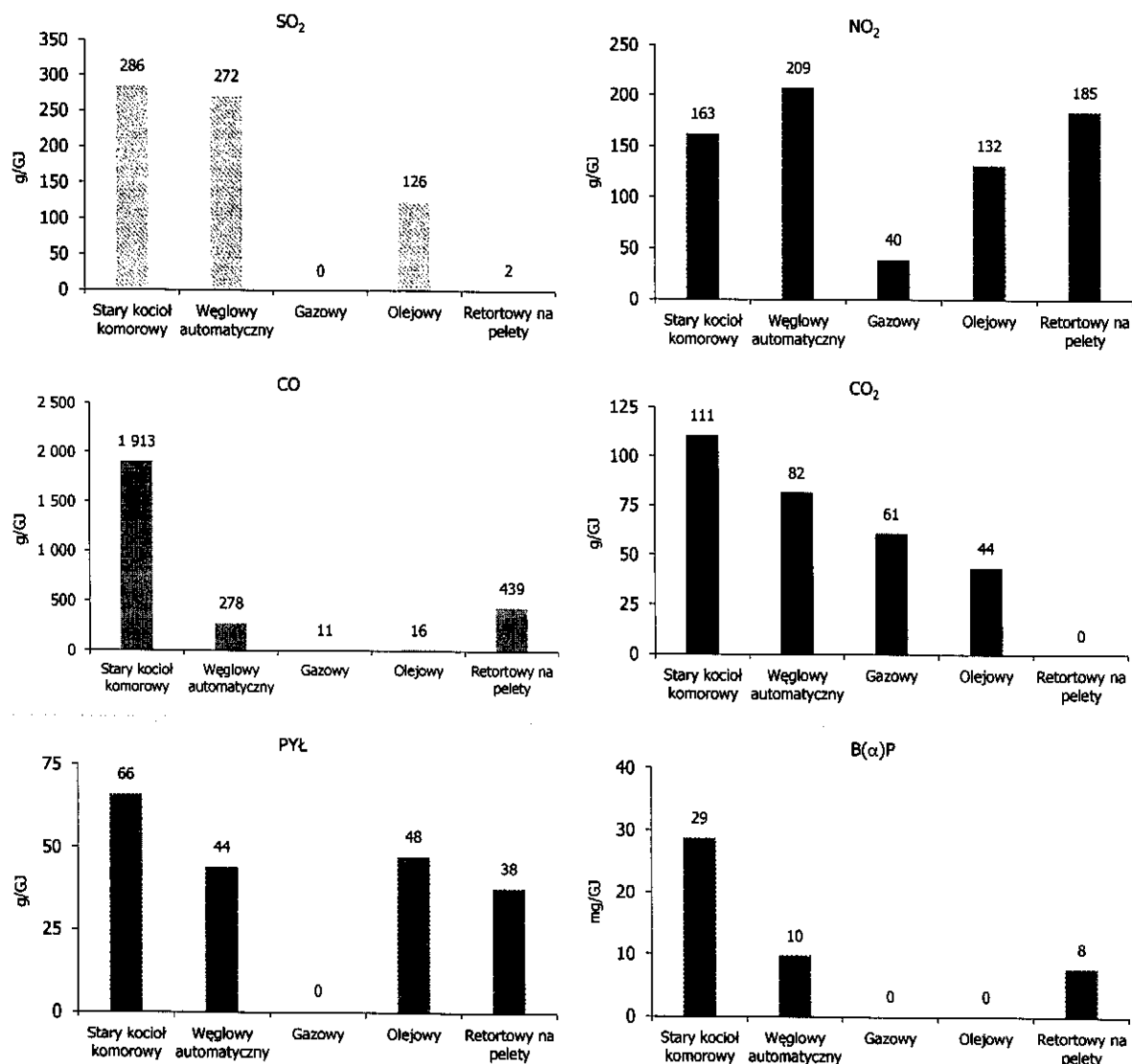
Przyłączenie budynku do sieci ciepłowniczej poprzez wymiennik ciepła oraz zastąpienie kotłowni opalanej paliwami kopalnymi w budynku na ogrzewanie elektryczne, całkowicie eliminuje niską emisję substancji szkodliwych do atmosfery z takiego budynku. Należy jednak pamiętać, że w efekcie globalnym emisja ta wystąpi w postaci emisji wysokiej (ciepłownia, elektrociepłownia, elektrownia).

4.1. Emisja jednostkowa zanieczyszczeń powietrza w odniesieniu na jednostkę energii użytecznej dla poszczególnych źródeł ciepła

Efekty ekologiczne w postaci wskaźników jednostkowych niskiej emisji zanieczyszczeń uzyskane dla poszczególnych typów kotłów odniesione do ciepła użytecznego pokazuje poniższa tabela oraz rysunek 4.1. Przejście z tradycyjnego ogrzewania polegającego na spalaniu paliw na ogrzewanie z wykorzystaniem energii elektrycznej, w tym z zastosowaniem pompy ciepła oraz ciepła sieciowego powoduje całkowitą likwidację emisji niskiej. Oznacza to, że wskaźniki niskiej emisji dla tych nośników energii wynoszą 0 g/GJ. Należy pamiętać, że produkcja energii elektrycznej w polskim systemie elektroenergetycznym, a także produkcja ciepła sieciowego obarczone są pewnym oddziaływaniem na środowisko, lecz nie stanowi to problemu lokalnego, a globalny. Zamiana nośników energii spalanych lokalnie w kotłowniach przydomowych na zasilane energią elektryczną i ciepło sieciowe przyczynia się do całkowitej eliminacji niskiej emisji w tych budynkach, w których ww. nośniki są używane. Obliczenia emisji zanieczyszczeń dla spalania biomasy przeprowadzono w oparciu o dane ze świadectw na „znak bezpieczeństwa ekologicznego” kotłów zasilanych peletami drzewnymi.

Tabela 4.1 Emisja jednostkowa zanieczyszczeń powietrza w odniesieniu na jednostkę energii użytecznej dla poszczególnych źródeł ciepła

Rodzaj kotła / ogrzewania	Sprawność	CO	SO ₂	NO ₂	Pył	B(α)P	CO ₂
		g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	mg/GJ	kg/GJ
Stary kocioł komorowy	62%	1912,7	285,9	162,7	66,1	28,8	110,7
Węglowy automatyczny	85%	277,5	272,0	208,5	44,2	9,8	81,6
Gazowy	92%	11,2	0,0	39,8	0,5	0,0	61,0
Olejowy	89%	15,9	125,6	132,2	47,6	0,0	43,6
Retortowy na pelety	85%	439,2	1,8	185,0	37,9	7,7	0,0



Rysunek 4.1 Emisja jednostkowa z poszczególnych źródeł ciepła

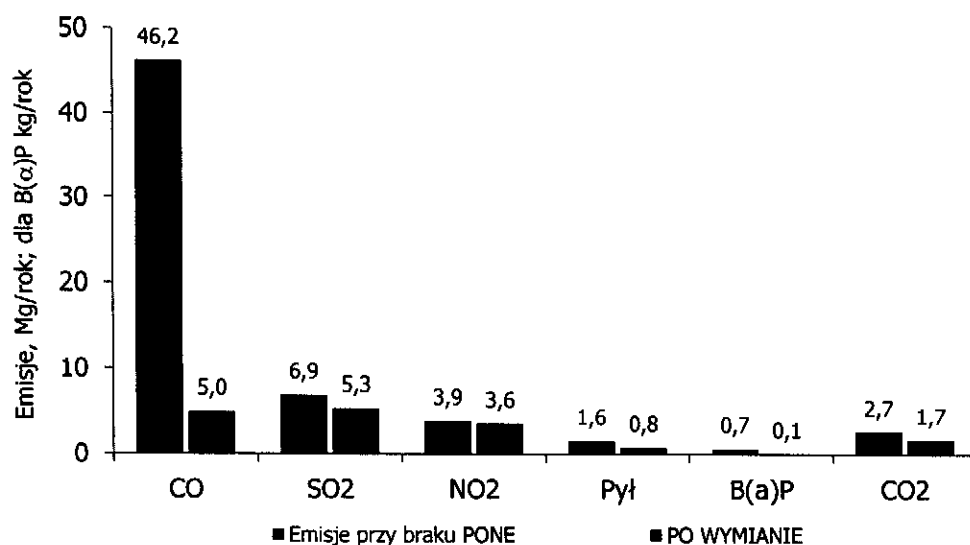
4.2. Efekt ekologiczny wynikający z wymiany źródeł ciepła w budynkach starych

W celu oszacowania efektu ekologicznego wynikającego z wymiany starych, nieekologicznych źródeł ciepła na nowe, posłużono się informacjami zawartymi we wnioskach o udzielenie dotacji oraz charakterystykami energetyczno-ekologicznymi nowych kotłów zawartymi w świadectwach badania na „znak bezpieczeństwa ekologicznego” wydawanych przez uprawnione do tego instytucje, jak np. ICHPW w Zabrze, a także wskaźnikami emisji zawartymi w Materiałach informacyjno-instruktażowych Ministerstwa Zasobów Naturalnych i Leśnictwa 1/96. Każde świadectwo ekologiczne urządzenia zawiera informacje o sprawności urządzenia oraz ilościach emitowanych w spalinach wybranych substancji. Ilość spalin powstających w kotłach w procesie spalania paliw wynika ze stechiometrii spalania, a więc zależy od rodzaju i jakości spalanego paliwa oraz ilości dostarczanego powietrza (bezwymiarowy współczynnik nadmiaru powietrza λ). W celu

obliczenia ilości zużytego paliwa przez poszczególne urządzenia koniecznym było określenie zapotrzebowania na ciepło budynków ogrzewanych tymi urządzeniami przy uwzględnieniu sprawności tych urządzeń. Do obliczenia zapotrzebowania na ciepło budynków objętych programem przyjęto średnie dla budynków mieszkalnych jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło na poziomie 0,8 GJ/m²rok. Dla określenia emisji zanieczyszczeń stanu bazowego wymiany kotłów w budynkach starych posłużono się średnimi wskaźnikami emisji ze świadectw ekologicznych dla kotłów węglowych komorowych oraz średnią sprawnością dla starszych (powyżej 5 lat) kotłów tego typu, określoną na poziomie 62%. Należy podkreślić, że zmiana systemu ogrzewania na system oparty o ciepło sieciowe oraz energię elektryczną, w tym pompy ciepła całkowicie eliminuje niską emisję zamieniając ją na emisję wysoką. Efekty ekologiczne uzyskane w wyniku realizacji Programu w budynkach starych pokazano w tabeli 4.2 oraz na rysunku 4.2.

Tabela 4.2 Wielkości emisji substancji szkodliwych do atmosfery z dofinansowanych w ramach programu źródeł ciepła oraz uzyskany efekt ekologiczny (redukcja niskiej emisji)

Rodzaj źródła ciepła	CO	SO ₂	NO ₂	Pył	B(α)P	CO ₂
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	g/rok	Mg/rok
Kotły węglowe automat.	4805,8	5311,0	3317,2	792,0	100,2	1423,2
Kotły gazowe	56,2	0,0	199,8	2,3	0,0	306,5
Kotły olejowe	4,4	35,2	37,0	13,3	0,0	12,2
Kotły retortowe na pelety	135,6	0,6	57,1	11,7	2,4	0,0
Emisje po wdrożeniu PONE	5 002,1	5 346,7	3 611,1	819,4	102,6	1 741,9
Emisje przy braku PONE	46 221,1	6 908,5	3 931,1	1 596,9	695,6	2 675,6
Redukcja bezwzględna	41 219,0	1 561,8	320,0	777,5	593,0	933,7
Redukcja względna	89,2%	22,6%	8,1%	48,7%	85,3%	34,9%



Rysunek 4.2 Roczne emisje substancji szkodliwych do atmosfery w budynkach starych objętych programem w 2011 roku (przed realizacją i po wymianie)

Z analizy wynika, że w wyniku realizacji programu uzyskano wyraźny efekt ekologiczny objawiający się ograniczeniem emisji substancji szkodliwych do atmosfery powstających w wyniku spalania paliw i zużycia energii do pokrycia potrzeb grzewczych budynków i mieszkań. Uzyskana redukcja emisji jest wynikiem zmiany niskosprawnych źródeł ciepła na wysokosprawne, a także zmiany struktury paliw i energii wykorzystywanych do celów grzewczych.

4.3. Efekt ekologiczny wynikający z unikniętej emisji zanieczyszczeń ze źródeł ciepła w budynkach nowych w wyniku zastosowania ekologicznych źródeł

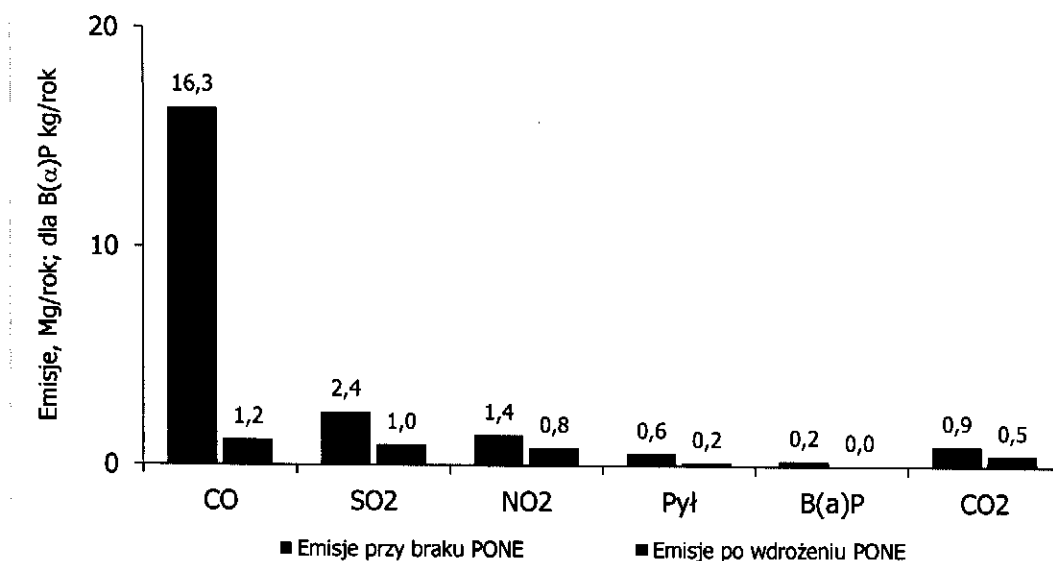
W przypadku budynków nowych uzyskany efekt ekologiczny nie wynika ze zamiany niskosprawnego źródła ciepła na inne bardziej ekologiczne. Efekt ten jest natomiast pochodną emisji unikniętej wynikającej z zastosowania bardziej ekologicznego źródła ciepła w miejsce mniej ekologicznego. W rzeczywistości w globalnym bilansie emisji zanieczyszczeń w gminie budynki te przyczyniają się do zwiększenia emisji. Niemniej jednak można przypuszczać, że miasto poprzez wsparcie finansowe dla właścicieli budynków nowych wpływało na ich decyzję o zakupie bardziej ekologicznych źródeł ciepła. W celu oszacowania emisji unikniętej w budynkach nowych, posłużono się pewnym uproszczeniem i założono, że decyzje właścicieli nowych budynków były uzależnione od wsparcia pochodzącego ze strony gminnego programu i zamiast zakupu kotła komorowego dokonali innego - takiego jak w rzeczywistości wyboru.

Przyjęto, że średnie jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło dla nowych budynków mieszkalnych jest na poziomie 0,5 GJ/m²rok.

Emisję unikniętą w wyniku realizacji Programu w budynkach nowych pokazano w tabeli 4.3 oraz na rysunku 4.3.

Tabela 4.3 Wielkości emisji substancji szkodliwych do atmosfery z zainstalowanych w budynkach nowych w ramach programu źródeł ciepła oraz uzyskany efekt ekologiczny

Rodzaj źródła ciepła	CO	SO ₂	NO ₂	Pył	B(α)P	CO ₂
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	g/rok	Mg/rok
Kotły węglowe automat.	1041,9	946,4	605,6	143,1	37,6	259,1
Kotły gazowe	45,9	0,0	163,1	1,9	0,0	250,2
Kotły olejowe	1,3	10,3	10,8	3,9	0,0	3,6
Kotły retortowe na pelety	81,3	0,3	34,2	7,0	1,4	0,0
EMISJE po wdrożeniu PONE	1 170,3	957,1	813,7	155,9	39,1	512,9
EMISJE przy braku PONE	16 340,0	2 442,3	1 389,7	564,5	245,9	945,9
Redukcja bezwzględna	15 169,7	1 485,2	576,0	408,6	206,8	432,9
Redukcja względna	92,8%	60,8%	41,4%	72,4%	84,1%	45,8%



Rysunek 4.3 Roczne emisje substancji szkodliwych do atmosfery w budynkach nowobudowanych objętych programem w 2011 roku (przed realizacją i po montażu)

W przypadku tlenków azotu, przy zastosowaniu niektórych technologii, występuje wzrost ich emisji, spowodowane to jest zwiększeniem temperatury w komorze spalania kotła, co tworzy warunki sprzyjające powstawaniu tzw. termicznych tlenków azotu. Z kolei przy spalaniu biomasy wzrasta emisja pyłu, co wynika z większej ilości spalanego paliwa w stosunku do węgla. Mimo to, całkowity efekt ekologiczny tych substancji jest dodatni.

Na podstawie przyjętych założeń, z analizy wynika, że w wyniku realizacji programu w budynkach nowych uzyskano wyraźny efekt ekologiczny w postaci unikniętej emisji zanieczyszczeń.

4.4. Efekt ekologiczny wynikający z montażu kolektorów słonecznych oraz pomp ciepła do celów przygotowania ciepłej wody

Efekt ekologiczny uzyskiwany w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych oraz pomp ciepła wykorzystywanych do produkcji ciepłej wody nie jest tak wyraźny jak w przypadku wymiany źródła ciepła służącego do ogrzewania budynku. Wynika to, że zdecydowanie mniejszego zapotrzebowania na energię cieplną. Niemniej jednak dofinansowanie takich układów stwarza bodziec dla mieszkańców do stosowania technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii, a to w perspektywie wieloletniej eksploatacji i rosnących cen nośników energii stanowi niewątpliwą korzyść. Niezaprzeczalną korzyścią wynikającą z zastosowania technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii jest możliwy do osiągnięcia efekt ekologiczny nawet, jeżeli przedsięwzięcie tego typu jest na granicy opłacalności ekonomicznej. Opłacalność ekonomiczna tego typu przedsięwzięć w oczywisty sposób zależy od wielkości kosztów inwestycyjnych oraz wielkości dofinansowania jakie otrzyma inwestor. Efekt ekologiczny zależy natomiast od rodzaju źródła

ciepła wykorzystywanego przed modernizacją oraz źródła ciepła wykorzystywanego do wspomagania układu kolektorowego w okresach niedostatecznego nasłonecznienia (okresy zimowe, noce) po modernizacji. Z wniosków o dofinansowanie montażu systemów solarnych i pomp ciepła wynika informacja o sposobie ogrzewania budynku, a to z kolei jest często skorelowane ze sposobem przygotowania ciepłej wody. W przypadku kotłów na paliwa stałe z automatycznym dozowaniem paliwa, w większości przypadków układ c.w.u. oparty jest o kocioł c.o. Podobnie jest z układami wyposażonymi w kotły zasilane paliwami gazowymi i ciekłymi, gdzie często stosuje się kotły dwufunkcyjne. W budynkach ogrzewanych elektrycznie lub przy wykorzystaniu pompy ciepła do celów grzewczych do przygotowania c.w.u. najczęściej również wykorzystywana jest energia elektryczna. Naturalnie zawsze mogą wystąpić odstępstwa od powyższych założeń, lecz na potrzeby analityczne koniecznym jest przyjęcie pewnych uproszczeń.

Do wyliczenia efektu ekologicznego przyjęto, że c.w.u. przygotowywana jest przy wykorzystaniu tej samej technologii konwencjonalnej, co w przypadku układu doposażonego w kolektor słoneczny. Uzyskany efekt ekologiczny wynika wprost ze zmniejszenia zużycia energii konwencjonalnej, w wyniku zastosowania układów solarnych.

Założenia przyjęte do obliczenia efektu ekologicznego:

- ilość użytkowników: 4 osoby,
- zużycie ciepłej wody przez 1 osobę w ciągu doby: 60 litrów,
- typ kolektorów: płaskie,
- kąt nachylenia kolektorów: 45°.

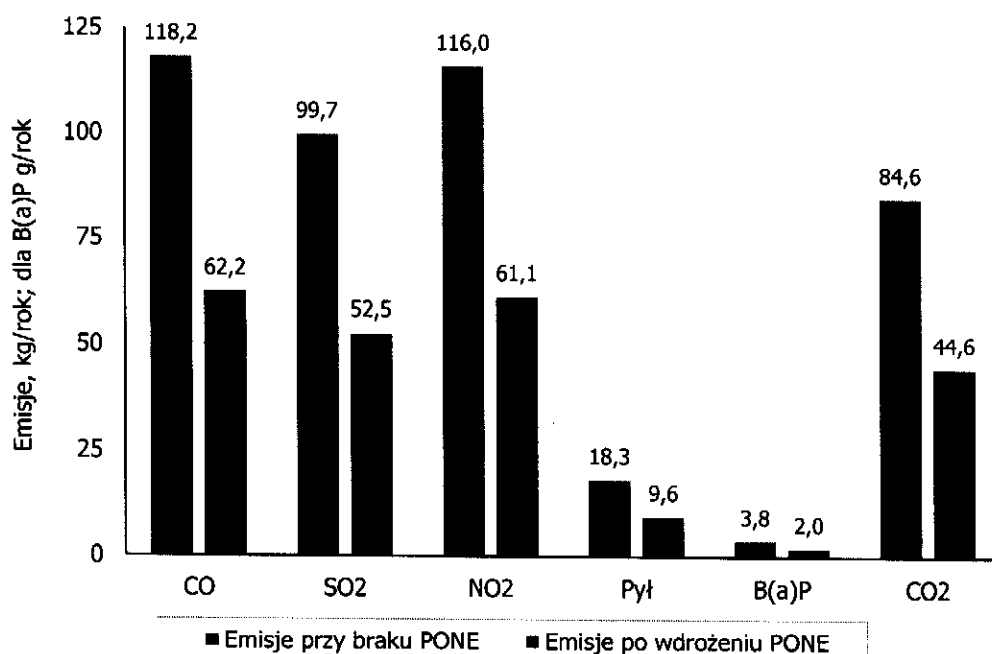
Średnie zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi 17,4 GJ/rok. Po zastosowaniu układów kolektorowych ilość zużywanej energii konwencjonalnej spada o 47%, co oznacza, że średnio każdego roku pojedynczy układ kolektorowy produkuje 8,2 GJ ciepła.

Oprócz kolektorów słonecznych w 2011 roku dofinansowane zostały również układy przygotowania ciepłej wody użytkowej oparte o powietrzne pompy ciepła. Urządzenia te pozwalają w zakresie zużycia energii na ogrzewanie wody na całkowitą likwidację niskiej emisji zanieczyszczeń, bowiem pompy ciepła zasilane są energią elektryczną. Łączna liczba dofinansowanych pomp ciepła na ciepłą wodę wyniosła w 2011 r. 6 sztuk. Do wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto, że pompy ciepła do produkcji ciepłej wody zastępują źródła tradycyjne, a więc kotły węglowe i gazowy. Emisja uniknięta stanowi 100% emisji, która powstałaby przy podgrzewaniu wody w sposób tradycyjny.

Efekty ekologiczne uzyskane w wyniku realizacji Programu w zakresie dofinansowania technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii na potrzeby przygotowywania ciepłej wody użytkowej pokazano w tabeli 4.4 oraz na rysunku 4.4.

Tabela 4.4 Całkowita emisja substancji szkodliwych do atmosfery z zainstalowanych w ramach programu układów kolektorów słonecznych oraz uzyskany efekt ekologiczny

Rodzaj źródła ciepła c.w.u. + kolektor słoneczny / pompa ciepła	CO	SO ₂	NO ₂	Pył	B(a)P	CO ₂
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	g/rok	Mg/rok
Kotły węglowe	53,5	51,4	40,1	8,7	2,0	15,9
Kotły gazowe	5,2	0,0	18,4	0,2	0,0	28,3
Kotły olejowe	0,1	1,0	1,1	0,4	0,0	0,4
Kotły na biomasę	3,4	0,0	1,4	0,3	0,1	0,0
Emisje po wdrożeniu PONE	62,2	52,5	61,1	9,6	2,0	44,6
Kotły węglowe	101,6	97,7	76,2	16,6	3,7	30,2
Kotły gazowe	9,8	0,0	35,0	0,4	0,0	53,7
Kotły olejowe	0,2	1,9	2,0	0,7	0,0	0,7
Kotły na biomasę	6,5	0,0	2,7	0,6	0,1	0,0
Emisje przy braku PONE	118,2	99,7	116,0	18,3	3,8	84,6
Redukcja bezwzględna	56,0	47,2	54,9	8,7	1,8	40,1
Redukcja względna	47,4%	47,4%	47,4%	47,4%	47,4%	47,4%



Rysunek 4.4 Roczne emisje substancji szkodliwych do atmosfery w budynkach objętych programem w 2011 roku, w których dokonano montażu kolektorów słonecznych oraz pomp ciepła na potrzeby c.w.u. (przed realizacją i po montażu)

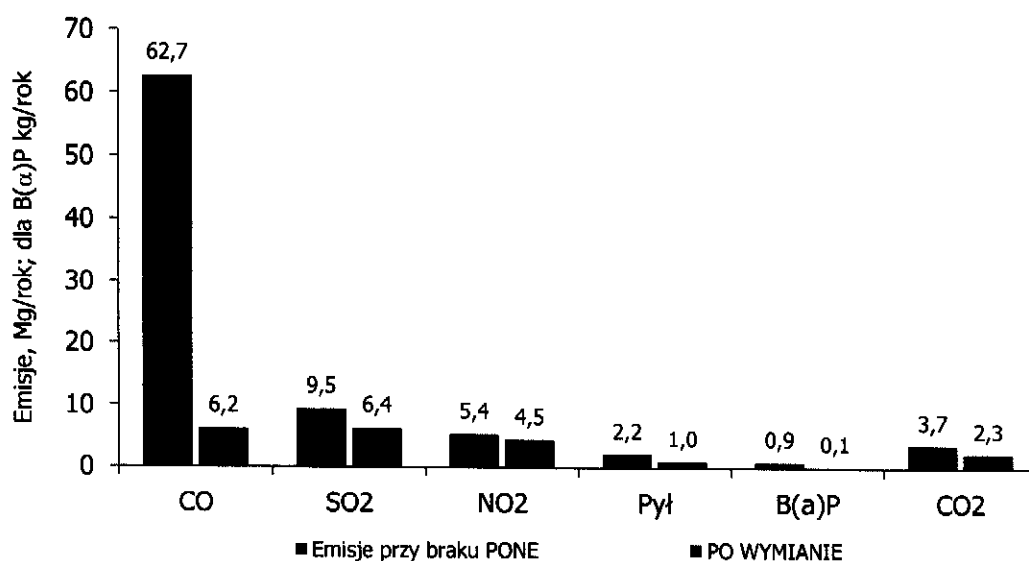
Z analizy wynika, że w wyniku realizacji programu uzyskano wyraźny efekt ekologiczny objawiający się ograniczeniem emisji substancji szkodliwych do atmosfery w wyniku zużycia paliw i energii do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej. Uzyskana redukcja emisji jest wynikiem zastosowania technologii wykorzystującej energię odnawialną jaką jest energia promieniowania słonecznego oraz energii rozproszonej powietrza. Wykorzystanie tej energii nie jest obciążone dodatkową emisją zanieczyszczeń.

4.5. Całkowite zestawienie efektu ekologicznego w wyniku realizacji programu w 2011 roku

Na podstawie analiz przeprowadzonych na grupie obiektów starych, w których dokonano modernizacji źródła ciepła oraz budynków nowych, w których dzięki zastosowaniu bardziej ekologicznych źródeł uniknięto części emisji, a także w wyniku montażu kolektorów słonecznych i pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej opracowano zbiorcze zestawienie efektów ekologicznych realizacji programu ograniczenia niskiej emisji w Gminie Jaworzno w roku 2011. Efekty te pokazano w tabeli 4.5 oraz na rysunku 4.5.

Tabela 4.5 Zestawienie całkowitych emisji zanieczyszczeń powietrza emitowanych z budynków objętych programem w 2011 roku oraz uzyskanego efektu ekologicznego

Rodzaj źródła ciepła	CO	SO ₂	NO ₂	Pył	B(α)P	CO ₂
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	g/rok	Mg/rok
Kotły węglowe automat.	5901,2	6308,9	3962,9	943,9	139,8	1698,2
Kotły gazowe	107,2	0,0	381,3	4,5	0,0	585,0
Kotły olejowe	5,9	46,5	48,9	17,6	0,0	16,1
Kotły retortowe na pelety	220,3	0,9	92,8	19,0	3,9	0,0
Emisje po wdrożeniu PONE	6 234,6	6 356,2	4 485,9	985,0	143,7	2 299,4
Emisje przy braku PONE	62 679,3	9 450,4	5 436,8	2 179,7	945,3	3 706,0
Redukcja bezwzględna	56 444,7	3 094,2	950,9	1 194,7	801,7	1 406,7
Redukcja względna	90,1%	32,7%	17,5%	54,8%	84,8%	38,0%



Rysunek 4.5 Roczne emisje substancji szkodliwych do atmosfery w budynkach objętych programem ograniczenia niskiej emisji w 2011 roku (przed realizacją i po realizacji)

5. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy efektów realizacji w 2011 roku „Programu ograniczenia niskiej emisji na terenie Jaworzna na lata 2009-2012” wynika, że w stosunku do stanu bazowego (sprzed realizacji Programu) uzyskano w budynkach i lokalach mieszkalnych objętych programem następujące ograniczenie emisji substancji szkodliwych do atmosfery:

- dwutlenek siarki – SO₂ - 32,7%
- tlenek węgla – CO - 90,1%
- dwutlenek azotu – NO₂ - 17,5%
- pył - 54,8%
- benzo(α)piren – B(α)P - 84,8%,
- dwutlenek węgla – CO₂ - 38,0%

W 2011 r. Program cieszył się dużym zainteresowaniem mieszkańców miasta. Liczba dofinansowanych źródeł ciepła wynosiła 335, a układów kolektorów słonecznych i pomp ciepła do przygotowywania ciepłej wody użytkowej 87.

Analiza realizacji Programu ograniczenia niskiej emisji w 2011 r. po raz kolejny potwierdza potrzebę kontynuacji programu w następnych latach.

Wyjaśnienie *redukcji względnej* wyliczonej i przedstawionej w tabeli 4.4 /strona 24/

Układy kolektorów słonecznych przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody, w polskich warunkach klimatycznych zawsze występują jako układy uzupełniające dla innego rodzaju ogrzewania ciepłej wody, np. do gazowego, czy węglowego. Bywa, że kolektory nie są połączone z żadnym kotłem, wówczas podstawowym źródłem ciepła jest energia elektryczna, a kolektor tylko uzupełnieniem. Układy solarne nie dają gwarancji nagrzania ciepłej wody o każdej porze dnia i roku i z tego powodu nie można ich traktować jako głównego źródła. W praktyce bywa często tak, że zimą nawet w słoneczne dni (a te zazwyczaj są bardzo zimne) kolektory słoneczne się w ogóle nie uruchamiają (a dokładnie pompa obiegu kolektorowego). W analizie efektu ekologicznego uzyskiwanego w wyniku montażu układu solarnego cały uzyskiwany efekt pochodzi z redukcji zużycia energii konwencjonalnej, czy to pochodzącej ze spalania węgla, czy gazu, czy drewna. Nie wynika zaś ze zmiany nośnika energii, co występuje przy źródłach ciepła do ogrzewania, gdzie przejście z ogrzewania węglowego na np. gazowe redukuje w 100% emisję siarki, ale za to emisję CO₂ tylko w niewielkim stopniu (bo w obu przypadkach występuje proces spalania pierwiastka węgla). Zgodnie z obliczeniami optymalizacyjnymi w standardowych warunkach klimatycznych dla obszaru Polski, w którym leży Jaworzno, ilość energii możliwa do uzyskania z systemu solarnego stanowi ok. 47% całkowitego rocznego zapotrzebowania na ciepło do c.w.u. Oczywiście w rzeczywistości efekt ten jest różny od obliczonego, nie tylko ze względu na nasłonecznienie w danym roku, ale również zależny od typu i rodzaju kolektorów słonecznych, ilości kolektorów, kierunku względem stron świata, nachylenia płaszczyzny kolektora, jakości wykonania układu (np. izolowania), itp. Stąd ilość zredukowanej emisji poszczególnych zanieczyszczeń jest tożsama z ilością zaoszczędzonej energii konwencjonalnej. Innymi słowy nie wynika ona ze zmiany źródła ciepła, a rozbudowy o element, który umożliwia zmniejszenie zużycia paliw i energii. W naszym przypadku o ok. 47%.


NACZELNIK
Wydziału Ochrony Środowiska i Rolnictwa
Bronisława Chechelska-Paliga