



ARTYKUŁY REFERENCYJNE  
BIBLIOTEKA ŹRÓDŁOWA ENERGETYKI PROSUMENCKIEJ  
[www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl)



## **Wpływ zastosowania pomp ciepła na środowisko, korzyści wynikające z ich zastosowania oraz znaczenie w Polsce do 2020 r.**



**Opracowanie:  
Zespół roboczy  
PORT PC**

**20 grudnia 2013, Kraków**

## Opracowanie i konsultacje

### Zespół roboczy:

mgr inż. Paweł Lachman (PORT PC)

mgr inż. Marek Miara (ISE Fraunhofer, PORT PC)

dr hab. Brunon Grochal (PSPC)

dr inż. Marian Rubik (PORT PC, Politechnika Warszawska)

mgr inż. Robert Grejcz (PORT PC)

Sebastian Kaletka (PORT PC)

## Spis treści

1. Wprowadzenie – opis technologii i znaczenie pomp ciepła w Polsce i w Europie .....	4
2. Główne bariery rozwoju rynku pomp ciepła. Podstawowe cele i planowane działania PORT PC .....	12
3. Wpływ zastosowania pomp ciepła na środowisko naturalne .....	16
4. Wymogi ustawy OZE i wpływ na rynek urządzeń grzewczych w najbliższych latach .....	31
5. Technologia smart grid – inteligentna sieć energetyczna z pompami ciepła. ....	34
6. Połączenie pomp ciepła z innymi OZE .....	38
7. Podsumowanie: Wielokrotny wkład pomp ciepła w ekologię i duży potencjał rozwoju .....	41
8. Załączniki: .....	42
Załącznik 1. Decyzja KE z 01.03.2013 nr 2013/114/UE ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE .....	43
Załącznik 2. Porównanie różnych technologii grzewczych wg raportu dla Komisji Europejskiej z 2011 r. ....	53
Załącznik 3. Przykładowe porównanie ekologiczno–ekonomiczne różnych technologii ogrzewania w przykładowym budynku jednorodzinym o pow. użytkowej 160 m <sup>2</sup> (pow. ogrzewana ok. 200 m <sup>2</sup> ) .....	62
Załącznik 4. Szacowanie rocznego współczynnika efektywności SCOP (SPF) pomp ciepła .....	68
Załącznik 5. Wydajność pomp ciepła w realnych warunkach użytkowania .....	72
Załącznik 6. Propozycja minimalnych wymogów wartości COP dla pomp ciepła zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej z dnia 9 listopada 2007 r. określającą kryteria ekologiczne dotyczące przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego pompom ciepła zasilanym elektrycznie, gazowo lub absorpcyjnym pompom ciepła (notyfikowana jako dokument nr C (2007) 5492) .....	75
Załącznik 7. Likwidacja niskiej emisji pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM 10 .....	77
Załącznik 8. Literatura .....	79

„Ogrzewanie przez spalanie jest równie stare jak ludzkość.  
W najbliższych latach prawdopodobnie zacznie być traktowane jak  
relikt przeszłości.

Paliwa pierwotne są zbyt cenne, żeby używać ich do spalania tylko po  
to, aby ogrzać pomieszczenie do 20°C”

**dr R. Jacobs**, koordynator European Heat Pumps Summit

## 1. Wprowadzenie – opis technologii i znaczenie pomp ciepła w Polsce i w Europie

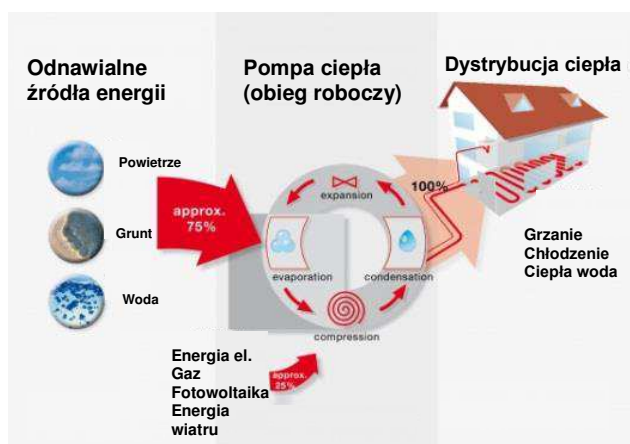
### 1.1 Opis technologii pomp ciepła

Pompy ciepła przetwarzają energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych takich jak powietrze, grunt czy woda, na ciepło użytkowe.

Dodatkowo mogą wykorzystać ciepło odpadowe z procesów przemysłowych (tworząc potencjał do efektywniejszego wykorzystania energii) oraz gospodarstw domowych (np. powietrze wyrzutowe).

Pompy ciepła wykorzystują odnawialne źródła energii i przyczyniają się do zwiększenia efektywności energetycznej.

System z pompą ciepła składa się z dolnego źródła ciepła, jednostki pompy ciepła oraz z górnego źródła ciepła, czyli systemu dystrybucji ciepła/chłodu w budynku.



Rys. 1 Zasada działania pompy ciepła (źródło EHPA/ Alpha Innotec)

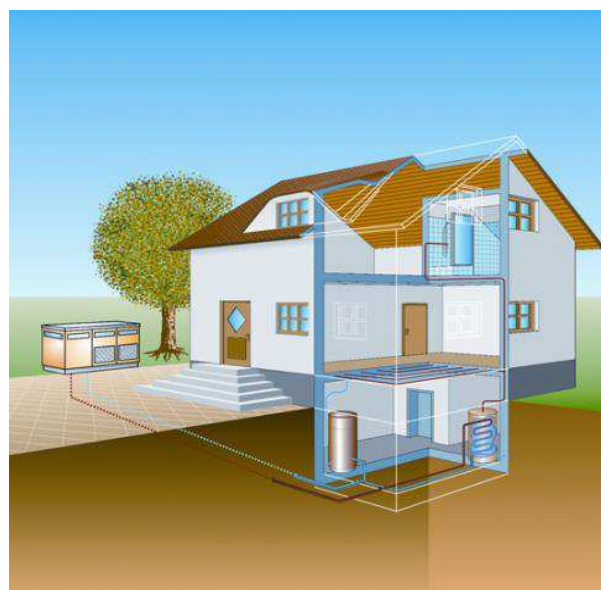
Czynnik roboczy przekazuje ciepło z dolnego źródła ciepła do górnego źródła ciepła. Dodatkowa energia potrzebna jest do zasilania sprężarki i pomp. Istnieje możliwość odwrócenia kierunku obiegu pompy ciepła, aby wykorzystać to samo urządzenie zarówno do ogrzewania jak i chłodzenia.

Przy ogrzewaniu, dolne źródło ciepła jest zlokalizowane poza budynkiem (ciepło z powietrza, wody, gruntu).

W przypadku chłodzenia, cykl jest odwrócony: budynek sam w sobie jest źródłem ciepła podczas gdy powietrze, woda lub grunt przejmują ciepło.

#### Powietrzne pompy ciepła

Powietrzne pompy ciepła wykorzystują energię zgromadzoną w powietrzu otoczenia lub powietrzu wyrzutowym do ogrzewania, chłodzenia lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Mogą być zainstalowane jako kompaktowe jednostki wewnątrz lub na zewnątrz domu. Systemy typu split składają się z jednej jednostki wewnątrz i jednej na zewnątrz budynku.



Rys. 2 Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii aerotermalnej (źródło EHPA)

Ciepło jest najczęściej rozprowadzane w domu przez wodny system centralnego ogrzewania bądź powietrzny wykorzystujący klimakonwektory lub instalacje wentylacyjne.

Ciągły rozwój technologii umożliwia efektywne wykorzystanie systemów we wszystkich strefach klimatycznych.

## Pompy ciepła korzystające z energii hydrotermalnej

Pompy ciepła wykorzystują energię skumulowaną w wodach podziemnych, powierzchniowych lub morskich. Tam gdzie wody podziemne są łatwo dostępne wykonuje się dwa odwierty. Pierwszy z nich stanowi studnię czerpalną, drugi spełnia funkcję studni zrzutowej, do której oddawana jest woda. Pompa ciepła pobiera ciepło z wody i wykorzystuje je do ogrzewania, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.



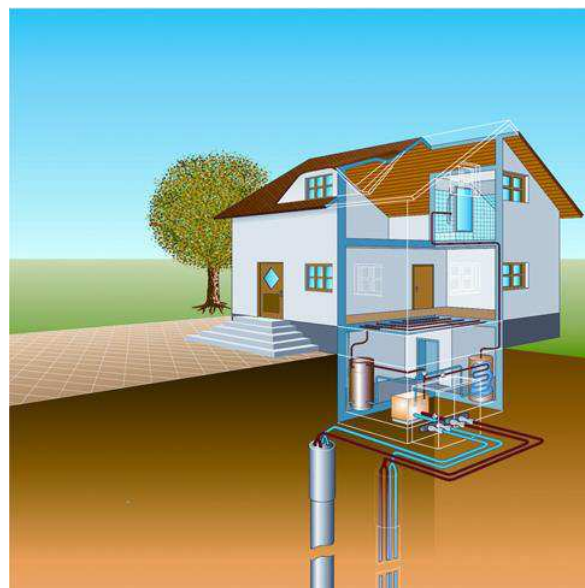
Rys. 3 Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii hydrotermalnej (źródło EHPA)

Ciepło jest najczęściej rozprowadzane w domu przez wodny system centralnego ogrzewania bądź powietrzny, wykorzystujący klimakonwektory lub instalacje wentylacyjne.

Zaletą wodnych pomp ciepła jest szczególnie wysoka efektywność ze względu na wysokie temperatury wody jako nośnika ciepła.

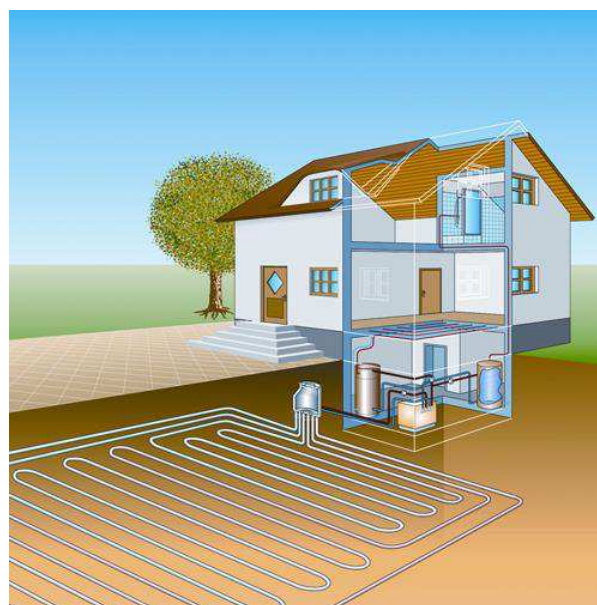
## Pompy ciepła korzystające z energii geotermalnej

Gruntowe pompy ciepła wykorzystują energię skumulowaną w gruncie do ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej.



Rys. 4 Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (pionowe gruntowe wymienniki ciepła - źródło EHPA)

Ciepło jest pobierane z gruntu za pomocą pionowych i poziomych gruntowych wymienników ciepła. Ciepło jest zwykle rozprowadzane przez system hydrauliczny lub powietrzny. Gruntowe pompy ciepła mogą pracować bardzo efektywnie dzięki stabilnym i stosunkowo wysokim temperaturom gruntu.



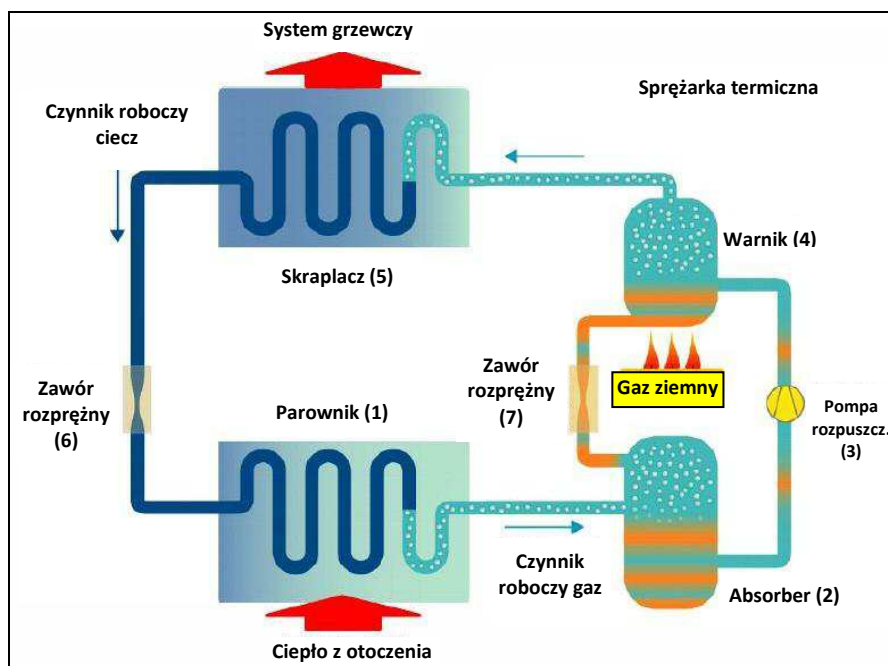
Rys. 5 Przykład instalacji z pompą ciepła korzystającą z energii geotermalnej (poziome gruntowe wymienniki ciepła - źródło EHPA, BWP)



## Absorpcyjne (gazowe) pompy ciepła

Absorbcyjne pompy ciepła pracują w oparciu o spalanie gazu ziemnego lub płynnego. Wykorzystują te same procesy fizyczne co sprężarkowe pompy ciepła, przy czym zamiast sprężarki mechanicznej stosuje się w nich sprężarkę termiczną. Schemat absorpcyjnej

pompy ciepła składa się z dwóch obiegów: obiegu właściwego złożonego ze skraplacza, zaworu rozprężnego i parownika oraz obiegu tzw. sprężarki termicznej, w skład którego wchodzi absorber, warnik, pompa rozpuszczalnika i zawór rozprężny.



Rys. 6 Schemat idealny działania absorpcyjnej pompy ciepła (źródło EHPA).

W parowniku i skraplaczu realizowane są takie same przemiany jak w sprężarkowej pompie ciepła. A zatem czynnik roboczy przy niskim poziomie temperatury i ciśnienia paruje w parowniku (1) pod wpływem dostarczonego ciepła z otoczenia. Pary czynnika roboczego przepływają do absorbera (2), gdzie ulegają rozpuszczeniu (absorpcji) przez rozpuszczalnik (np. woda), oddając przy tym ciepło rozpuszczania do instalacji grzewczej. Następnie roztwór transportowany jest za pomocą pompy rozpuszczalnika (3) do warnika (4), gdzie pod wpływem dostarczonego ciepła np. przez palnik gazowy, dochodzi do odparowania czynnika roboczego z roztworu. Otrzymane w ten sposób pary czynnika roboczego mają teraz wysoką temperaturę oraz ciśnienie i transportowane są

do skraplacza (5), natomiast rozpuszczalnik ulega rozprężeniu w zaworze rozprężnym (7) i obieg sprężania termicznego się zamyka. W skraplaczu pary czynnika ulegają skropleniu oddając ciepło kondensacji do systemu grzewczego. Kolejnym etapem, podobnie jak w pompach sprężarkowych, jest rozprężenie czynnika roboczego w zaworze rozprężnym (6) przywracając mu w ten sposób pierwotny poziom temperatury i ciśnienia. Urządzenia absorpcyjne mogą jednocześnie chłodzić i grzać lub pracować tylko w celach grzewczych lub chłodniczych.

Agregaty absorpcyjne dużych mocy stosowane są powszechnie jako maszyny chłodnicze. Aczkolwiek powoli pojawiają się na rynku urządzenia absorpcyjne jako źródła ciepła grzewczego średnich i dużych mocy.

## 1.2 „Śpiący gigant” - zużycie ciepła w budynkach

Obecnie prawie połowa zużywanej energii końcowej w Unii Europejskiej jest związana z generowaniem ciepła i chłodu.

Zużycie energii na cele ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody użytkowej ma zasadnicze znaczenie w bilansie energetycznym.

**Ten sektor zużycia energii nazywany jest przez ekspertów „śpiącym gigantem”** (termin użyty przez EREC European Renewable Energy Council).

Statystyczne zużycie energii w sektorze budynków stanowi ok. 47% całego zużycia energii końcowej (rys.7) w krajach Unii Europejskiej (wg RHC-Platform European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling na podstawie publikacji Komisji Europejskiej “EU energy in Figures Statistical Pocketbook 2012”).

Wg danych KAPE w Polsce ponad 43% energii pierwotnej zużywanej jest w budynkach.

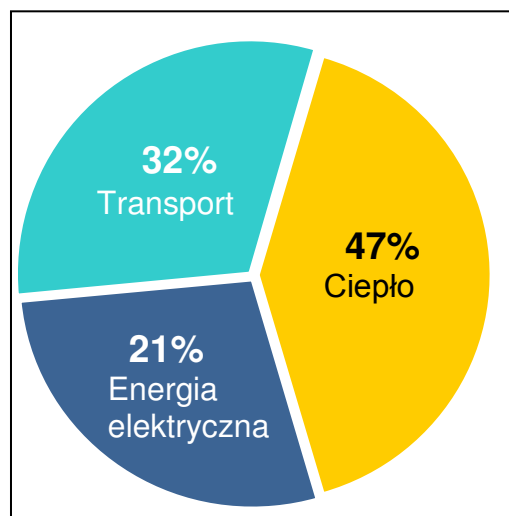
Ponad 80% energii zużywanej w budynkach to energia związana z ogrzewaniem budynku i ciepłą wodą.

## 1.3 Wsparcie dla rozwoju rynku pomp ciepła dzięki Dyrektywom Unii Europejskiej

Istotne znaczenie dla rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce jest prawo Unii Europejskiej, a szczególnie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy.

**Dyrektywa 2009/28/WE (RES)**, której zadaniem jest promowanie stosowania energii z odnawialnych źródeł wspiera pompy ciepła. **Są one obecnie w pełni uznawane jako urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii i wspierane przez Unię Europejską.** Wspomniana dyrektywa kładzie nacisk na zastosowanie pomp ciepła i potwierdza oraz podkreśla znaczący wkład tej technologii w pozyskiwanie ciepła ze źródeł odnawialnych (Art. 5.4, Załącznik VII)

Pompy ciepła mają bardzo szeroki zakres zastosowania, umożliwiając wykorzystanie różnych rodzajów odnawialnych źródeł energii, zdefiniowanych w Dyrektywie 2009/28/WE:



**Rys. 7.** Zużycie energii końcowej w krajach Unii Europejskiej (Wg RHC-Platform na podstawie publikacji Komisji Europejskiej “EU energy in Figures Statistical Pocketbook 2012”. )

- **energii aerothermalnej**, rozumianej jako energia magazynowana w postaci ciepła w powietrzu, a więc m.in. ciepła w powietrzu atmosferycznym,
- **energii geothermalnej**, rozumianej jako energia składowana w postaci ciepła pod powierzchnią ziemi, a więc m.in. ciepła wód podziemnych, ciepła gruntu i skał,
- **energii hydrothermalnej**, rozumianej jako ciepło zawarte w wodach powierzchniowych

Wydana 1 marca 2013 **decyzja Komisji Europejskiej (nr 2013/114/UE)** z 01.03.2013 ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE.



Decyzja doprecyzuje wartości min. SPF od których uznaje się że pompy ciepła korzystają z energii ze źródeł odnawialnych. Decyzja Komisji podaje też pragmatyczną metodę szacowania energii OZE pobieraną przez pompy ciepła (szczegóły zawarte są w załączniku 1)

W najbliższym latach, istotną rolę w rozwoju i zastosowaniu techniki grzewczej zacznie odgrywać dyrektywa **ErP 2009/125/EC** w sprawie ogólnych zasad ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do produktów wykorzystujących energię oraz Dyrektywa 2010/30/EU dotycząca oznakowania klasami energetycznymi urządzeń energetycznych. Dokumenty te są głównym narzędziem polityki UE w zakresie poprawy efektywności energetycznej i ekologiczności produktów na rynku europejskim.

Dyrektywa ErP jest tzw. dyrektywą ramową, oznacza to, że wiążące wymogi ustanawiane są w osobnych aktach wykonawczych dotyczących poszczególnych grup produktów.

Istotnym krokiem realizacji tej dyrektywy będzie wprowadzenie w 2013 roku oznakowania efektywności energetycznej (klas energetycznych) dla urządzeń grzewczych (tzw. LOT1), w tym również dla pomp ciepła. W zatwierdzonym rozporządzeniu delegowanym 811/2013 Komisji Europejskiej dotyczącym realizacji dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady **2010/30/UE** w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla urządzeń grzewczych, pompy ciepła znajdują się w najwyższych możliwych klasach energetycznych **A<sup>+++</sup>, A<sup>++</sup>, A<sup>+</sup>**.

Obowiązkowe oznakowanie energetyczne urządzeń grzewczych wejdzie w życie od września 2015 r.

**Dyrektywa EPBD 2010/31/UE (recast)** z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) zapewnia możliwość szerokiego stosowania systemów grzewczych z wykorzystaniem różnych typów pomp ciepła.

W art. 6 pkt 1, nakłada ona obowiązek na państwa członkowskie Unii Europejskiej zapewnienia dla wszystkich nowych budynków, że przed rozpoczęciem budowy zostaną rozważone i wzięte pod uwagę: zdecentralizowane systemy dostawy energii oparte na energii ze źródeł odnawialnych, kogeneracja ciepła i prądu, ogrzewanie, chłodzenie lokalne lub blokowe, oparte na energii ze źródeł odnawialnych oraz **pompy ciepła**.

Wspomniane wyżej zapisy powinny doprowadzić do zmiany polskiego prawa budowlanego i energetycznego. Możliwe będzie urealnienie pozycji pomp ciepła jako urządzeń korzystających z odnawialnych źródeł energii.

**Dyrektywa EPBD narzucająca obowiązek budowy domów okołozeroenergetycznych po 2018 r. (nowe budynki publiczne) i 2020 r. (wszystkie nowe budynki) spowoduje dalsze zmiany na rynku techniki grzewczej i chłodniczej**

**Dyrektywa 2008/50/WE** z dnia 21 maja 2008 r. „w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy”, zobowiązała nas, aby już w 2010 roku obniżyć średnioroczną emisję pyłów zawieszonych PM 2.5 poniżej 25 µg/m<sup>3</sup>.

W wielu rejonach naszego kraju (szczególnie w miastach) emisja pyłów zawieszonych PM przekracza tę wartość kilkukrotnie.

Ponieważ emisja pyłów zawieszonych PM występuje głównie w miesiącach zimowych, szczególną rolę w obniżeniu emisji pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM10 oraz beznzoepirenu mogą odegrać pompy ciepła.

## 1.4 Technologia pomp ciepła doceniona na wielu rynkach europejskich

Mimo, że technologia pomp ciepła znana jest od ponad 100 lat, sprężarkowe pompy ciepła w instalacjach grzewczych zaczęto stosować na szerszą skalę w Europie na początku lat 70-tych XX wieku. Ale dopiero od połowy lat 90-tych można mówić o trwałym i szybkim rozwoju tej atrakcyjnej ekonomicznie i ekologicznie technologii.

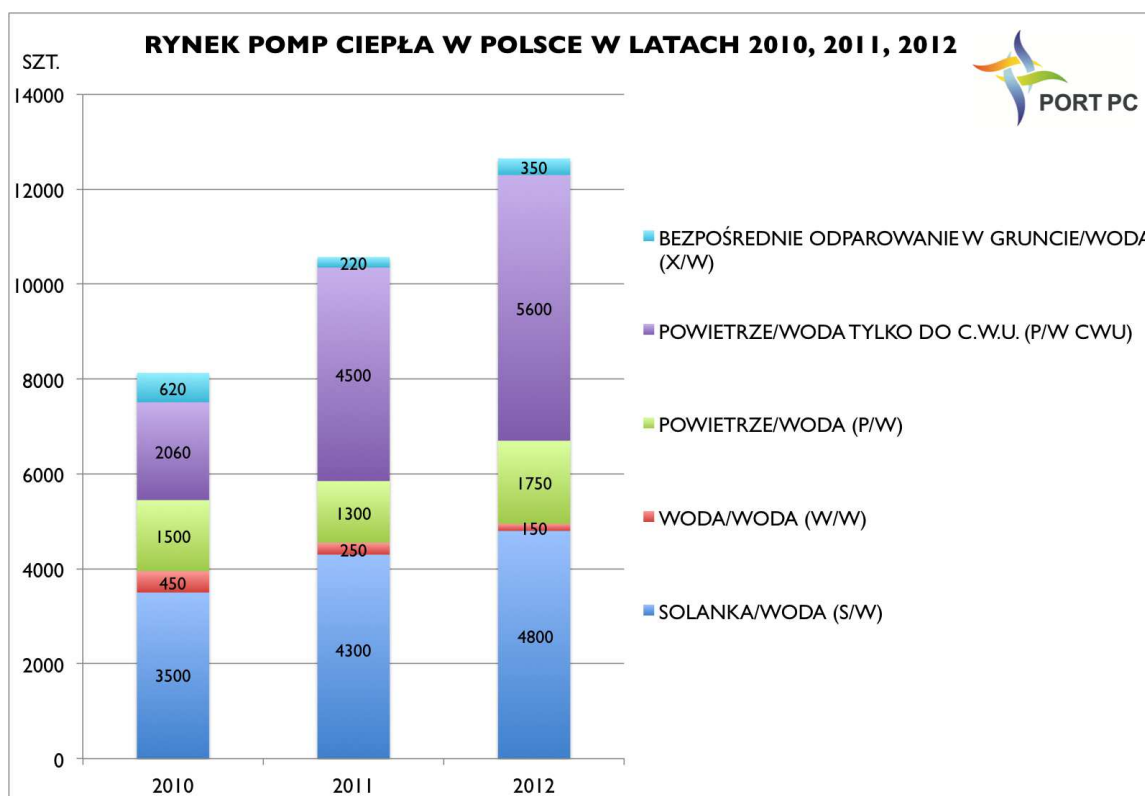
**Obecnie w Szwecji i Szwajcarii udział instalowanych pomp ciepła w nowych budynkach wynosi ponad 80% (dane wg organizacji SVEP i FWS).**

**W takich europejskich krajach takich jak Austria, Francja, Finlandia, Niemcy, Norwegia, udział**

**pomp ciepła w segmencie nowych budynków już teraz stanowi wartość z przedziału 25÷70%.**

**W 2012 roku sprzedano w Polsce około 20% więcej pomp ciepła niż w roku 2011 (rys. 8).** Przyrost rynku pomp ciepła w 2011 w stosunku do 2010 r. wynosił ok. 30%.

Wg szacunków Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC), udział sprzedaży pomp ciepła w nowych budynkach w 2012 r. w Polsce stanowi zaledwie ok. 4%, a ilość sprzedanych pomp ciepła wyniosła ok. 12 500 szt. rocznie.



**Rys. 8** Rynek pomp ciepła w Polsce w latach 2010 i 2012 według ilości sprzedanych urządzeń poszczególnych typów. Źródło: PORT PC

Wartość ta obejmuje pompy ciepła typu powietrze/woda, woda/woda, solanka/woda, powietrze/powietrze oraz pompy gruntowe z bezpośrednim odparowaniem, zarówno do

ogrzewania jak również pompy tylko do podgrzewania wody użytkowej.

Aktualnie, ilość sprzedawanych pomp ciepła do centralnego ogrzewania w Polsce jest zbliżona do poziomu sprzedaży w Niemczech sprzed 10 lat.

W 2000 roku w Niemczech sprzedawano ok. 5.000 szt. pomp ciepła. W ciągu 9 lat (w latach 2000-2009) ilość sprzedawanych urządzeń wzrosła tam ponad 10-krotnie (do ok. 70.000 szt.).

Oznacza to średni roczny wzrost rynku na poziomie ok. 35%.

Ministerstwo Gospodarki, w Krajowym Planie Działania (KPD) w zakresie odnawialnych źródeł

energii, zakłada w tzw. wariancie realistycznym roczny przyrost rynku pomp ciepła na poziomie ok. 10%.

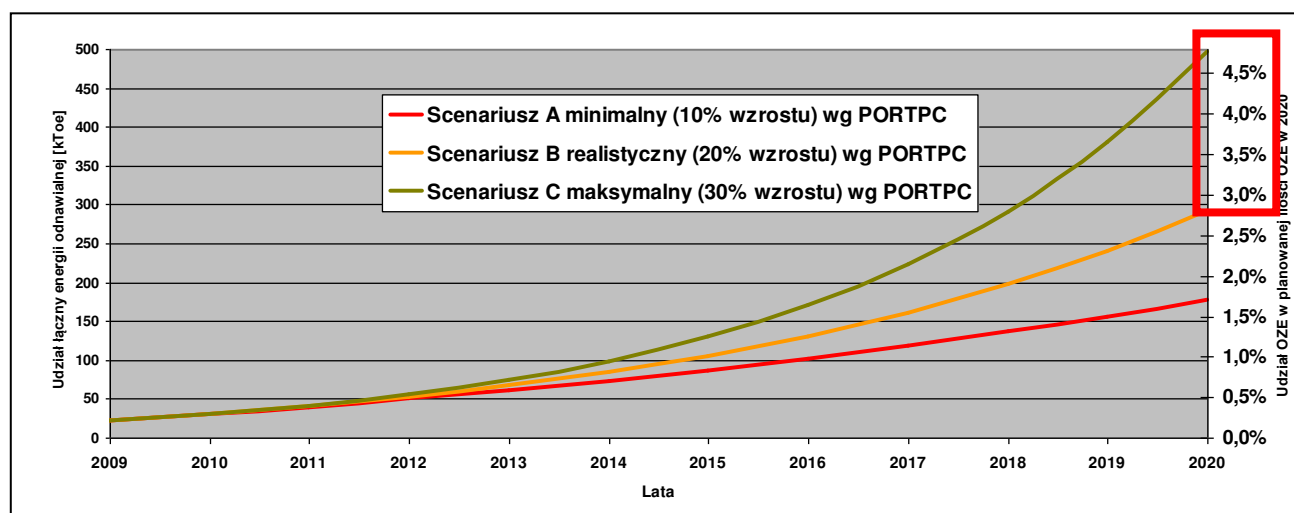
Zdaniem PORT PC realny przyrost rynku pomp ciepła może od 30 % rocznie, podobnie jak było na innych rynkach np. rynku niemieckim.

Pozwoliłoby to na osiągnięcie około 5% wymaganego udziału OZE w 2020 roku (rys. 9).

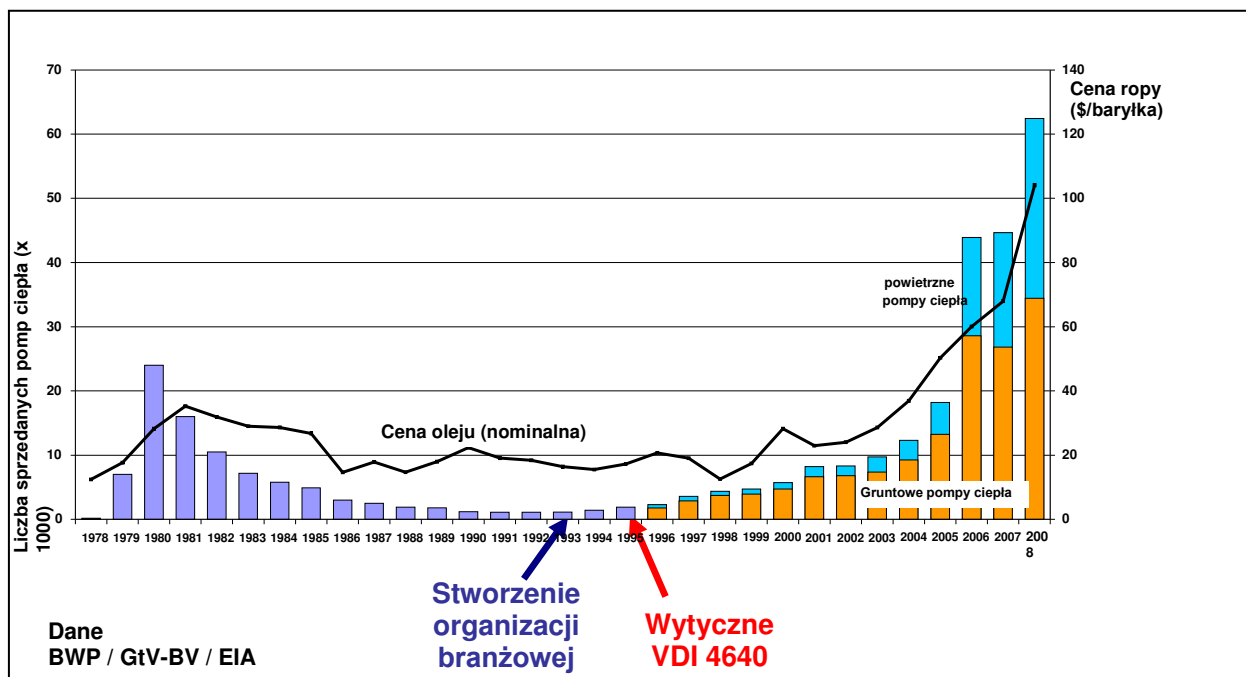
Rok	łącna moc [MW]	Roczna energia grzewcza [MWh]	Roczna energia odnawialna [MWh]	Roczna energia odnawialna [TJ]	Roczna energia odnawialna [kToe]
do 2009	204	367 200	259 200	933	22
2010	282	507 600	358 306	1 290	31
2011	383	690 120	487 144	1 754	42
2012	515	927 396	654 632	2 356	56
2013	687	1 235 855	872 368	3 140	75
2014	909	1 636 851	1 155 424	4 159	99
2015	1199	2 158 147	1 523 398	5 484	131
2016	1575	2 835 831	2 001 763	7 206	172
2017	2065	3 716 820	2 623 637	9 444	226
2018	2701	4 862 106	3 432 075	12 354	295
2019	3528	6 350 977	4 483 043	16 138	385
2020	4604	8 286 511	5 849 302	21 056	503

Założenia: sezonowy współczynnik efektywności SPF=3,3, ilość urządzeń w 2010 = 17000 szt.

**Tabela 1** Produkcja energii odnawialnej do 2020 r wg prognozy wzrostu POR TPC (30 % wzrostu r/r)



Rys. 9 Udział OZE przekazywany przez pompy ciepła w polskim celu OZE w 2020



Rys. 10 Przykład rozwoju rynku pomp ciepła w Niemczech (Źródło: BWP)

Wykres pokazany na rys. 10. w wskazuje, że dynamiczny rozwój rynku pomp ciepła w Niemczech był możliwy dopiero po uporządkowaniu rynku pomp ciepła (m. innymi stworzenie organizacji branżowej

i powstanie wytycznych branżowych dla pomp ciepła i dolnych źródeł, szacowania wsp. SCOP) .

**Aby tak się stało należy przewyciężyć istniejące bariery rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce.**

## 2. Główne bariery rozwoju rynku pomp ciepła. Podstawowe cele i planowane działania PORT PC

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (**PORT PC**) powstała w styczniu 2011 r., kontynuując ponad 2-letnie prace realizowane w ramach grupy roboczej d/s pomp ciepła Klastra Technologii Energooszczędnych Euro-centrum w Katowicach.

PORT PC jest organizacją non-profit, zrzeszeniem osób związanych z branżą pomp ciepła.

W 2010 r. członkowie grupy roboczej brali czynny udział w konsultacjach Krajowego Planu Działania wdrażania odnawialnych źródeł energii.

PORT PC współpracuje z największymi branżowymi organizacjami pomp ciepła w Europie (Niemieckie BWP, Szwajcarskie FWS, Austriackie BWP), a jako organizacja branżowa należy do Europejskiej Organizacji Pomp Ciepła z siedzibą w Brukseli (EHPA)

Działania merytoryczne koordynuje Rada Programowo-Naukowa PORT PC pod przewodnictwem dr inż. Mariana Rubika, niekwestionowanego autorytetu w dziedzinie pomp ciepła w Polsce.

W działaniach PORT PC uczestniczą wybitni polscy specjaliści z polskich i zagranicznych uczelni technicznych oraz instytutów badawczych - m.in. z Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Krakowskiej, Politechniki Śląskiej, Instytutu Fraunhofera ISE

Ważną rolę pełnią wspierająca działania stowarzyszenia pełnią przedstawiciele polskich i zagranicznych producentów pomp ciepła, reprezentujący wspólnie większość udziału rynku pomp ciepła w Polsce

### Główne cele działania PORT PC

- zwiększenie jakości wykonywanych instalacji pompami ciepła,
- rozpowszechnienie wiedzy na temat ekologicznego charakteru pomp ciepła
- stworzenie warunków do poprawnego rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce.

### Zadania strategiczne PORT PC

PORT PC ma stać się pewnego rodzaju platformą informacyjną i komunikacyjną dla członków PORT PC.

W głównych zadaniach koncentruje się na innowacyjności, badaniach i pracach rozwojowych i ciągłym doskonaleniu szkolenia i doształcaniu. Ważnym zadaniem jest również stworzenie systemu zarządzania jakością, opracowywania i wdrażania standardów technicznych oraz certyfikacji i prowadzenie fachowego doradztwa technicznego na uznanym w skali europejskiej poziomie. Wszystkie te działania mają też za zadanie utrzymywanie dobrego wizerunku branży pomp ciepła

### Wizja 2015 i 2020

Wg PORT PC planowane działania mogą doprowadzić do:

- 20% udziału pomp ciepła w nowych budynkach i do 2% w modernizowanych budynkach do 2015 r.
- 50% udziału pomp ciepła w nowych budynkach i do 10% w modernizowanych budynkach do 2020 r

### Bariery dla rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce.

Bariery związane z rozwojem rynku pomp ciepła można podzielić na m. in. na kilka typów: bariery prawne, bariery informacyjne i edukacyjne czy też wsparcia finansowego.

### **Bariery prawne**

- Duże i szybkie zmiany w zakresie prawodawstwa europejskiego związane z technologią pomp ciepła
- Brak stosownych przepisów i rozporządzeń dotyczących pomp ciepła w Polsce
- Brak jednolitych wytycznych (warunków technicznych) dotyczących technologii pomp ciepła
- Niejednoznaczne procedury odbioru instalacji z pompami ciepła, dolnych źródeł ciepła.
- Brak uznania pomp ciepła jako urządzeń korzystających z odnawialnych źródeł energii (brak implementacji dyrektywy OZE)
- Brak norm dotyczących pomp ciepła w języku polskim

### **Bariery informacyjne i edukacyjne**

- Brak powszechnej wiedzy o pompach ciepła jako urządzeniach korzystających z odnawialnych źródeł ciepła wśród wszystkich grup społecznych (potencjalnych inwestorów).
- Brak ogólnopolskiej kampanii informacyjnej o pompach ciepła (często głównym źródłem informacji dla wielu klientów są fora internetowe)
- Rozpowszechniona „błędna wiedza/mity” o pompach ciepła.
- Zmiany technologiczne w pompach ciepła następują o wiele szybciej niż typowy przekaz informacji
- Rozpowszechnianie wiedzy o pompach ciepła dla urzędników administracji publicznej, specjalistów branżowych, decydentów

### **Brak wsparcia finansowego**

- Praktycznie jedyna technologia OZE nie jest wspierana finansowo w Polsce
- W przypadku pojedynczych programów wsparcia brak jednoznacznych kryteriów jakościowych i ilościowych (konieczność opieki merytorycznej)
- Brak specjalnych (dedykowanych) taryf energetycznych dla pomp ciepła
- Brak rozliczania energii OZE dla pomp ciepła

### **Narzędzia związane jakością**

- Brak znaków jakości dla pomp ciepła (np. znak EHPA)
- Brak znaku jakości dla firm wiertniczych (np. znak DACH)

### **Otoczenie pomp ciepła w Polsce**

- Brak polskich programów badawczych badających realną efektywność pomp ciepła (pomiar współczynnika SPF)
- Za mały transfer technologii między przemysłem a uczelniami
- Brak certyfikowanego polskiego instytutu badawczego zajmującego badaniem efektywności pomp ciepła
- Niedobór fachowej kadry (studia kierunkowe pompy ciepła)

### **Praktyka wykonywanych instalacji z pompami ciepła**

- Zbyt duża liczba problemów systemowych (niewysuszone budynki, błędy budowlane itp.) rzutujących na wizerunek pomp ciepła
- Zbyt duża liczba błędów instalacyjnych
- Znaczna liczba firm garażowych i importerów bez zapewnienia prawidłowej opieki serwisowej
- Brak instytucji odwoławczych dla klientów w zakresie reklamacji jakości

### **Planowane działania Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła.**

Planowane działania można podzielić na:

- Działania informacyjne
- Działania związane ze zwiększeniem jakości technologii
- Współpraca i wsparcie w zakresie działań legislacyjnych

### **Działania informacyjne**

- Przeprowadzenie kampanii informacyjnej o pompach ciepła (opis technologii, znaczenie współczynnika COP i SPF, co wpływa na wartość SPF, przykłady dobrych i najlepszych praktyk,



praktyczne przykłady analiz ekonomicznych i ekologicznych, opisy znaków jakości)

- Przeprowadzenie szkoleń, seminariów dla urzędników administracji publicznej w zakresie pomp ciepła
- Stworzenie portalu internetowego informującego o technologii pomp ciepła
- Przygotowanie Kongresu PORT PC (jesień 2013)
- Wykonanie opracowania na temat pomp ciepła (argumenty ekologiczne i ekonomiczne)
- Współpraca z innymi organizacjami branżowymi w celu wypracowywania wspólnych stanowisk w ważnych sprawach dla branży OZE
- Współpraca z innymi stowarzyszeniami OZE w sprawie technologii „smart grid” i „smart metering” (przyjęcie wspólnego stanowiska dotyczącego tych technologii).
- Stworzenie wydawnictwa PORT PC (np. „Typowe błędy w instalacjach z pompami ciepła”, „Przykłady najlepszych zastosowań pomp ciepła w Polsce”)
- Przyznawanie corocznej nagrody PORT PC za najlepsze osiągnięcia w technice pomp ciepła w Polsce.
- Analiza mechanizmów wsparcia technologii pomp ciepła w różnych krajach Unii Europejskiej.
- Wydawanie news-lettera o technologii pomp ciepła (PORT PC- EHPA) min. 2 razy w roku w języku polskim

#### **Działania związane ze zwiększeniem jakości**

- Opracowanie i wydanie wytycznych branżowych dla pomp ciepła przeznaczonych dla wykonawców, kierowników budów i projektantów jako realizacja dyrektywy OZE. W 2013 r. planowane jest wykonanie i wydanie opracowań: Wytyczne w zakresie dolnych źródeł pomp ciepła (pionowe i poziome gruntowe wymienniki ciepła), w zakresie szacowania rocznego współczynnika efektywności SPF
- Wprowadzenie polskiej metody szacowania SPF (polska adaptacja istniejących niemieckich

wytycznych branżowych VDI 4650) wskaźnika, który pomoże ocenić celowość inwestycji w pompy ciepła

- Stworzenie programu badawczego dla badania rzeczywistych wartości wsp. SPF dla instalacji z pompami ciepła pracujących w Polsce.
- Wdrożenie znaku jakości EHPA dla pomp ciepła sprzedawanych w Polsce
- Wdrożenie systemu szkoleń certyfikacyjnych dla instalatorów OZE w ramach europejskiego programu EUCERT. System wypełniający wymogi dyrektywy 2009/28/WE w zakresie certyfikacji instalatorów pomp ciepła.
- Współpraca PORT PC z uczelniami technicznymi w Polsce (wymiana doświadczeń, przygotowanie laboratoriów, pomysły na prace dyplomowe, konkurs prac dyplomowych PORT PC)
- Merytoryczne i organizacyjne wsparcie procesu tworzenia polskich norm i wytycznych dot. pomp ciepła
- Wdrożenie systemu szkoleń (warsztatów) dla członków PORT PC i dla specjalistów z branży technologii pomp ciepła
- Przygotowanie wspólnych standardów szkoleń dla instalatorów i projektantów wśród firm członków PORT PC
- Wsparcie merytoryczne wszelkich programów badawczych związanych z pompami ciepła
- Utworzenie w Polsce laboratorium certyfikacyjnego dla pomp ciepła dla nadawania znaku EHPA
- Przygotowanie systemu standaryzacji i certyfikacji dla firm wiertniczych wykonujących odwierty dla pomp ciepła

#### **Priorytety działań PORT PC w 2013 r.**

Głównym priorytetem działań PORT PC w 2013 r. jest przeprowadzenie kampanii informacyjnej o pompach ciepła, nakierowanej na klienta indywidualnego i urzędników administracji publicznej.

Stowarzyszenie PORT PC chce spopularyzować wiedzę o pompach ciepła i technologii poprzez publikacje w mediach, uczestnictwo w

szkoleniach, seminariach, warsztatach oraz przygotowywanie własnych publikacji.

Kolejnym ważnym zadaniem jest opracowanie i wydanie wytycznych branżowych dla pomp ciepła przeznaczonych dla wykonawców, kierowników budów i projektantów.

Wdrożenie znaku jakości EHPA dla pomp ciepła sprzedawanych w Polsce jest niezbędne dla ustanowienia standardów jakości.

**Zdaniem PORT PC niezbędne jest również wprowadzenie polskiej metody szacowania SPF (modyfikacja istniejących niemieckich wytycznych VDI 4650) wskaźnika, który pomoże ocenić celowość inwestycji w pompy ciepła.**

### **Określenie potencjału rozwoju produkcji pomp ciepła w Polsce**

Rozwój i szerokie zastosowanie technologii pomp ciepła w Polsce niewątpliwie niesie za sobą szereg korzyści zarówno pod względem ekonomicznym jak i ekologicznym.

Wypieranie innych technologii grzewczych przez nowe, takie jak pompy ciepła, jest nieuniknione. Zwiększenie zastosowania pomp ciepła polskiej produkcji pozytywnie wpłynie na krajowy przemysł. Stale rozwijana technologia i jej stosowanie przyczyni się do wzrostu innowacyjności, zatrudnienia, konkurencyjności polskich produktów na rynkach zagranicznych. Atrakcyjnym rynkiem zbytu dla polskiej produkcji mogą być kraje Europy Środkowej i Wschodniej. Pompy ciepła to rozwiązanie, które można powszechnie stosować się w nowym budownictwie, ale także w obiektach modernizowanych (tzw. retrofitting).

Efektywne energetycznie rozwiązania grzewcze dają niższe koszty eksploatacyjne domu co zwiększa jego wartość. Pompa ciepła stanowi około 30-35% wartości inwestycji w źródło ciepła/chłodu przy czym 1 kW mocy instalacji z pompą ciepła pompy to koszt około 4000-6000 zł. W przypadku szerszego zastosowania pomp ciepła w obiektach przy modernizacji systemów

grzewczych spowoduje wzrost koniunktury budowlanej. Około 75% przekazywanej przez pompę ciepła energii cieplnej stanowi energia ze źródeł odnawialnych takich jak powietrze, grunt czy woda. Szczegółowe wartości określa decyzja KE z 1.03.2013 (zał. 1)

Szerokie zastosowanie pomp ciepła da efekt ekologiczny w skali całego kraju, nie tylko lokalnie. Szczególnie zastępując pompami ciepła konwencjonalne źródła energii w istniejących budynkach. Pompy ciepła mają ogromny potencjał do wykorzystania, który w znacznej mierze może przyczynić się do osiągnięcia polskich celów planu klimatyczno-energetycznego.

Największy potencjał rozwoju rynku produkcji dla krajowych producentów pomp ciepła w Polsce, to to gruntowe pompy ciepła o mocy powyżej 50 kW. Obecnie PORT PC szacuje że około 20% gruntowych pomp ciepła sprzedawanych w Polsce, o mocy powyżej 50 kW, to pompy ciepła produkowane w Polsce. Przy wprowadzeniu powszechnych programów wsparcia pomp ciepła udział ten może wzrosnąć do ponad 40%.

Warto mieć na uwadze fakt, że większość elementów systemu z pompą ciepła (ponad 80% całej wartości) może być wykonana z elementów pochodzenia krajowego (około 50% elementów z samej pompy ciepła, dolne źródło, wiercenia) . Również w takim przypadku marzą pozostanie w kraju. Wsparcie tego segmentu może spowodować powstanie fabryk pomp ciepła. Podobnie jak stało się to w przypadku producentów kolektorów słonecznych w Polsce. PORT PC sugeruje też wsparcie produkcji polskich producentów pomp ciepła typu powietrze/woda. Do tego momentu brak jest w Polsce polskich producentów tych urządzeń.

Wg szacunków PORT PC, przy prognozowanej sprzedaży pomp ciepła w 2020 roku na poziomie ok. 60.000 szt. i przy udziale polskiej produkcji na poziomie około 30% oznacza to przyrost rynku pracy na poziomie około 2000 osób (wzrost liczby osób przy produkcji to około 400 osób + około 4 razy więcej osób w obsłudze, wykonywania instalacji, serwis itp).

### 3. Wpływ zastosowania pomp ciepła na środowisko naturalne

#### 3.1 Znaczenie pomp ciepła dla paktu klimatyczno-energetycznego 3 x 20.

Rys. 11 pokazuje możliwe korzyści ekologiczne, wynikające z zastosowania pomp ciepła.

Pompy ciepła, przy spełnieniu warunku min. efektywności ( $SPF_{min}$ ), korzystają z odnawialnego źródła energii (przekazując od **62% do 80% ciepła jako OZE**).

**Przy zasilaniu sprężarkowych pomp ciepła energią elektryczną, pochodzącą z OZE udział przekazywanej energii z OZE może sięgać 100%.**

Zastosowanie pomp ciepła **obniża zużycie energii pierwotnej** (nawet o ponad 50%) w stosunku do innych systemów grzewczych.

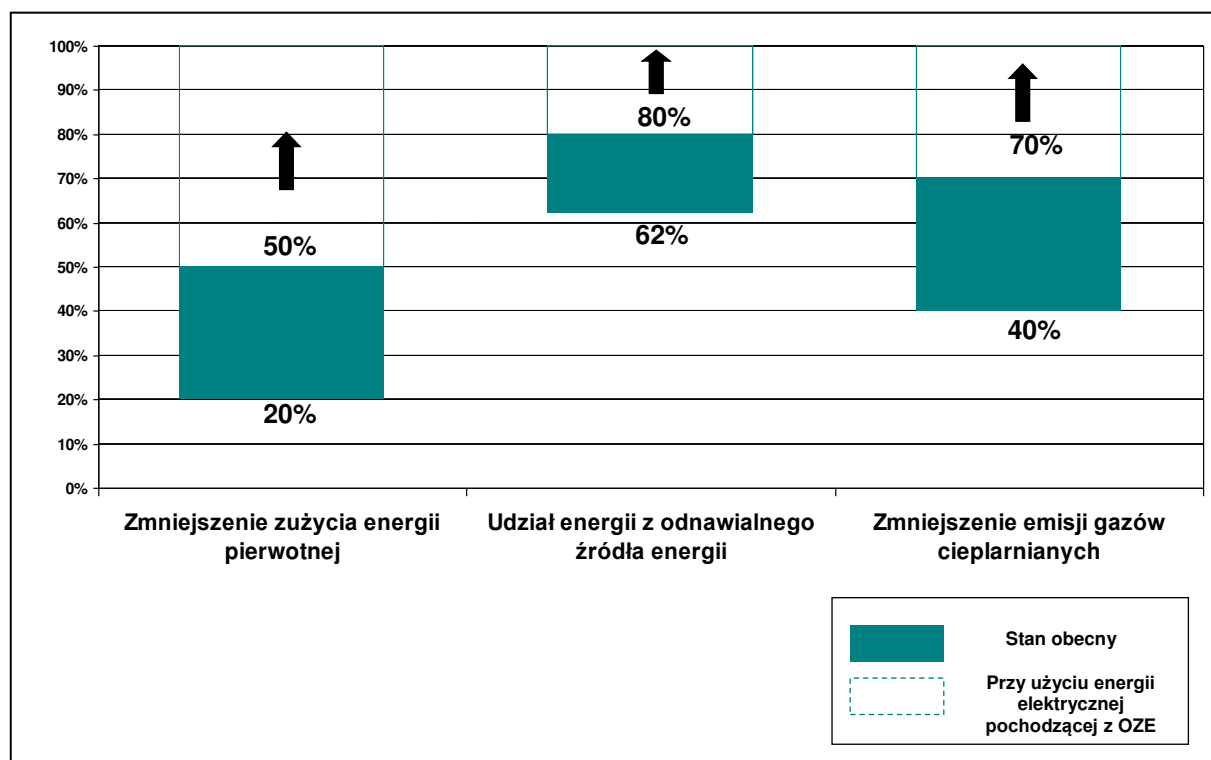
Pod względem zużycia **energii pierwotnej** pompy ciepła należą do najbardziej efektywnych i dostępnych technologii grzewczych.

Świadczą o tym uzyskane wysokie klasy energetyczne (klasy A<sup>+++</sup>, A<sup>++</sup>, A<sup>+</sup>) dla pomp ciepła, które zostaną wprowadzone w ciągu najbliższego roku dla urządzeń grzewczych o mocy do 400 kW.

Przy zasilaniu sprężarkowych pomp ciepła energią elektryczną z OZE redukcja zużycia energii pierwotnej może sięgać nawet 100%.

Duże znaczenie ma również **obniżanie emisji CO<sub>2</sub>**, które będzie postępować dalej wraz z rozwojem zielonej energetyki (wzrost udziału OZE w „energy mix”) i wzrostem efektywności energetycznej (kogeneracja, wzrost efektywności bloków energetycznych i sieci przesyłowych).

Połączenie pomp ciepła z innymi technologiami OZE (np. energetyka wiatrowa, energetyka słoneczna, kogeneracja ciepła i prądu) pozwala na dalsze zwiększenie opisanych efektów ekologicznych pomp ciepła. Takie działania jak np. zwiększenie udziału energii odnawialnej w produkcji prądu powodują **zwielokrotnienie efektów ekologicznych** dzięki zastosowaniu pomp ciepła o wysokiej efektywności.



Rys. 11 Możliwy wkład pomp ciepła w realizację celu 3x20%

### 3.2 Udział energii odnawialnej przekazywanej przez pompę ciepła

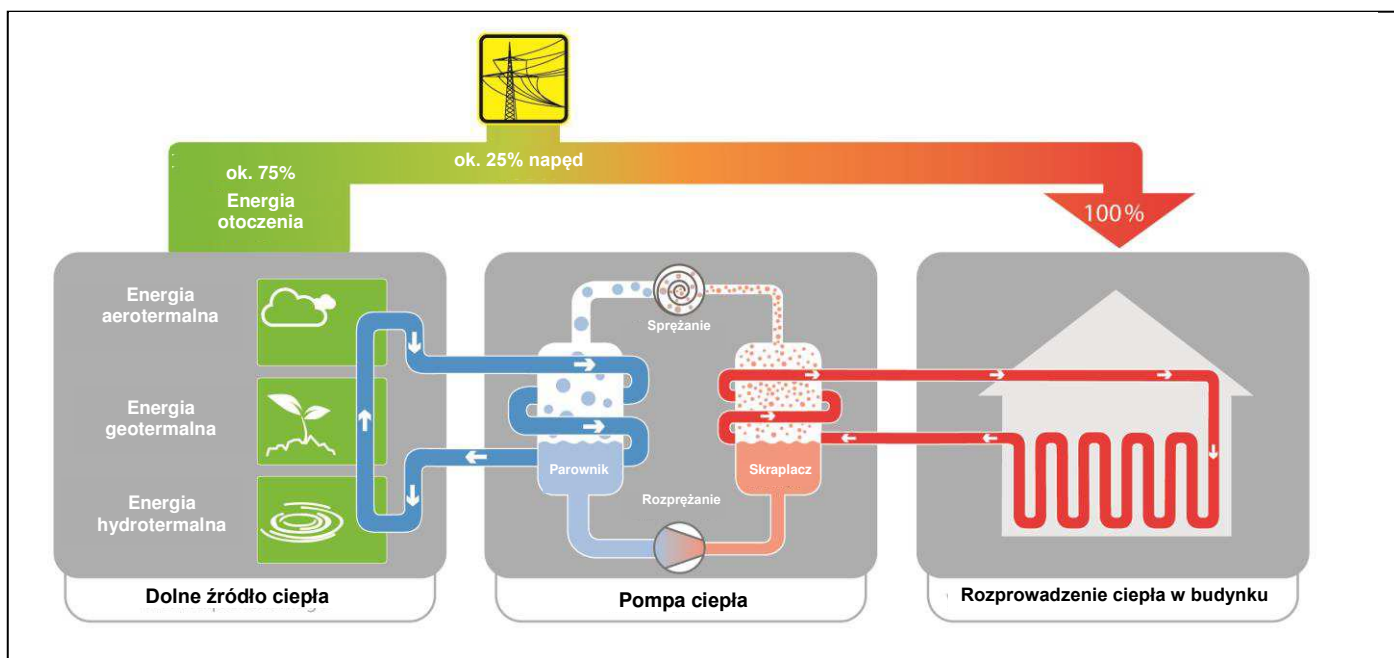
Zgodnie z Dyrektywą 2009/28/WE udział energii odnawialnej (OZE) przekazywanej przez sprężarkowe pompy ciepła do instalacji grzewczej sięga od 60% do ponad 80% (rys.12).

Zakładając, że sezonowy współczynnik efektywności SPF wynosi 4,0 (np. dla pompy ciepła typu solanka/woda), energia do „napędu” procesu termodynamicznego w pompie ciepła

stanowi tylko 25% tej energii, którą jako ciepło otrzymuje odbiorca (otrzymujący 100% ciepła).

**Reszta, czyli w tym przypadku 75% energii pobierane jest z otoczenia i jest energią z odnawialnych źródeł** (rys.12).

W przypadku pomp ciepła korzystających z dolnych źródeł typu powietrze, woda powierzchniowa, poziome gruntowe wymienniki ciepła, mamy do czynienia z energią słoneczną.



**Rys. 12** Obecnie pompy ciepła zapewniają znaczący udział energii odnawialnej (np. dla SPF=4 energia odnawialna pobierana z otoczenia stanowi 75% energii dostarczonej)

Jeszcze korzystniej wygląda udział energii odnawialnej przy współpracy pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii, służącymi jako energia napędowa dla pomp ciepła.

**Jeżeli energia napędowa pompy ciepła np. energia elektryczna, pochodzi z odnawialnego źródła ciepła (biomasa, fotowoltaika, energia wiatru), może to zapewnić nawet 100% udział energii odnawialnej w ciepłe przekazywanym przez pompę ciepła do instalacji.**

Dyrektywa 2009/28/WE, promująca stosowanie energii ze źródeł odnawialnych wskazuje, że

pompy ciepła przekazują energię odnawialną i są uznawane za odnawialne źródła energii pod warunkiem osiągnięcia przez pompę ciepła minimalnej wartości sezonowego współczynnika efektywności SPF.

$$SPF > SPF_{min}$$

przy czym:

$$SPF_{min} = 1 / \eta \times 1,15$$

gdzie:

$\eta$  (eta) - średnia sprawność konwersji energii pierwotnej do elektrycznej wyliczana na

podstawie danych średnioeuropejskich podawanych przez Eurostat.

**SPF** – szacowany lub zmierzony sezonowy współczynnik efektywności pompy ciepła (odniesiony do roku)

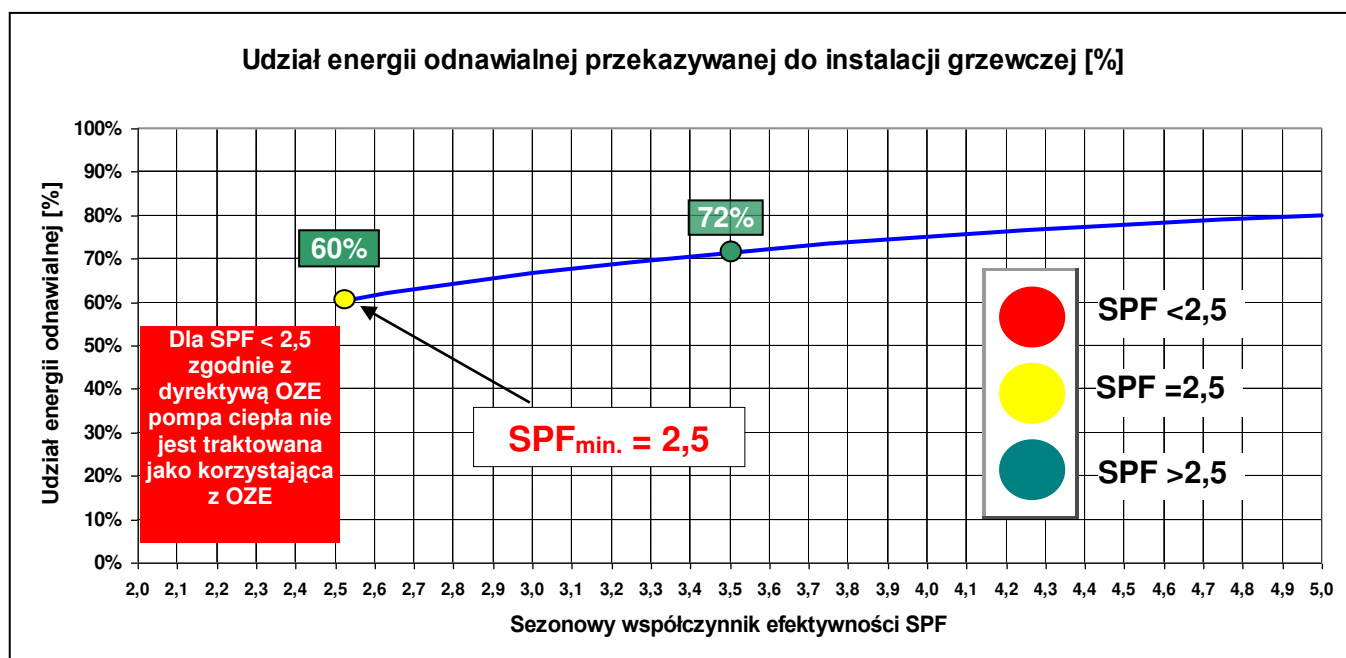
#### **SPF<sub>min</sub>**

Zgodnie z dyrektywą 2009/28/WE wartość ta wyliczana jest na podstawie danych statystycznych współczynnika konwersji energii pierwotnej w elektryczną dla całej Europy. Wg rozporządzenia Komisji Europejskiej z 1.03.2013 średnia sprawność konwersji energii pierwotnej w elektryczną w krajach Unii Europejskiej wynosi

**0,455** co oznacza, że zgodnie z dyrektywą 2009/28/WE wartość  $SPF_{min}$  wynosi  $1,15 \times 1/0,455 = 2,5$  (p. rys.13).

W przypadku gazowych pomp absorpcyjnych (również adsorpcyjnych) pomp ciepła **min. SPF (SPER<sub>net</sub>) wynosi 1,15**

Zgodnie z dyrektywą 2009/28/WE wartość SPF definiuje wielkość udziału energii ze źródeł energii odnawialnej przekazywanej do instalacji grzewczej (stan wg decyzji KE 2013/114/UE z 01.03.2013 r. patrz rys. 13).



**Rys. 13** Minimalna wartość współczynnika SPF i udział energii odnawialnej przekazywany przez pompy ciepła (na podstawie decyzji Komisji Europejskiej z 1.03.2013 r)

Więcej szczegółowych informacji na temat szczegółowego rozliczanie energii z OZE dla różnych technologii pomp ciepła zawarte jest w załączniku nr 1

### 3.3 Redukcja zużycia energii pierwotnej

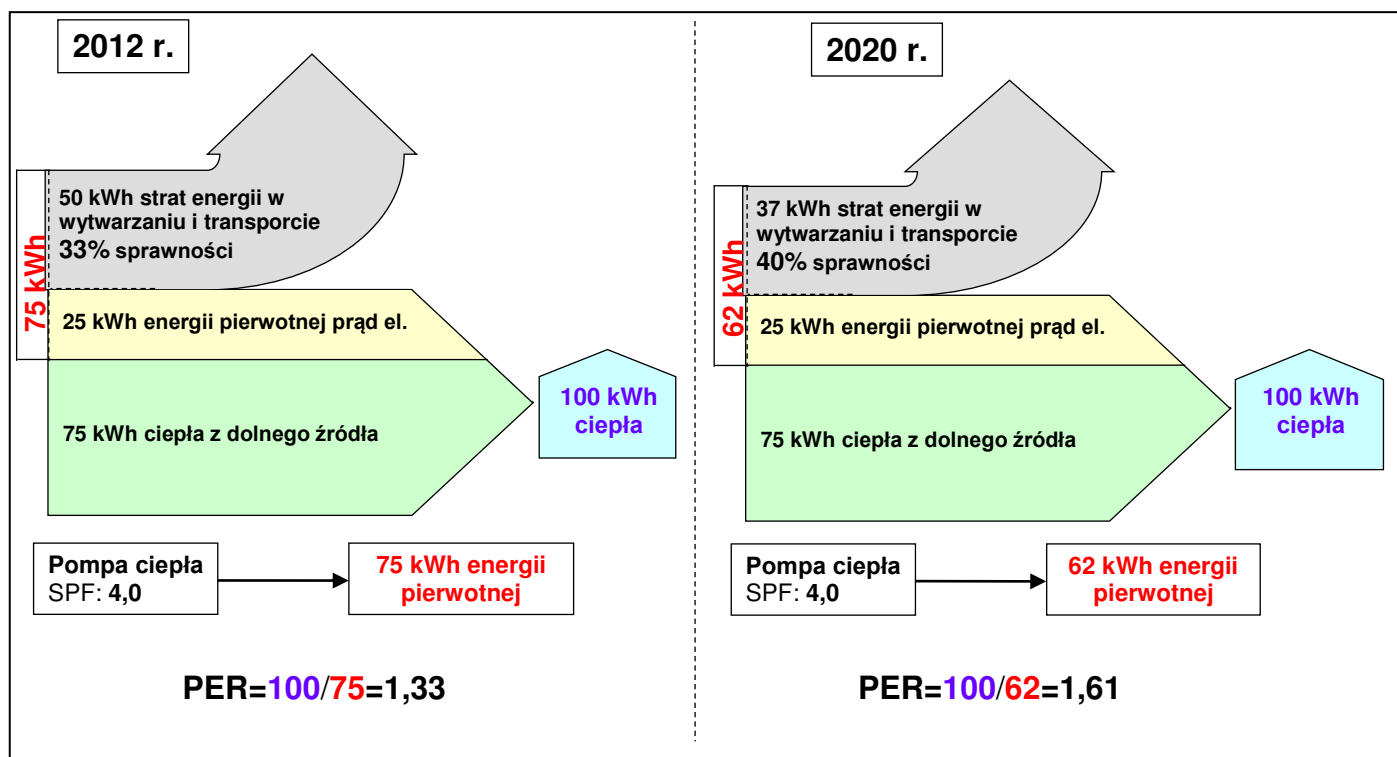
Zastosowanie pomp ciepła pozwala na znaczną redukcję zużycia energii pierwotnej.

Na rys. 14 pokazany jest wykres przepływu energii (wykres Sankey'a) dla pompy ciepła typu solanka/woda o współczynniku SPF = 4,0.

Pokazany na rysunku wskaźnik zużycia energii pierwotnej **PER** dla pomp ciepła (ang. **Primary Energy Ratio**) jest to stosunek użytecznej energii grzewczej pompy ciepła do zużytej energii pierwotnej (paliwa nieodnawialnego).

W polskich warunkach oznacza to, że aby uzyskać 100 kWh ciepła przekazanego przez pompę ciepła do budynku należy zużyć ok. 75 kWh z paliwa kopalnego (nieodnawialnego).

Jeżeli w roku 2020 sprawność przetwarzania energii elektrycznej w Polsce wzrośnie z 33% do np. 40%, wymagana ilość energii pierwotnej spadnie z 75 kWh do 62 kWh. Współczynnik PER wzrośnie wtedy z 1,33 do 1,61 przy zachowaniu tej samej wartości SPF (sezonowego współczynnika efektywności).



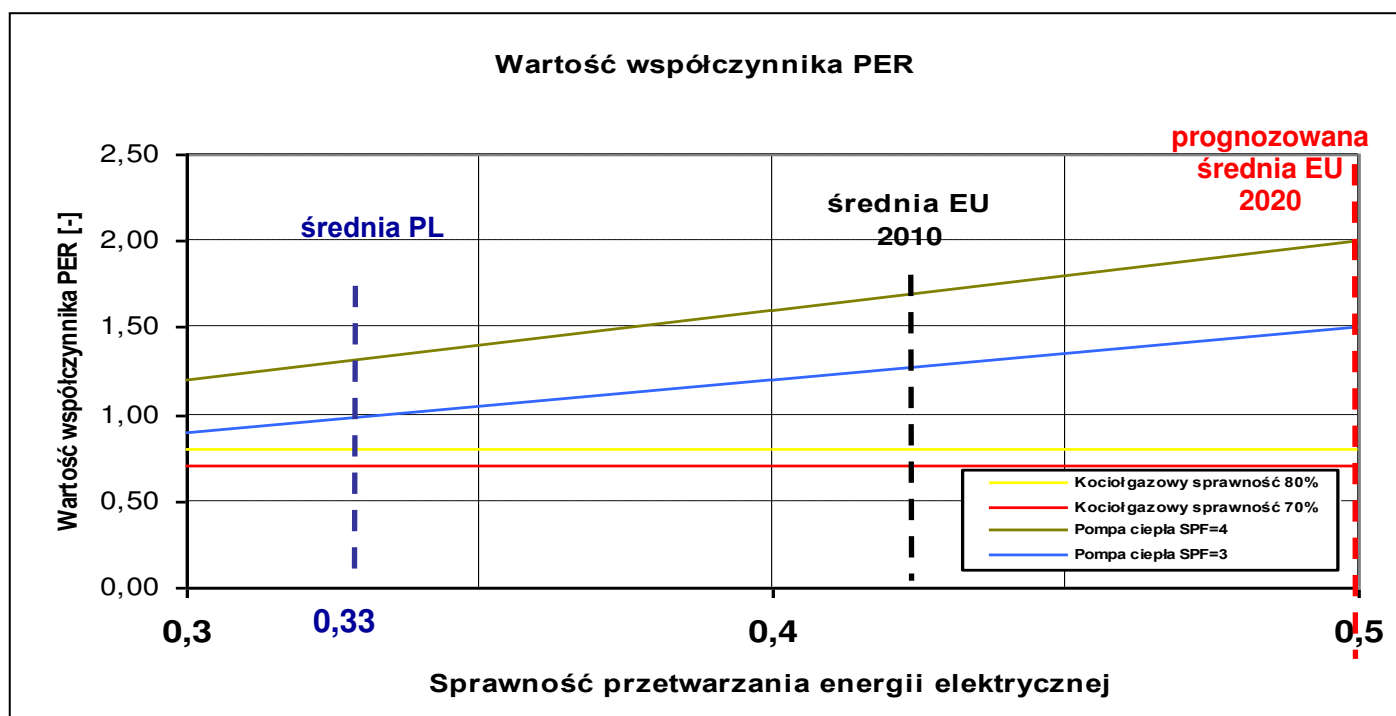
Rys. 14 Nakład energii pierwotnej – przepływ energii dla pompy ciepła z SPF 4,0

Dalszy wzrost sprawności przetwarzania energii elektrycznej prowadzić będzie do **ciągłego wzrostu** współczynnika PER.

W roku 2020 wartość średnia przetwarzania energii dla krajów UE może wynosić ok. 0,5 co

spowoduje wzrost współczynnika PER do 2,0. Oznaczać to będzie wtedy ponad 2,5 krotnie lepszą efektywność wykorzystania energii pierwotnej niż najbardziej efektywne kotły gazowe kondensacyjne (patrz **rys 15**).

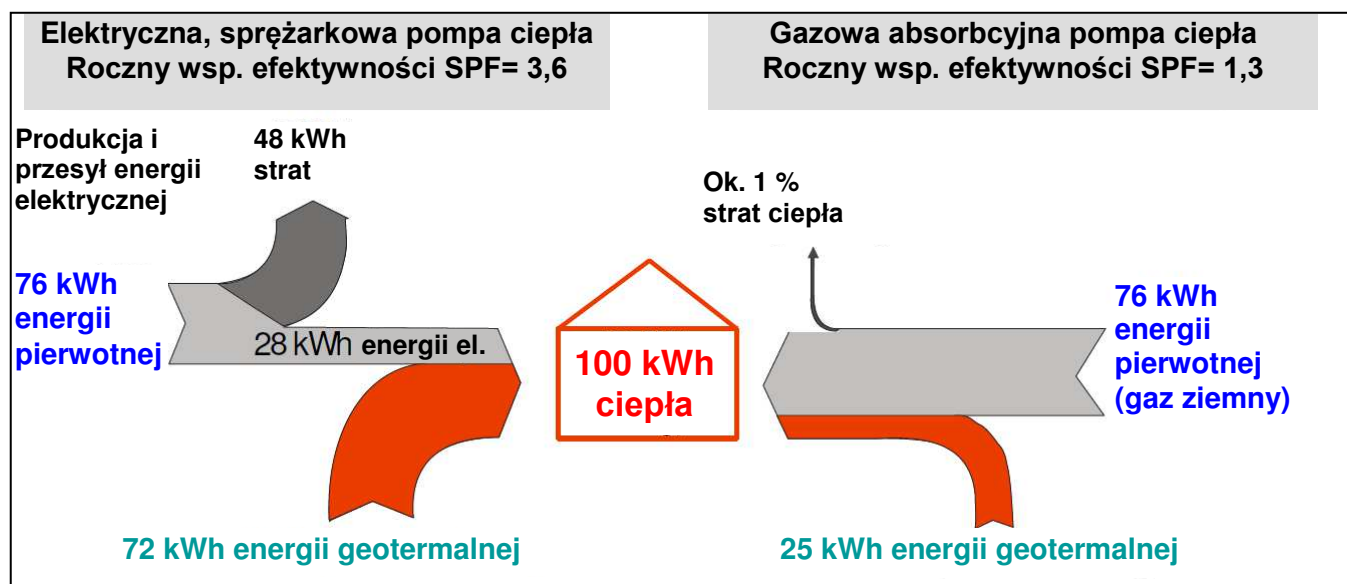




Rys. 15 Wskaźnik PER dla pompy ciepła i kotłów gazowych - teraz i w przyszłości

W przypadku zastosowania gazowych absorpcyjnych pomp ciepła o wsp. efektywności SPF=1,3 zużycie energii pierwotnej jest

porównywalne ze sprężarkową pompą ciepła o wsp. SPF = 3,6 (rys. 16)



Rys. 16 Przepływ energii dla sprężarkowej (o SPF=3,6) i absorpcyjnej pompy ciepła (SPF=1,3).

### 3.4 Oznakowanie energetyczne pomp ciepła

Dyrektywa **2009/125/WE** (Energy-related Products - **ErP**) z 2009 r. (zmieniająca dyrektywę 2005/32/WE, tzw. EuP) w sprawie ogólnych zasad

ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do produktów związanych z energią oraz dyrektywa **2010/30/EU** o oznakowaniu

energetycznym urządzeń energetycznych przewiduje wprowadzenie klas efektywności energetycznej dla urządzeń grzewczych.

Wg rozporządzenia delegowanego Komisji Europejskiej 811/2013, pompy ciepła osiągają najwyższe klasy energetyczne (A<sup>+++</sup>, A<sup>++</sup>, A<sup>+</sup>) w klasyfikacji urządzeń grzewczych. Podstawą klasyfikacji jest współczynnik efektywności, ale odniesiony do zużytej energii pierwotnej. Przykładowo grzałka elektryczna posiada sprawność w stosunku do energii końcowej wynoszącą ok. 98% ale w stosunku do energii pierwotnej współczynnik efektywności wynosi poniżej 40% (=98%/2,5). Przyjęty współczynnik nakładu energii pierwotnej dla energii elektrycznej wynosi 2,5, i jest stosowany dla całego obszaru UE. W przypadku pomp ciepła

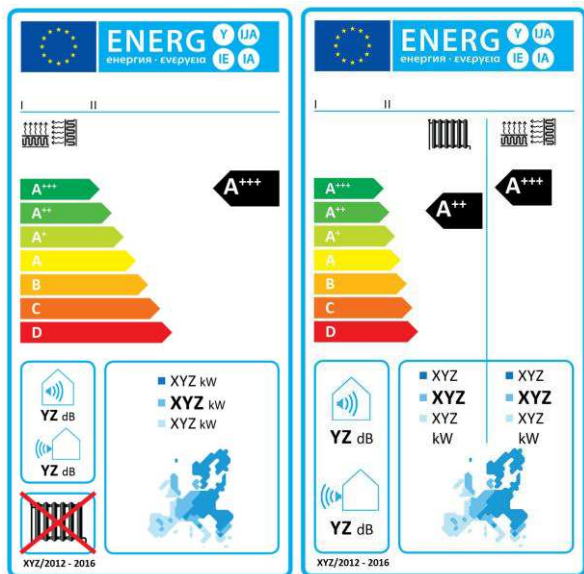
współczynnik efektywności wynosi ponad 100% (wyznaczany analogicznie jak współczynnik PER).

Dla przykładu jeżeli pompa ciepła ma szacowany współczynnik SCOP = 4,1 to współczynnik  $\eta_s = 4,1/2,5 \cdot 100\% = 164\%$ , co oznacza że posiada klasę energetyczną A<sup>++</sup>. Aby pompa ciepła mogła uzyskać klasę A<sup>+++</sup> jej sezonowy wsp. efektywności SCOP powinien wynosić min. 4,38. Podstawą do wyliczenia SCOP pomp ciepła jest norma prEN 14825:2012.

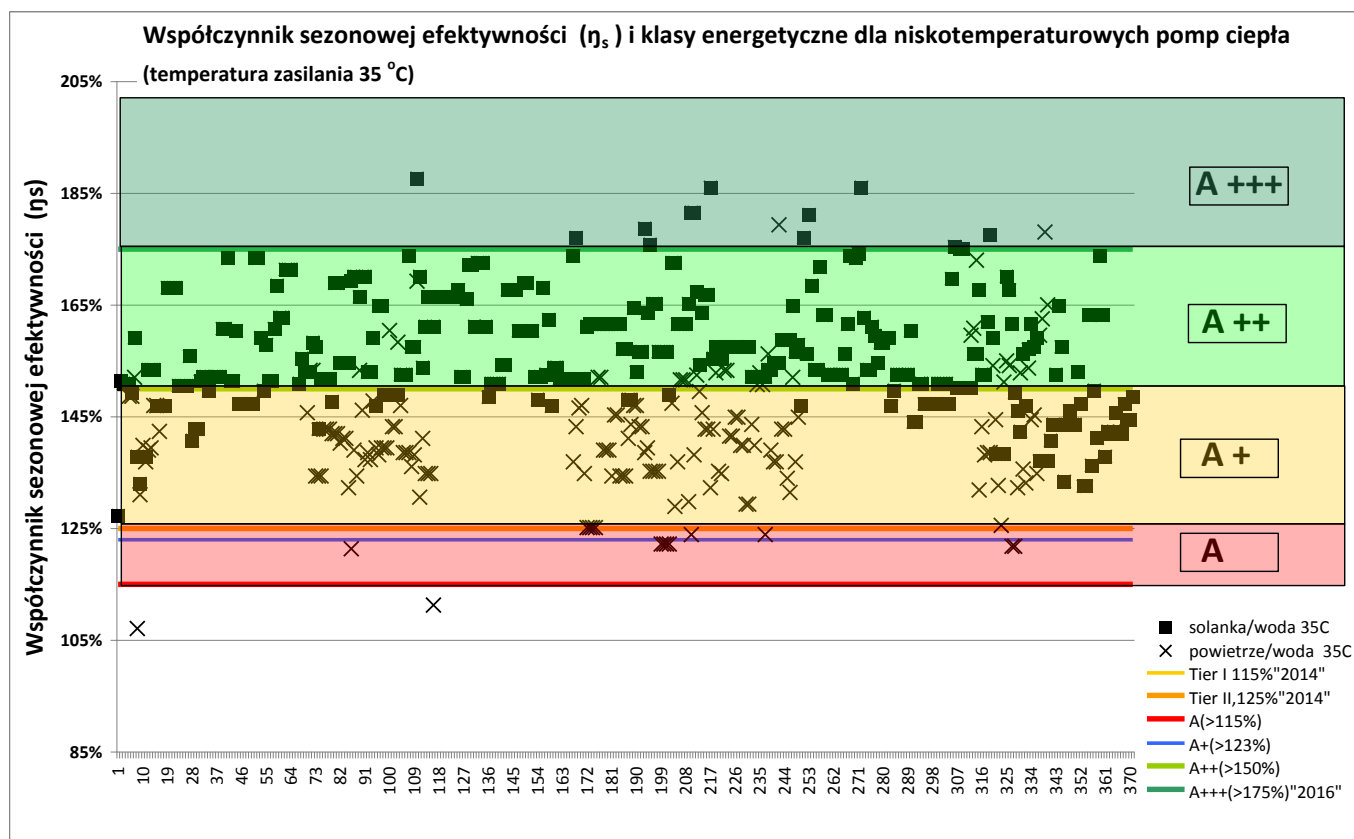
W wydany przez Komisję Europejską rozporządzeniu delegowanym Komisji Europejskiej 811/2013 z 18 lutego 2013, występuje **następujący podział klas energetycznych dla urządzeń grzewczych:**

Klasa efektywności	Efektywność energetyczna w %	Oznakowanie produktu			Efektywność energetyczna w %
		Kotły na paliwo gazowe olejowe	Pompy ciepła wysokotemp.	Pompy ciepła niskotemp.	
<b>A+++</b>	$\eta_s \geq 150$		Najlepsze sprężarkowe S/W, W/W	Najlepsze sprężarkowe S/W, W/W	$\eta_s \geq 175$
<b>A++</b>	$125 \leq \eta_s < 150$		S/W, W/W Najlepsze sprężarkowe P/W	S/W, W/W Najlepsze sprężarkowe P/W	$150 \leq \eta_s < 175$
<b>A+</b>	$98 \leq \eta_s < 125$		Sprężarkowe P/W	Sprężarkowe P/W	$123 \leq \eta_s < 150$
<b>A</b>	$90 \leq \eta_s < 98$	Najlepsze gaz. kondensacyjne	P/W Absorbcyjne	P/W Absorbcyjne	$115 \leq \eta_s < 123$
<b>B</b>	$82 \leq \eta_s < 90$	Gazowe konsens. Najlepsze olej. kondensacyjne			$107 \leq \eta_s < 115$
<b>C</b>	$75 \leq \eta_s < 82$	Gazowe stojące, olejowe kondensat.			$100 \leq \eta_s < 107$
<b>D</b>	$37 \leq \eta_s < 75$	Stojące gazowe Stojące olejowe			$62 \leq \eta_s < 100$
<b>E</b>	$34 \leq \eta_s < 37$				$59 \leq \eta_s < 62$
<b>F</b>	$30 \leq \eta_s < 34$				$55 \leq \eta_s < 59$
<b>G</b>	$\eta_s < 30$				$\eta_s < 55$

Tabela 2. Podział klas energetycznych dla pomp ciepła wg rozporządzenia KE 811/2013 z 13.03.2013 r.



Rys. 16 Przykład oznakowania klasą energetyczną pompy ciepła tzw. niskotemperaturowej, wysoko i niskotemperaturowej.



Rys. 17 Przykładowe klasy energetyczne dla pomp ciepła będących w ofercie (370 urządzeń) na rynku duńskim (zgodnie z rozporządzeniem 811/2013 z 18 lutego 2013 wg analiz Duńskiej Agencji Energetycznej)

W ramach kolejnego rozporządzenia delegowanego Komisji Europejskiej 812/2013 z 18 lutego 2013, uzupełniającego dyrektywę 2010/30/UE, dotyczącego podgrzewaczy zasobnikowych, nastąpi wypromowanie stosowania technologii pomp ciepła typu powietrze/woda jako bardziej efektywnej technologii niż zwykłe podgrzewacze elektryczne.

### **System taryf gwarantowanych „Feed In Tariff” dla pomp ciepła**

Inne rozwiązanie promujące pompy ciepła jest realizowane obecnie w Wielkiej Brytanii. Rząd brytyjski od kwietnia 2011 dofinansowuje energię odnawialną przekazywaną przez urządzenia grzewcze korzystające z energii odnawialnej, w tym i pompy ciepła, na zasadach już obowiązujących dla systemów kogeneracji ciepła i prądu.

Dofinansowanie w ramach programu o nazwie „Renewable Heat Incentive” ma trwać 18 lat od uruchomienia dla pomp ciepła typu powietrze/woda oraz 23 lata dla pomp solanka/woda z wymiennikiem gruntowym. Wysokość dofinansowania ma wynieść 7 p /kWh ciepła z dolnego źródła (ok. 30 gr/kWh ciepła). Oznacza to że ciepło z OZE jest po prostu kupowane od użytkowników!

Inicjatywa brytyjska jest pierwszą tego typu w Europie jeżeli chodzi o wspieranie pomp ciepła, podobną do znanych rozwiązań tzw. taryf gwarantowanych „Feed in Tariff” (FIT) zastosowanych np. w Niemczech czy Francji dla

dofinansowania energii elektrycznej pochodzącej z systemów kogeneracji ciepła i prądu z biomasy lub energii elektrycznej z fotoogniw.

### **Chłodzenie pasywne – najwyższa efektywność energetyczna przy chłodzeniu**

Realizacja funkcji chłodzenie pasywne (rys. 18) jest możliwe tylko w pompach ciepła typu solanka/woda (tzw. sondy pionowe lub specjalne poziome wymienniki gruntowe).

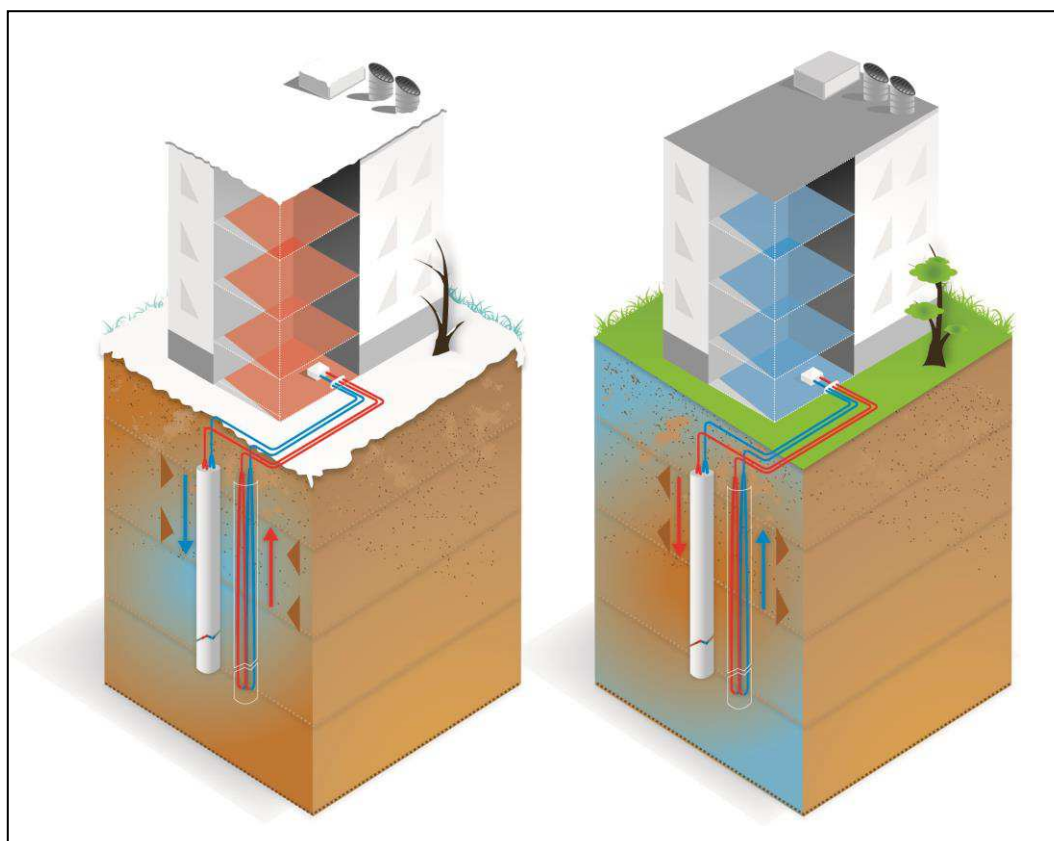
System chłodzenia pasywnego funkcjonuje bez udziału sprężarki. Pracują dwie pompy obiegowe dolnego źródła i pompa obiegowa instalacji grzewczej (np. ogrzewania podłogowego).

Do oceny efektywności chłodzenia używa się współczynnika efektywności chłodzenia **EER** (ang. **E**nergy **E**fficiency **R**atio to relacja mocy chłodniczej do energii napędowej, czyli mocy sprężarki i innych elementów elektrycznych).

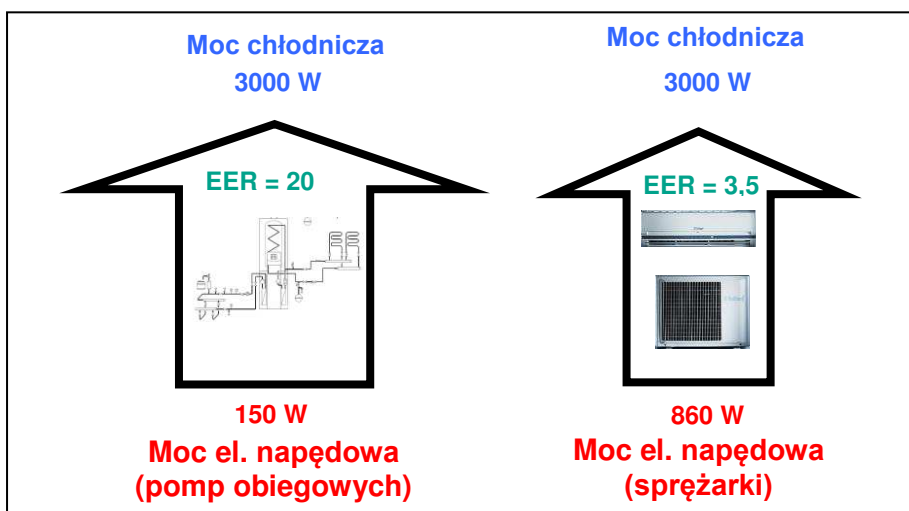
Dla porównania współczynnik efektywności chłodzenia EER dla chłodzenia pasywnego mieści się w przedziale 15-30, a dla typowych klimatyzatorów typu split wynosi ok. 3,5 (rys. 19)

### **Rozwiązanie to jest nawet pięciokrotnie bardziej energooszczędne w eksploatacji niż zastosowanie klimatyzatorów typu powietrze/powietrze**

Zastosowanie chłodzenia pasywnego ma też ważny wpływ na stabilizację obciążenia sieci elektrycznej. W czasie gorących dni lata występują poważne niedobory energii elektrycznej spowodowane działaniem klimatyzatorów.



**Rys. 18** Pompy ciepła mogą ogrzewać lub chłodzić budynki (aktywnie -korzystając z pracy sprężarki lub pasywnie – bez pracy sprężarki; źródło: BWP).



**Rys. 19** Pompy ciepła typu solanka/woda z funkcją pasywnego chłodzenia zapewniają najwyższą efektywność w dostarczaniu chłodu do budynków (czyli usuwaniu ciepła z budynków).

### Skojarzona gospodarka ciepła i chłodu w zastosowaniach przemysłowych

Niezwykle duży potencjał wykorzystania pomp ciepła tkwi w wykorzystaniu skojarzonej

gospodarki ciepła i chłodu w instalacjach przemysłowych.

Pompy ciepła mogą być wykorzystane do tzw. wstępnego podgrzewu wody, do odzysku ciepła z

instalacji chłodzących czy ciepła z kanalizacji (ze ścieków).

Powstające duże ilości ciepła odpadowego, w różnych procesach technologicznych są często kompletnie niewykorzystane, ze względu na stosunkowo niską temperaturę wody odpadowej (np. wody technologicznej o temp 10-40°C). W wielu przypadkach odprowadzanie wody o temperaturze powyżej 10°C wiąże się z koniecznością płacenia przez zakłady przemysłowe wysokich kar środowiskowych.

Potencjał do wykorzystania pomp ciepła w tym obszarze jest ogromny i jak do tej pory niezagospodarowany. Sposobem na uniknięcie kar środowiskowych, a zarazem lepsze gospodarowanie energią, jest zastosowanie pomp ciepła. Jest to duża szansa a zarazem wyzwanie postawione przed rozwojem technologii pomp ciepła w Polsce.

Zastosowanie pomp ciepła w wielu rozwiązaniach może zapewnić zwiększenie efektywności energetycznej oraz zmniejszenie albo nawet uniknięcie emisji CO<sub>2</sub> w wielu obszarach gospodarki.

### **Możliwość wykorzystania pomp ciepła w polskim ciepłownictwie**

W Polsce około 50% energii pierwotnej jest zużywane do produkcji ciepła w ciepłowniach. Jednocześnie, ogrzewanie i produkcja ciepłej wody użytkowej stanowią ponad 80% konsumpcji energii w gospodarstwach domowych. Wytwarzanie i dystrybucja ciepła odgrywa ważną rolę w bilansie energetycznym dużych miast. Blisko 70% popytu na ciepło w miastach jest pokrywane przez sieć ciepłowniczą z ciepłowni i elektrociepłowni. W małych miastach i na obszarach wiejskich popyt na ciepło pokrywany jest głównie przez lokalne kotłownie z własnym źródłem wytwórczym ciepła. Z punktu widzenia źródła ciepła, ponad 70% produkowanej energii w ciepłownictwie jest wytwarzana z węgla i

produktów węglowych. Koszt paliwa stanowi od 40% do 70% ceny wyprodukowanego ciepła. Poprawa efektywności energetycznej i wpływu na środowisko są najważniejszymi celami europejskiej polityki energetycznej, dlatego też wykorzystywanie węgla jako głównego paliwa sprawia, że poprawa ochrony środowiska naturalnego w najbliższej przyszłości będzie bardzo trudna.

W oparciu o wszystkie powyższe parametry, polski rząd przyjął w 2009 dokument "Polityka Energetyczna Polski do roku 2030" składający się z następujących celów:

- poprawy efektywności energetycznej
- bezpieczeństwa energetycznego
- dywersyfikacji
- rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE)
- wzrostu konkurencyjności rynku
- minimalizacji wpływu na środowisko

W tym samym roku Komisja Europejska zaliczyła pompy ciepła do technologii energii odnawialnych do wytwarzania ciepła i chłodu. W odróżnieniu od kotłów grzewczych, pompy ciepła wykorzystując odnawialne źródła ciepła redukują zużycie energii pierwotnej i emisję gazów cieplarnianych. Stanowią też ważną technologię dla ciepłownictwa i ogromną sposobność dla polskiego rynku grzewczego, gdyż dostarczają znacznie więcej ciepła niż zużywają energii. Ponadto mogą pomagać ciepłowniom w planowaniu i cenowej stabilizacji kosztów produkcji ciepła poprzez mniejsze uzależnienie od zmian cen surowców energetycznych na rynkach światowych.

Tradycyjne ciepłownie wytwarzają ciepło w centralnej lokalizacji, skąd jest ono dystrybuowane do budynków mieszkalnych i komercyjnych. W Skandynawii oraz Europie Środkowej i Wschodniej pracują już instalacje z



pompami ciepła włączonymi do ciepłowniczej sieci dystrybucyjnej i wykazują znacznie wyższą efektywność w porównaniu z kotłami grzewczymi. Technologie pomp ciepła nowej generacji mogą wykorzystywać rozproszone lub modułarne źródła ciepła, czy też wydobywać dodatkową moc z istniejącej sieci ciepłowniczej.

### **Szeroki zakres aplikacji pomp ciepła**

Źródła ciepła odpadowego są bardziej dostępne niż nam się wydaje. Zaletą pomp ciepła jest to, że szybko rośnie ich efektywność wraz z przybliżaniem się temperatur systemu i źródła ciepła. Typowy jest wzrost efektywności o 2% z każdym stopniem °C redukcji różnicy pomiędzy źródłem ciepła a żadaną temperaturą po stronie grzewczej. Wzrost jest tym bardziej większy, gdy źródłem ciepła jest proces przemysłowy, a nie woda z jeziora czy morska o temperaturze tylko 8°C. Większość elektrowni posiada ciepło odpadowe o temperaturze 20°C, a zakłady przetwórcze czy przemysł spożywczy - o temperaturze 30°C.

Nowatorskim podejściem dla gmin, znajdujących się na obrzeżach istniejącej sieci ciepłowniczej, jest wykorzystanie źródła ciepła znajdującego się w rurociągu powrotnym. Większość procesów spalania może być bardziej efektywna jeżeli woda w rurociągu powrotnym będzie bardziej chłodna.

Obniżenie temperatury w rurociągu powrotnym z 40°C do 20°C pozwala na odzysk znacznej ilości ciepła po procesie spalania, która może być dostarczona do rozbudowywanej sieci.

Widoczny jest również trend do odzysku ciepła z generatorów prądu. Zawsze trzeba jednak pamiętać, że na moc elektryczną znacznie wpływa temperatura kondensacji pary. Dlatego też, system generacji mocy elektrycznej, którego ciepło odpadowe znajduje się w zakresie temperatur od 40°C do 80°C będzie mniej sprawny niż ten, którego ciepło odpadowe zostanie wykorzystane do podgrzania powietrza czy wody. Ważna jest generowana całkowita moc elektryczna, ale nie należy lekceważyć całkowitej sprawności systemu.

Ponadto, szeroki zakres mocy grzewczej i ogromna korzyść z nowoczesnego źródła ciepła pozwala na wykorzystanie pompy ciepła nie tylko w dużych ciepłowniach metropolii czy dużych miast, ale również na obszarach wiejskich.

Aktualne stosowane technologie pomp ciepła (absorpcyjne pompy ciepła) są w stanie osiągać temperatury do 150°C).

### 3.5. Wpływ zastosowania sprężarkowych pomp ciepła na obniżenie emisji dwutlenku węgla (gazów cieplarnianych)

Zastosowanie pomp ciepła prowadzi do **obniżenia pośredniej emisji dwutlenku węgla** w stosunku do większości urządzeń (systemów) grzewczych.

W obecnych warunkach polska energetyka opiera się głównie na węglu kamiennym i brunatnym. Dodatkowo stosunkowo mały udział elektrociepłowni w naszej energetyce powoduje stosunkowo wysoką emisję dwutlenku węgla przypadającą na kWh energii elektrycznej. Wartość ta w Polsce wynosi obecnie ok. 820 g/kWh energii elektrycznej (średnia europejska wynosi poniżej 500 g/kWh).

Przy zastosowaniu pompy ciepła o współczynniku SPF = 4,0 (np. pompa ciepła typu solanka/woda) rzeczywista (pośrednia) emisja CO<sub>2</sub> wyniesie 205 g/kWh ciepła przekazanego do instalacji. Dla przykładu w Niemczech wartość dla tzw. prądu mix emisja CO<sub>2</sub> wynosi ok. 600 g/kWh prądu. Przy zastosowaniu pompy ciepła o współczynniku SPF = 4,0 (np. pompa ciepła typu solanka/woda) rzeczywista (pośrednia) emisja CO<sub>2</sub> wyniesie 125 g/kWh ciepła przekazanego do instalacji.

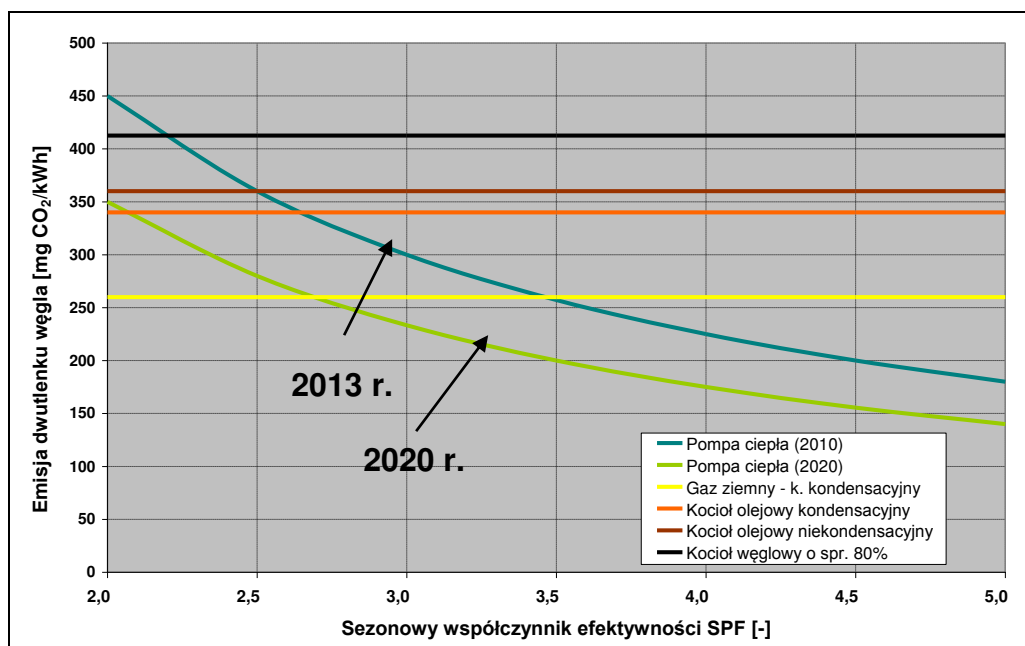
**W 2020 r., przy prognozowanej emisji CO<sub>2</sub> równej 700 g/kWh (prognozy Ministerstwa**

**Gospodarki zawarte w KPD z 2010) korzystanie z sprężarkowej pompy ciepła o SPF = 2,75 powoduje emisję CO<sub>2</sub> mniejszą niż kocioł gazowy przy tej samej mocy grzewczej (p. rys. 20).**

Należy mieć nadzieję, że dalszy wzrost udziału OZE w polskiej energetyce (farmy wiatrowe, fotoogniwa, kogeneracja ciepła i prądu) doprowadzi do powstania zielonych, dedykowanych do pomp ciepła taryf energii elektrycznej.

**Przy przeprowadzaniu analiz ekologicznych warto brać pod uwagę średni okres użytkowania pomp ciepła, który wynosi ok. 20 lat.**

Zastosowana sprężarkowa pompa ciepła będzie wpływać o wiele bardziej pozytywnie na środowisko w 2020 czy w 2030 roku niż obecnie. Wymaga to jednak zupełnie innego podejście niż do pozostałych źródeł energii odnawialnej, gdzie te parametry są i pozostaną niezmiennie. Podobnie z biegiem czasu zwiększać się będzie całkowity udział energii odnawialnej w energii przekazywanej przez pompę ciepła do instalacji, jak również wzrośnie efektywność energetyczna w odniesieniu do zużywanej energii pierwotnej.



Rys. 20 Emisja CO<sub>2</sub> dla pomp ciepła w Polsce o różnym współczynniku SPF obecnie i w 2020 r

Oprócz zwiększenia planowanego udziału energii odnawialnej w energetyce ważnym procesem jest zwiększanie sprawności i efektywności sieci energetycznych: wymiana bloków energetycznych na technologię o wyższej sprawności. Zarówno zastosowanie nowoczesnych bloków energetycznych o wysokiej sprawności (np. turbiny parowe sprzęgnięte z turbogeneratorami), opartych na gazie ziemnym jak i oleju opałowym, prowadzi do znacznego obniżenia emisji CO<sub>2</sub>. Także zapowiadane wdrożenie w Polsce energetyki atomowej po 2020 r. może prowadzić do obniżenia emisji dwutlenku węgla.

**Emisja CO<sub>2</sub> w tym przypadku to tylko 40 g/kWh energii elektrycznej.** Zwiększenie zastosowania w energetyce energii z odnawialnych źródeł energii, ewentualna budowa w Polsce elektrowni atomowych oraz rozpowszechnienie stosowania zielonych taryf dla pomp ciepła, może spowodować wielokrotne obniżenie emisji CO<sub>2</sub> w porównaniu z technologiami. konwencjonalnymi. Użycie do napędu pompy ciepła prądu z biomasy lub biogazu może jeszcze mocniej obniżyć pośrednią emisję dwutlenku węgla, wynikającą z korzystania z pomp ciepła.

energetycznych, farmy wiatrowe i szerokie zastosowanie fotowoltaiki oraz kogeneracji ciepła i prądu.

Znacząco niższa jest też emisja CO<sub>2</sub> przypadająca na jednostkę pobranej energii elektrycznej - g/kWh.

**W przypadku zastosowania zielonego prądu emisja CO<sub>2</sub> wynosi tylko 40 g/kWh prądu elektrycznego.**

Przy zastosowaniu pompy ciepła typu powietrze/woda o współczynniku **SPF = 3,0 emisja CO<sub>2</sub> spada poniżej 14 g/kWh ciepła.**

Przy zastosowaniu pompy ciepła typu solanka/woda o **SPF = 4,0 emisja CO<sub>2</sub> spada do 10 g/kWh prądu.**

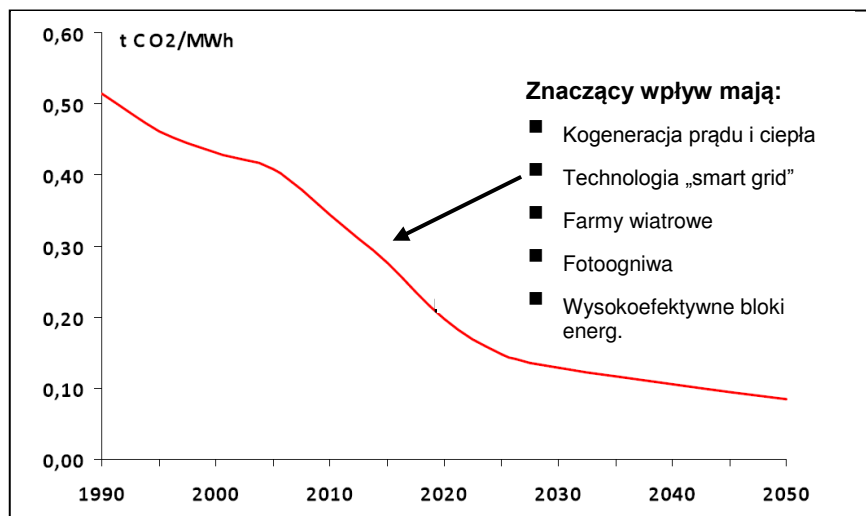
Podobne wartości emisji CO<sub>2</sub> można uzyskać w przypadku energetyki atomowej. W Europie średnia wartość emisji CO<sub>2</sub> już obecnie spadła poniżej 500 g/kWh.

Na rys. 21 pokazana jest prognoza średniej emisji dwutlenku węgla w t/MWh energii elektrycznej w Europie do 2050 r.

Krajowe plany działania w wielu krajach Europy takich jak Wielka Brytania, Dania, Holandia, Niemcy w zakresie wdrażania odnawialnych źródeł energii przewidują spory wzrost udziału zielonej energii w produkcji energii elektrycznej.

Wszystkie te działania prowadzą do ciągłego wzrostu atrakcyjności stosowania pomp ciepła w

odniesieniu do redukcji emisji CO<sub>2</sub>.



Rys. 21 Prognoza emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej w Europie do 2050  
(Źródło: EURELECTRIC studies 2007)

### 3.6 Bezpośrednia emisja CO<sub>2</sub>

We wcześniejszych przykładach była przedstawiana emisja pośrednia CO<sub>2</sub> związana z działaniem pomp ciepła.

Z działaniem pomp ciepła wiąże się również „równoważna emisja CO<sub>2</sub>” związana z ulatnianiem się do atmosfery czynnika roboczego. Jej przyczyny związane są z nieuszczelnnością instalacji żiębniczej w pompie ciepła, oraz stratami czynnika roboczego przy demontażu (odzysku) po okresie eksploatacji.

W przypadku pomp ciepła o kompaktowej budowie układu żiębniczego, bezpośrednie straty czynnika do atmosfery są nieznaczne i wynoszą statystycznie poniżej 2% rocznie. Również stosowanie czynników o niskim **GWP** (Global Warming Potential – potencjał tworzenia efektu cieplarnianego) powoduje realnie niewielką emisję gazów cieplarnianych (odpowiednika emisji dwutlenku węgla). Wskaźnik GWP został

wprowadzony w celu ilościowej oceny wpływu poszczególnych substancji na efekt cieplarniany, odniesiony do dwutlenku węgla (GWP=1) w założonym horyzoncie czasowym (zazwyczaj 100 lat). Wartość GWP np. dla czynnika roboczego R407C najczęściej używanego w pompach ciepła wynosi 1530 kg CO<sub>2</sub>/kg czynnika. W przypadku pompy ciepła o mocy 10 kW zawierającej ok. 2 kg czynnika R407C dodatkowa emisja ekwiwalentCO<sub>2</sub> wynosi jedynie 60 kg CO<sub>2</sub> rocznie.

Uwzględniając straty czynnika roboczego przy wymianie pompy ciepła na poziomie 15% i zakładając czas eksploatacji pompy ciepła na ok. 20 lat, dodatkowa emisja ekwiwalentna CO<sub>2</sub> wynosi dodatkowo ok. 30 kg CO<sub>2</sub> rocznie.

Razem daje to ok. 90 kg CO<sub>2</sub> rocznie.

Całkowita „ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub>” jest wyższa tylko o wartość ok. 1-2% od emisji pośredniej

### 3.7 Wpływ pomp ciepła na środowisko naturalne w porównaniu do wpływu innych technologii grzewczych.

W załączniku nr 1 zawarte jest porównanie różnych technologii grzewczych i ich wpływu na środowisko naturalne.

Raport powstał w 2011 r. dla Komisji Europejskiej w celu przygotowania oznakowania ekologicznego i zielonych zamówień publicznych (GPP) oraz kryteriów ekologicznych (ecodesign) dla systemów grzewczych centralnego ogrzewania - produktów "wodne systemy centralnego ogrzewania".

W dokumencie zawarto między innymi analizę emisji następujących zanieczyszczeń:

- A. Emisja **CO<sub>2</sub>** (dwutlenku węgla)
- B. Emisja **NO<sub>x</sub>** (tlenków azotu)

- C. Emisja **CO** (tlenku węgla)
- D. Emisja **PM** (pyłów zawieszonych)
- E. Emisja **OGC** (gazowych zanieczyszczeń organicznych)

**Wyniki porównań (zarówno europejskich i krajowych) potwierdzają że zastosowanie wszystkich typów pompy ciepła przyczynia się do znacznej redukcji emisji zanieczyszczeń. Szczególnie dotyczy to tzw. "niskiej" emisji pyłów zawieszonych (PM 10 i PM 2,5), oraz emisji gazowych zanieczyszczeń organicznych (OGC)**

## 4. Wymogi ustawy OZE i wpływ na rynek urządzeń grzewczych w najbliższych latach

### 4.1 Planowa obowiązek zastosowania OZE w budynkach

W roku 2012 Ministerstwo Gospodarki przedstawiło poprawiony projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii. W projekcie **narzucony jest obowiązek dostarczenia do budynku energii z OZE** w nowych budynkach. Obowiązek ten ma dotyczyć również istniejących budynków, poddawanych generalnym remontom.

W większości krajach UE, w których wprowadzono już implementację dyrektywy OZE, narzucono obligatoryjny i wymierny wymóg zastosowania energii z OZE w nowobudowanych budynkach to ok. 15-40 % całego zużycia energii w budynku. Dla przykładu w Niemczech udział OZE zależy od zastosowanej technologii ogrzewania. I tak w przypadku kolektorów słonecznych wynosi on min. 15%, w przypadku biogazu min. 30% a dla kotłów na biomasę i pomp ciepła min. 50%. We Włoszech obecnie istnieje ustawowy wymóg udziału 50% OZE dla celów podgrzewu wody użytkowej.

Rozwiązanie w projekcie ustawy OZE, które powinno wzmocnić zastosowanie urządzeń korzystających z OZE, to **zapowiedź dofinansowania inwestycji**.

Opisane wcześniej przewidywane zmiany prawa budowlanego spowodują też prawdopodobnie też istotne zmiany na rynku urządzeń grzewczych. W ofercie sprzedaży będą pojawiać się pakiety kotłów gazowych z kolektorami słonecznymi czy p. kotły gazowe z wbudowaną pompą ciepła typu powietrze/woda. Wzrośnie znacząco sprzedaż samych pomp ciepła, kotłów na biomasę. Zmniejszenie poziomu dofinansowania kolektorów słonecznych prawdopodobnie zahamuje gwałtowny wzrost rynku sprzedaży termicznych kolektorów słonecznych. Istotnym zagadnieniem dla przyszłości polskiego rynku będzie zachowanie odpowiedniego poziomu jakości wykonywanych instalacji urządzeń korzystających z OZE.

### 4.2 Technologie wykorzystujące OZE do ogrzewania budynków jednorodzinnych i przygotowania ciepłej wody

Skoro znaczenie ogrzewania i chłodzenia budynków jest takie istotne, a do tego w niedługim czasie (prawdopodobnie p. 2015 r.) pojawi się ustawowy obowiązek dostarczenia energii z OZE, to warto rozważyć, jakimi rozwiązaniami dysponujemy obecnie.

**Do ogrzewania budynków jednorodzinnych i przygotowania ciepłej wody może być obecnie**

**stosowana ograniczony zakres technologii wykorzystująca odnawialne źródła energii: termiczne kolektory słoneczne, kotły na biomasę oraz pompy ciepła.**

W tabeli 3 porównano różne technologie OZE w zakresie dyspozycyjności, realnego stopnia pokrycia potrzeb na c. o., c. w. i chłodzenie oraz wpływu na emisję pyłów zawieszonych PM 2,5.

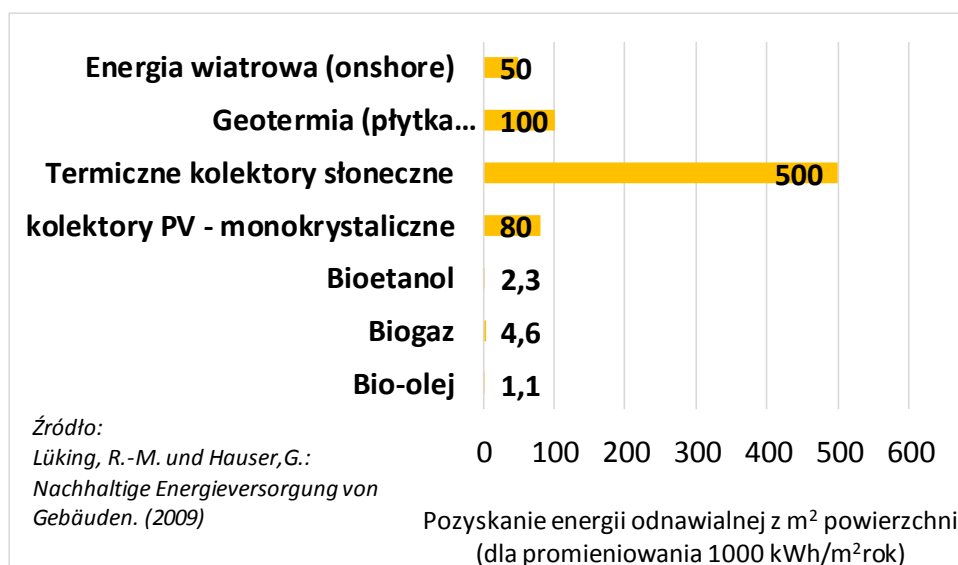


Technologia OZE	Dyspozycyjność i stopień pokrycia w zakresie ogrzewania i ciepłej wody, chłodzenia	Wpływ na redukcję emisji zanieczyszczeń (szczególnie pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM 10)
<b>Termiczne kolektory słoneczne</b>	Mocno ograniczony zakres zastosowania w systemach c.o.: solarny współczynnik pokrycia zapotrzebowania na c.o. wynosi 10-15%, solarny współczynnik pokrycia tylko na c. w. p. 50-60% (małe instalacje) i p. 25-30% (duże instalacje). Dyspozycyjność instalacji solarnej wynosi p. 1200 h rocznie (mniej niż 15%)	Ograniczony wpływ ze względu na mały współczynnik pokrycia potrzeb przez energią solarną poza okresem lata. W warunkach polskich najwyższa emisja pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM 10 z kotłów węglowych występuje głównie w miesiącach zimowych
<b>Biomasa</b>	Możliwość wykorzystania przez cały rok; możliwość korzystania tylko z lokalnych źródeł biomasy i jako odpad produkcyjny (koszty transportu biomasy). Dyspozycyjność i stopień pokrycia potrzeb instalacji z kotłem na biomasę są całoroczne (100%)	Duża emisja pyłów zawieszonych (PM 2,5 i PM 10) i węglowodorów aromatycznych – bez zastosowania specjalnej technologii, np. kotły na pelety.
<b>Pompy ciepła</b>	Możliwość wykorzystania przez cały rok. Możliwość ogrzewania i chłodzenia aktywnego lub pasywnego, dyspozycyjność i stopień pokrycia potrzeb instalacji z pompą ciepła są całoroczne (100%)	Całkowita likwidacja niskiej i ograniczenie lokalnej emisji zanieczyszczeń. Łatwiejsze ograniczenie emisji zanieczyszczeń (wysokosprawne oczyszczanie spalin w elektrowniach i elektrociepłowniach).

**Tabela 3.** Porównanie różnych technologii OZE do ogrzewania i chłodzenia budynków oraz przygotowania ciepłej wody

Niezależnie od wyboru zastosowanych technologii stosowanych przy produkcji prądu, działanie pomp ciepła z wielokrotnia efekt

zmniejszenia emisji dwutlenku węgla przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.



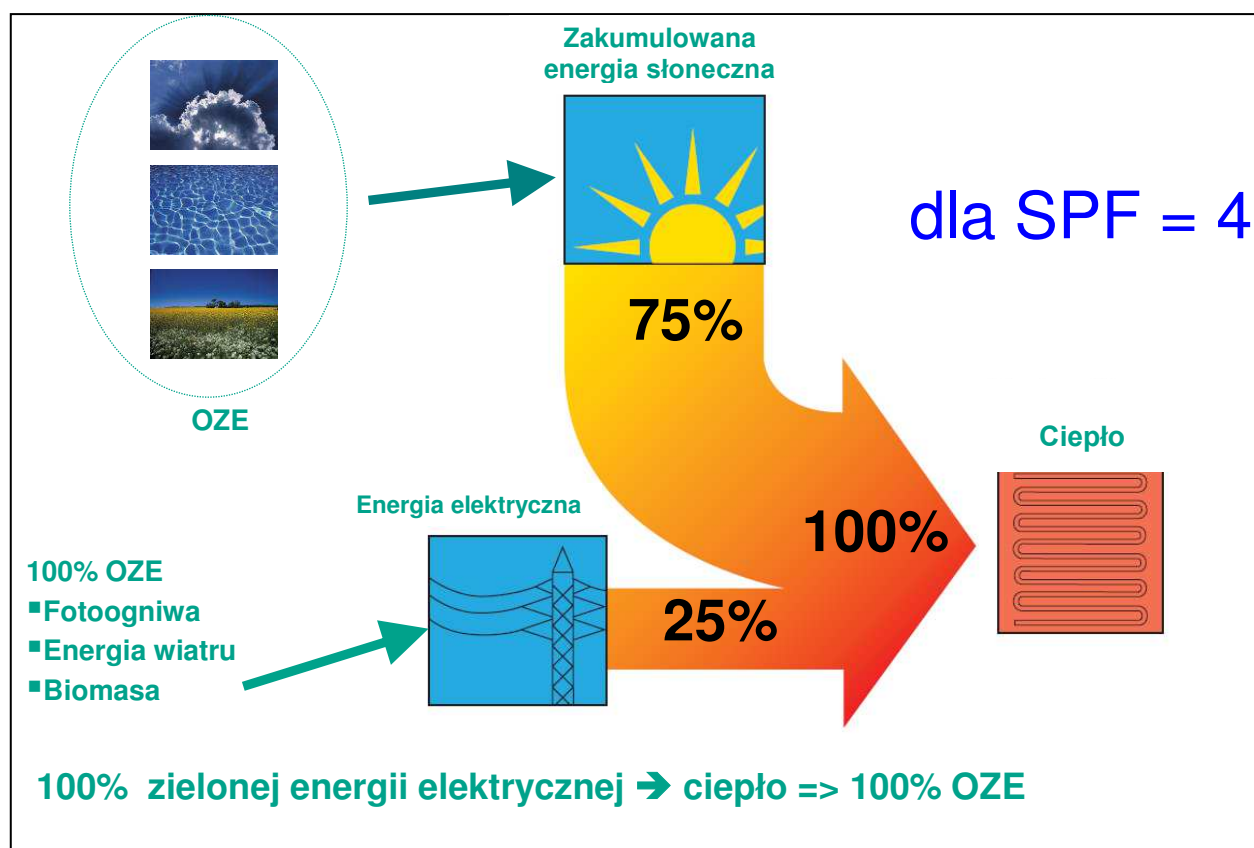
### 4.3 Zielona taryfa elektryczna w Polsce

Maksymalne korzyści ekologiczne z zastosowania sprężarkowych pomp ciepła zapewne zwiększy wprowadzenie zielonej taryfy elektrycznej mającej 100% pokrycie w produkcji prądu z OZE (rys. 22).

Od niedawna jeden z polskich dystrybutorów energii elektrycznej (Tauron Polska Energia) oferuje już taką taryfę w Polsce. Wg badań przeprowadzonych przez Tauron blisko 30% ankietowanych uważa, że ważna jest ekologia. Byliby oni zdecydowani na zieloną

taryfę mimo świadomości, że rozwiązania proekologiczne mogą być droższe. Takie rodzaje zielonych taryf energetycznych oferowane są z powodzeniem od wielu lat w niektórych krajach w Europie p. w Niemczech, Austrii.

Zastosowanie takiej taryfy nie oznacza, że do konkretnego budynku popłynie od razu energia elektryczna z OZE, ale oznacza to, że pobrana energia ma udokumentowane pokrycie w produkcji zielonej energii, co ma istotny wpływ na wzrost produkcji prądu z OZE.



Rys. 22 W przypadku dostarczenia do sprężarki energii pochodzącej z OZE, pompa ciepła przekazuje 100% OZE do ogrzewania, chłodzenia budynku oraz podgrzania wody użytkowej.

## 5. Technologia smart grid – inteligentna sieć energetyczna z pompami ciepła.

Aby osiągnąć najwyższą możliwą efektywność energetyczną sieci energetycznych zaczyna się obecnie stosować technologie smart grid i smart metering (system inteligentnego sterowania i opomiarowania sieci energetycznej). Dzięki zastosowaniu rozwiązań smart grid można zwiększyć efektywność sieci energetycznej, niezawodność i bezpieczeństwo poszczególnych ogniw łańcucha dostaw energii. Technologie smart grid i smart metering umożliwiają też odbiorcom energii aktywne uczestniczenie w rynku energii i tym samym pozwalają na w pełni świadome przyczynianie się do ochrony klimatu. Doświadczenia krajów UE wskazują na **potencjał w zakresie wzrostu efektywności energetycznej wynikający z zastosowania tej technologii na poziomie 6-10%**.

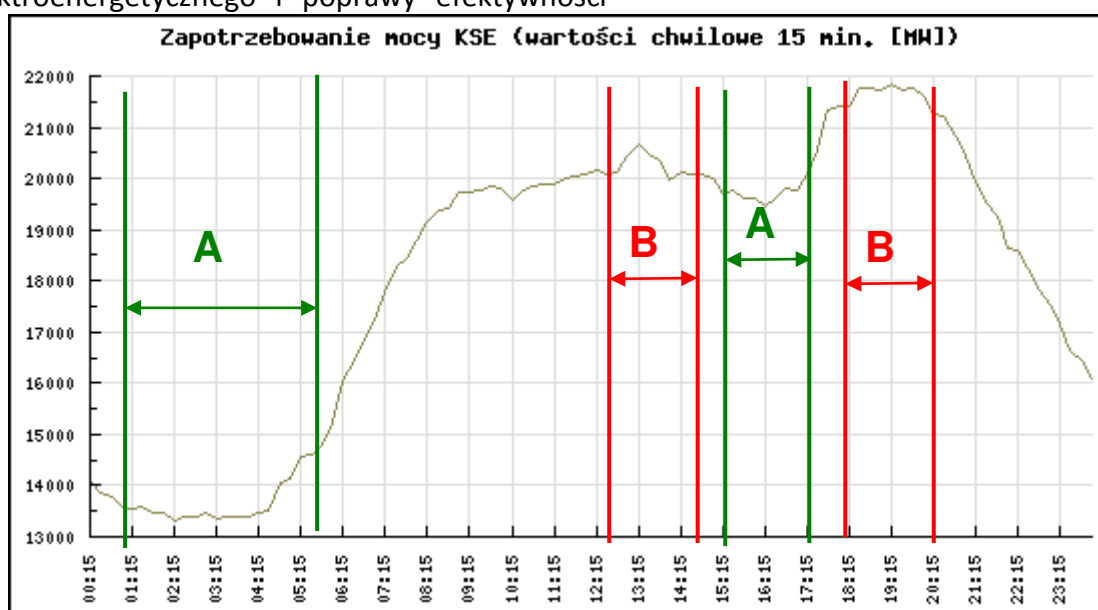
Unia Europejska w dyrektywie Parlamentu Europejskiego o efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych (2006/32/WE), nałożyła na wszystkie państwa członkowskie obowiązek spełnienia w określonym czasie wymagań odnośnie do uzyskania odpowiednich wskaźników w zakresie m. in. wzrostu konkurencyjności rynku elektroenergetycznego i poprawy efektywności

energetycznej. Jednym z celów dyrektywy w zakresie oszczędności energii jest obniżenie o około 9% średniego rocznego zużycia energii do 2016 r.

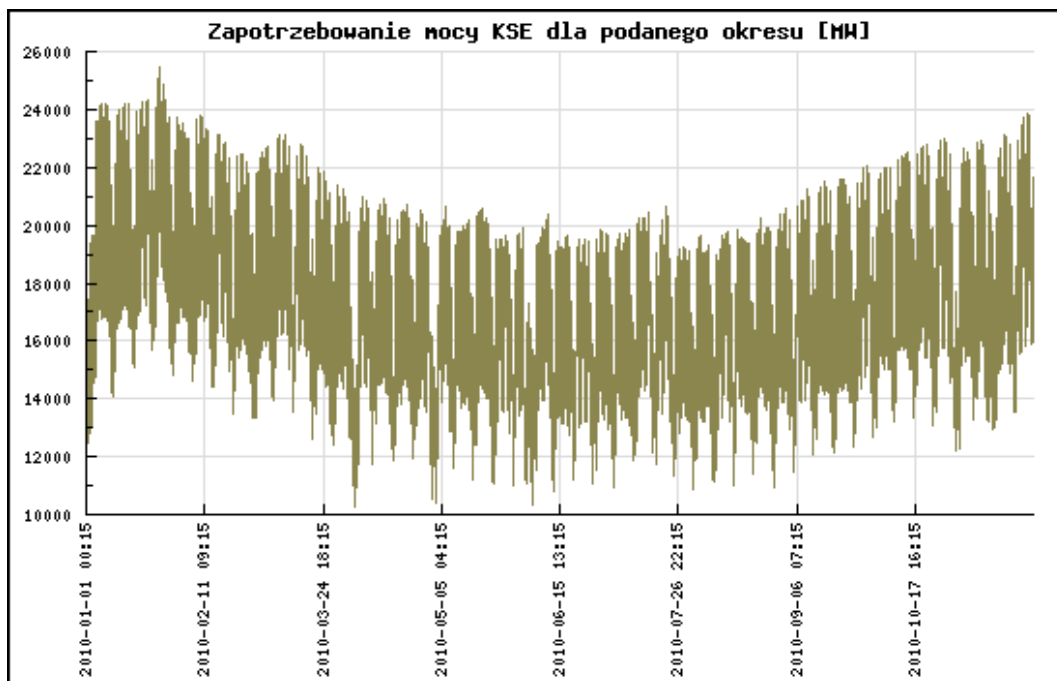
Rys. 13 pokazuje przykład zapotrzebowania mocy Polskiej Krajowej Sieci Energetycznej w sezonie grzewczym (dane dla przykładowych dnia 01.01.2010).

Poprzez zastosowanie technologii smart grid pompa ciepła mogłaby być tak zdalnie załączana, aby móc pracować głównie w porze najtańszej energii elektrycznej (odcinek A). W okresach, w których ilość energii elektrycznej w sieci jest deficytowa i zarazem najdroższa (odcinek B, pompa ciepła mogłaby być zdalnie wyłączana.

Dobrze ocieplony budynek, o dużej akumulacyjności cieplnej nie będzie się w stanie szybko wychłodzić. Rys. 23 i rys. 24. pokazuje, że zarówno godziny szczytu zapotrzebowania na energię elektryczną jak najmniejszego zapotrzebowania są zmienne i zastosowanie stałych i jednakowych okresów blokady pomp ciepła nie jest w stanie zagwarantować najwyższej efektywności energetycznej.



Rys. 23 Rozkład zapotrzebowania mocy Krajowej Sieci Energetycznej w przykładowych porach dnia (01.03.2010)



**Rys. 24** Rozkład zapotrzebowania mocy Krajowej Sieci Energetycznej w wybranych dniach w sezonie grzewczym (od 01.01.2010 do 27.11.2010)

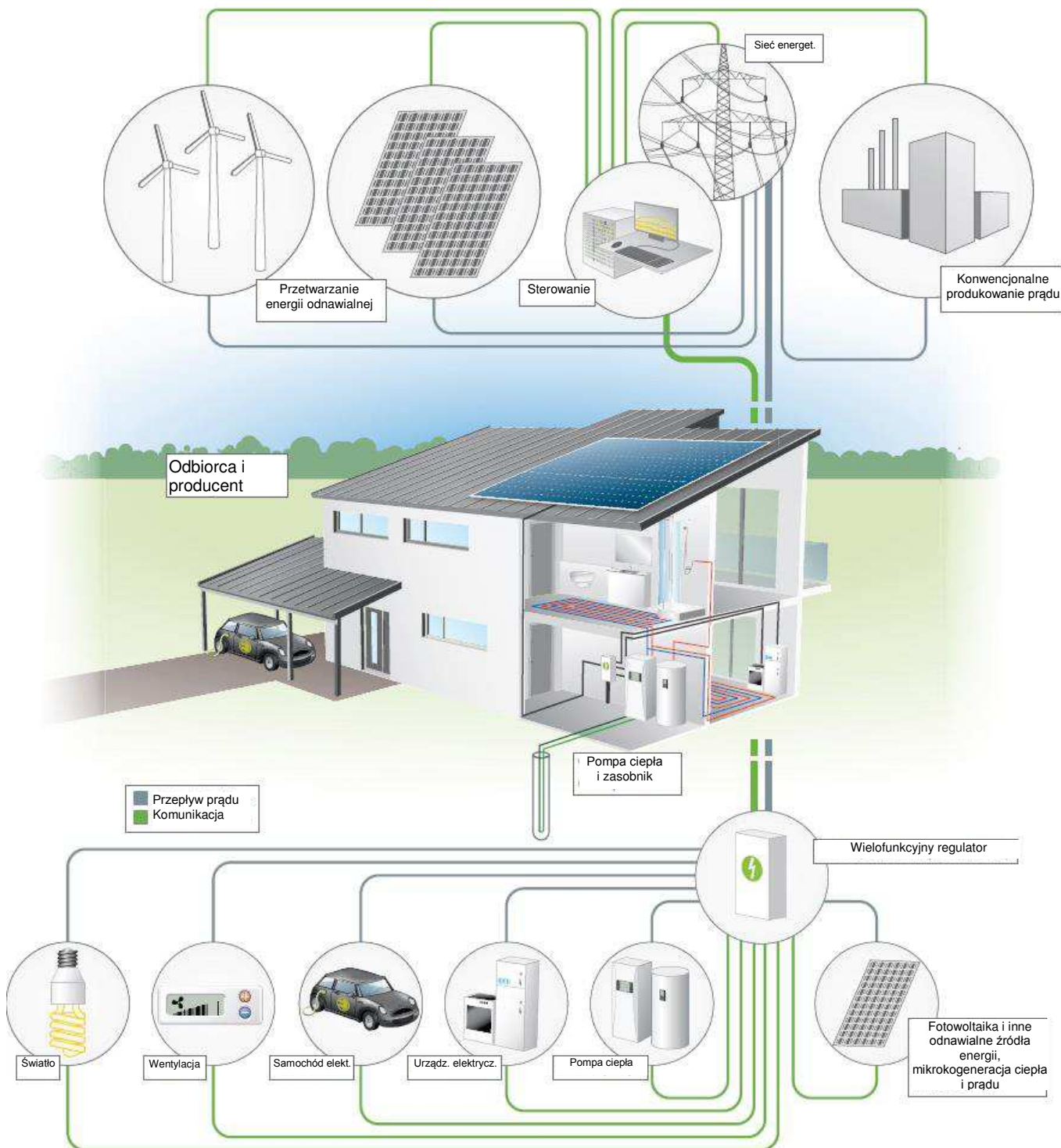
Ważnym elementem systemu inteligentnej sieci energetycznej „smart grid” są również inteligentne, elektroniczne liczniki prądu działające w technologii „smart metering”.

Obecnie stan licznika energii elektrycznej odczytywany jest raz na np. miesiąc. Po wdrożeniu systemu „smard grid”, poziom zużycia prądu przez poszczególnych odbiorców może być obserwowany w sposób ciągły przez dystrybutorów energii elektrycznej oraz bezpośrednio przez odbiorców np. przez platformę internetową.

Interesujący i niezwykle ważny program badawczy w dziedzinie rozwiązań smart grid rozwijany jest obecnie w Danii.

W planach rozwoju energetyki duńskiej założono, że dzięki wykorzystaniu technologii „smart grid i smart metering” oraz szerokiemu zastosowaniu pomp ciepła istnieje możliwość osiągnięcia w 2025 r. nawet 50% udziału energetyki wiatrowej w całej energetyce.

**Pompy ciepła mogą pełnić podobną rolę w systemie energetycznym, jaką mogą pełnić w przyszłości samochody elektryczne.**



**Rys. 24** Pompa ciepła w inteligentnych sieciach energetycznych (smart grid) może pełnić taką funkcję jak samochody elektryczne (Źródło: Positionspapier Smart Grid: Der Beitrag der Wärmepumpe zum Last Management in intelligenten Stromnetzen, BWP, HEA, ZVEH, ZVEI, 2010)

Kiedy występuje nadmiar energii elektrycznej np. pochodzącej z OZE (farm wiatrowych lub fotowoltaiki) pompy ciepła mogą wykorzystać tanią i zieloną energię do ogrzewania buforów wody grzewczej (akumulując ciepło).

Wtedy, gdy występuje deficyt energii elektrycznej lub jest ona bardzo droga inteligentna sieć może wstrzymać dostawę energii do pompy ciepła korzystając z akumulacji ciepła w budynku o ciężkiej konstrukcji lub w buforze wody grzewczej. Odbywa się to bez uszczerbku dla komfortu cieplnego. W budynkach o ciężkiej konstrukcji spadek temperatury w ciągu 2 h jest wyraźnie niższy niż 0,5 K nawet dla temperatur zewnętrznych poniżej -10°C

W duńskim projekcie, planowane jest przeprowadzenie w latach 2011-2014 badań z 300 budynkami, w których pompy ciepła będą wyposażone w odpowiednie mierniki i czujniki. Wszystkie utworzą wirtualną sieć zdolną elastycznie reagować na dyspozycje mocy farm wiatrowych, a zarazem dopasowującą się także do zachowań klientów i poprzez odpowiednią politykę cenową i informacyjną sterować zachowaniem klientów. Projekt zostanie przeprowadzony przez firmę Energinet.dk razem m. in. z Duńską Agencją ds. Energii oraz większością duńskich firm handlujących energią elektryczną.

Oczekiwany wynik projektu to poprawa rozwiązań technologicznych (oprogramowanie i hardware) centralnego zarządzania wirtualną siecią pomp ciepła. Projekt ma także ambicje międzynarodowe. Efektem ma być również przygotowanie międzynarodowych standardów komunikacji dla opisywanej technologii. Ważnym zagadnieniem jest przygotowanie modeli biznesowych dla elastycznego sterowania konsumpcją energii i prognozami oszczędności. Oczekuje się również, że nastąpi dokładniejsze poznanie oczekiwań i zachowań klientów użytkujących pompy ciepła.

Wykorzystanie pomp ciepła w technologii smart grid badane jest także przez Niemiecki Instytut Fraunhofer'a przy współpracy z wiodącymi producentami pomp ciepła oraz niemieckim dostawcą energii elektrycznej - firmą EWE.

Pompy ciepła mogłyby stać się niezwykle ważnym elementem takiego systemu. Obecnie wielu producentów pomp ciepła przygotowuje własne rozwiązania będące wkładem w technologię smart grid i smart metering.

Wg oświadczeń producentów, pierwsze pompy ciepła przygotowane do pracy w tej technologii pojawiły się w ofercie w 2012 r. Mają one specjalne oznakowanie "**SG Ready**".



## 6. Połączenie pomp ciepła z innymi OZE

### 6.1 Europejska Platforma technologiczna RHC

Bardzo obiecującym rozwiązaniem wydaje się połączenie pomp ciepła z innymi technologiami korzystającymi z innych odnawialnych źródeł energii (OZE) czyli **tzw. technologie hybrydowe**.

Dotyczy to praktycznie wszystkich znanych technologii korzystających z OZE.

**Pompy ciepła mogą pełnić istotną rolę zwornika różnych odnawialnych, ale i nieodnawialnych źródeł energii.**

W większości przypadków pojawia się również dodatkowy efekt synergii (zwiększenia efektu energetycznego).

W ramach wspieranej przez Unię Europejską **Europejskiej Platformy Technologicznej Renewable Heating and Cooling (RHC-Platform) powstałej w ramach programu Horyzont 2020** wspierane są pomysły rozwoju technologii hybrydowych, czyli rozwiązań, w których występują urządzenia korzystające z odnawialnych źródeł energii w połączeniu z innymi technologiami korzystającymi z OZE lub paliwami kopalnymi. Rozwiązania mają zapewnić ogrzewanie, chłodzenie i ciepłą wodę użytkową dla budynków mieszkalnych i procesów przemysłowych.

W okresie przejściowym aż do roku 2020 systemy hybrydowe mogłyby używać kopalnych (nieodnawialnych) źródeł ciepła jako awaryjnych czy wspomagających.

W zdecydowanej większości proponowanych rozwiązań zarówno w skali „mikro” jak w skali „makro” pompy ciepła występują jako kluczowy element łączący różne technologie korzystające z odnawialnych źródeł energii.

### 6.2 Pompy ciepła w miastach przyszłości

Przykładem pomysłu szerokiego zastosowania pomp ciepła jest projekt EU: **miasta przyszłości „Future Cities = Heat Pump Cities?”**

Projekt, wspierany przez program "Inteligentna Energia dla Europy" był zaprezentowany 23 marca 2010 r. w Brukseli. Pokazano tam wizję europejskich miast przyszłości, w których pompy ciepła mogą być zastosowane do pokrycia prawie wszystkich typów zapotrzebowania na ciepło. Ich zastosowanie może również pomóc w znaczącym stopniu zmniejszyć skutki zjawiska, które dziś znamy jako "wyspy ciepła", związane z wyższymi średnimi temperaturami powietrza w aglomeracjach (w stosunku do temperatur otoczenia).

### 6.3 Energetyka wiatrowa

Pompy ciepła mają mocnego sojusznika w postaci silnie rozwijającej się energetyki wiatrowej. W energetyce wiatrowej, w czasie, gdy nie występuje wiatr, pompy ciepła mogą być wyłączane. Jest to realizowane poprzez systemy inteligentnego sterowania energią elektryczną, tzw. technologię smart grid. Pompa ciepła może być wyłączana zdalnie na żądanie, i korzysta się wtedy z akumulacyjności cieplnej budynku czy buforów wody grzewczej

### 6.4 Biomasa

Jednym z głównych światowych źródeł emisji CO<sub>2</sub> jest przemysłowa hodowla trzody chlewnej. Zastosowane pompy ciepła służą do chłodzenia chlewni a zarazem

wykorzystują energię do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody. Na szeroką skalę technologia ta została wdrożona w krajach skandynawskich.

Interesujące jest również zagadnienie wykorzystania biomasy jako źródła energii napędowej dla pomp ciepła. Dotyczy to pomp sprężarkowych i gazowych. Rozwiązanie pozwoliłoby na uzyskanie zwielokrotnienia efektu ekologicznego i ekonomicznego zastosowania kotłów na biomasę.

### **6.5 Współpraca pomp ciepła z termicznymi kolektorami słonecznymi**

W projektach badawczych działów rozwoju (R&D) czołowych producentów pomp ciepła, trwają prace nad połączeniem technologii pomp ciepła typu solanka/woda z kolektorami słonecznymi.

Kolektory słoneczne wykorzystywane są jako dolne źródła ciepła lub służą do regeneracji dolnego źródła ciepła. Połączenie technologii gruntowych pomp ciepła (typu solanka/woda) z kolektorami słonecznymi prowadzi do zwiększenia sprawności systemów z kolektorami słonecznymi oraz wzrostu efektywności pomp ciepła

W większości stosowanych układów solarnych do podgrzewania wody użytkowej sprawność systemu nie przekracza wartości 30-35%. W przypadku połączenia kolektorów z dolnymi źródłami ciepła, sprawność systemu solarnego może przekroczyć 50-60%. Jest to możliwe dzięki stosunkowo niskiej temperaturze dolnego źródła ciepła (ok. 0-10°C), o wiele niższej niż typowa temperatura panująca w zasobniku solarnym czy buforze wody grzejnej

Ma to oczywiście przełożenie na jednostkowy uzysk energii z 1 m<sup>2</sup> kolektora słonecznego. W typowych polskich warunkach jednostkowy uzysk energii solarnej rzadko,

kiedy przekracza 300-350 kWh/m<sup>2</sup> kolektora solarnego. W przypadku zastosowania technologii hybrydowej jest możliwe osiągnięcie wartości 600-650 kWh/m<sup>2</sup> kolektora słonecznego.

### **6.6 Fotoogniwa**

Zastosowanie fotoogniw może służyć do zasilania pomp obiegowych centralnego ogrzewania i dolnego źródła, obniżając zużycie energii pierwotnej przez pompy ciepła i zwiększając udział energii odnawialnej przekazywanej przez pompę ciepła do instalacji grzewczej.

Znane są również przypadki, gdy zastosowanie pompy ciepła i fotoogniw w nowych budynkach zapewnia 100% udział energii zielonej.

### **6.7 Kogeneracja prądu i ciepła**

Zastosowanie w jednym budynku wysokoefektywnego systemu kogeneracji ciepła i prądu z pompą ciepła pozwala na uzyskanie zwielokrotnienia efektu ekologicznego i ekonomicznego kogeneracji. Bardzo obiecująco wygląda połączenie, kogeneracji ciepła i prądu z biogazu ze sprężarkową pompą ciepła (na przykład w oczyszczalniach komunalnych).

### **6.8 Energetyka atomowa**

Oprócz niskiej emisji dwutlenku węgla, ważnym aspektem stosowania pomp ciepła jest możliwość pewnego odbioru energii elektrycznej przez pompy ciepła i dobre wykorzystanie w technologii smart grid. Nieprzypadkowo, w krajach, w których postawiono na energetykę atomową realizowane są programy wsparcia rynku pomp ciepła. Dobrym europejskim przykładem są tu np. Francja czy Czechy.

### **6.9 Gaz ziemny, a pompy ciepła.**

W przypadku urządzeń gazowych upowszechnia się technologia gazowych pomp ciepła (zasilanych nie prądem elektrycznym, a gazem ziemnym).

Trwają prace nad wdrożeniem domowych gazowych pomp absorpcyjnych na bazie amoniaku. Technologia dużych ciepła pomp ciepła jest stosowana od wielu lat.

Większość konstrukcji współpracuje z kotłami gazowymi jako szczytowymi źródłami ciepła.

Inną ciekawą gałęzią rozwoju technologii są pompy ciepła z silnikami zasilanymi gazem

ziemnym napędzającymi sprężarki pomp ciepła.

### **6.10 Pompy ciepła a sieci ciepłownicze**

W polskich warunkach występuje duży potencjał zastosowania pomp ciepła w systemach ciepłowniczych, z reguły na tzw. „końcówkach sieci”. Szczególnie interesujące jest zastosowanie pomp ciepła typu powietrze woda do systemów podgrzewania wody użytkowej w okresie letnim.

Szacuje się, że okres zwrotu inwestycji sięga od kilku do około dziesięciu lat.

Szacuje się, że w Polsce można zastosować pompy ciepła o różnych mocach od kilkudziesięciu kW do nawet kilku MW w ponad 2 tysiącach przypadków.

## 7. Podsumowanie: Wielokrotny wkład pomp ciepła w ekologię i duży potencjał rozwoju

Szerokie zastosowanie pomp ciepła w Polsce pozwoli na wniesienie **potrójnego wkładu w osiągnięcie celów pakietu klimatyczno-energetycznego 3x20%** (wzrost efektywności energetycznej, wzrost udziału energii odnawialnej, redukcja emisji CO<sub>2</sub>).

**Technologia pomp ciepła to jedyna, już dziś dostępna, dojrzała technologia, dzięki której znaczną część energii promieniowania słonecznego, zgromadzoną w ciągu lata, można wykorzystać także zimą!**

W przyszłości, gdy coraz większa część energii elektrycznej będzie pochodzić z odnawialnych źródeł, stosowanie pomp ciepła będzie automatycznie zbliżać nas do celu idealnego – korzystania tylko z odnawialnych źródeł energii.

Szerokie zastosowanie pomp ciepła może być również ważnym elementem zwiększającym bezpieczeństwo energetyczne w Polsce. Pozwoliłoby to na zmniejszenie uzależnienia od dostawy energii z zewnątrz (gazu czy oleju).

Potencjał ekologiczny pomp ciepła stale wzrasta, jest to związane z ulepszaniem technologii pomp ciepła, powodującym wzrost efektywności systemów z pompami ciepła.

Również wzrost udziału energii odnawialnej oraz sprawności w produkcji energii elektrycznej zwiększa atrakcyjność ekologiczną tej technologii.

**Niezwykle istotnym wkładem pomp ciepła w ekologię, szczególnie w aglomeracjach miejskich, jest redukcja emisji pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM10.**

Zmniejszenie zapotrzebowania energii dla nowych budynków (jako wynik implementacji dyrektywy EPBD) oraz zmniejszanie temperatury wody grzejnej, zwiększa zdolność do szerokiego wdrożenia technologii pomp ciepła.

Jednocześnie widoczny jest znaczny potencjał wzrostu wykorzystania technologii pomp ciepła w renowacji budynków i w sektorze przemysłowym.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że pompy ciepła należą obecnie do najbardziej niezawodnych technologii grzewczych.

Wdrożenie na szerszą skalę technologii pomp ciepła w Polsce nie wymaga nadzwyczajnych nakładów inwestycyjnych. Technologia jest dobrze znana od ponad wieku, urządzenia są produkowane od ponad 40 lat.

## **8. Załączniki:**

- Załącznik 1.** Decyzja KE z 01.03.2013 nr 2013/114/UE ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE
- Załącznik 2.** Porównanie różnych technologii grzewczych wg raportu dla Komisji Europejskiej z 2011 r.
- Załącznik 3.** Porównanie ekologiczno–ekonomiczne różnych technologii ogrzewania w przykładowym budynku jednorodzinny o pow. użytkowej 160 m<sup>2</sup> (pow. ogrzewana ok. 200 m<sup>2</sup>).
- Załącznik 4.** Szacowanie rocznego współczynnika efektywności SCOP pomp ciepła (SPF)
- Załącznik 5.** Wydajność pomp ciepła w realnych warunkach użytkowania
- Załącznik 6.** Propozycja minimalnych wymogów wartości COP dla pomp ciepła zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej z dnia 9 listopada 2007 r. określająca kryteria ekologiczne dotyczące przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego pompom ciepła zasilanym elektrycznie, gazowo lub absorpcyjnym pompom ciepła (notyfikowana jako dokument nr C(2007) 5492)
- Załącznik 7.** Likwidacja niskiej emisji pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM 10  
– problem nie tylko lokalny
- Załącznik 8.** Literatura

## **Załącznik 1. Decyzja KE z 01.03.2013 nr 2013/114/UE ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE**

Dyrektywa 2009/28/WE (OZE) pozostawiła jako otwarte ważne kwestie dotyczące pomp ciepła. W dokumencie z 2009 r. brakowało m. in. dokładnych informacji na temat metodyki obliczania sezonowego współczynnika efektywności SPF pomp ciepła dla różnych technologii pomp ciepła. Brakowało również określenia metodyki statystyki energetycznej zużycia energii odnawialnej. Istotną kwestią była zasada obliczania energii z OZE wtedy gdy źródło energii stanowi mieszaninę energii odpadowego i energii otoczenia. Niejednoznaczne była też kwestia korzystania z OZE przez pompy ciepła np. korzystających z powietrza wyrzutowego z budynków. Wątpliwości budziło także obliczanie energii z odwracalnych (rewersyjnych) pomp ciepła typu powietrze/woda czy powietrze/powietrze.

Gorące dyskusje branżowe, po wprowadzeniu dyrektywy 2009/28/WE (OZE), wywołała kwestia jak jest wartość minimalna współczynnika SPF dla sprężarkowych zasilanych elektrycznie pomp ciepła.

**Praktycznie wszystkie najważniejsze wątpliwości rozjaśnia decyzja Komisji Europejskiej z dnia 1 marca 2013 nr 2013/114/UE, ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące szacowania ilości energii odnawialnej pochodzącej z różnych technologii pomp ciepła zgodnie z wymogami załącznika VII do dyrektywy 2009/28/WE**

### **Obliczanie udziału i ilości energii z OZE**

Załącznik VII do dyrektywy w sprawie energii odnawialnej 2009/28/WE (dyrektywa OZE) wprowadza podstawową (ogólną) metodę obliczania energii odnawialnej dostarczanej przez pompy ciepła.

Załącznik VII określa **trzy parametry** niezbędne do obliczania ilości energii odnawialnej pochodzącej z pomp ciepła na potrzeby wyliczania celów w zakresie energii odnawialnej:

- **sprawność produkcji energii ( $\eta$  lub  $\eta_{ta}$ );**
- **szacunkowe użyteczne ciepło pochodzące z pomp ciepła ( $Q_{usable}$ );**
- **„współczynnik wydajności sezonowej” (SPF).**

**Decyzja Komisji wprowadza dokładną a zarazem pragmatyczną metodykę dla w/w parametrów.**

### **Metodyka wyznaczania sprawności produkcji energii ( $\eta$ )**

Dane wymagane do obliczania sprawności produkcji energii są objęte rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1099/2008 z dnia 22 października 2008 r. w sprawie statystyki energii.

**Sprawność produkcji energii ( $\eta$ ), według najnowszych danych za rok 2010, wynosi 0,455 (czyli 45,5 %).**



**Komisja zdecydowała że wartość  $\eta = 0,455$  jest stosowana na całym obszarze UE oraz że ma być stosowana do 2020 r.**

Wytyczne te określają więc, w jaki sposób państwa członkowskie powinny szacować dwa pozostałe parametry:

**$Q_{usable}$**  oraz

„współczynnik wydajności sezonowej” (**SPF**), biorąc pod uwagę różne warunki klimatyczne, w szczególności klimaty bardzo zimne. Za pomocą tych wytycznych państwa członkowskie mogą obliczyć ilość energii odnawialnej dostarczanej przez technologie pomp ciepła.

**Użyte definicje:**

„ **$Q_{usable}$** ”

oznacza, wyrażone w GWh, szacunkowe całkowite użyteczne ciepło pochodzące z pomp ciepłych, obliczane jako iloczyn znamionowej wydajności grzewczej ( **$P_{rated}$** ) i rocznej liczby równoważnych godzin pracy pomp ciepła ( **$H_{HP}$** );

„**Roczna liczba równoważnych godzin pracy pomp ciepła**” ( **$H_{HP}$** )

to, wyrażona w h, zakładana roczna liczba godzin, w czasie których pompa ciepła ma dostarczać energię cieplną przy wydajności znamionowej w celu dostarczenia całkowitego ciepła użytecznego dostarczanego przez pompy ciepła;

„**Wydajność znamionowa**” ( **$P_{rated}$** )

oznacza wydajność chłodniczą lub grzewczą cyklu sprężania par lub cyklu sorpcyjnego urządzenia w warunkach znamionowych znormalizowanych;

„**SPF**” oznacza szacunkowy przeciętny współczynnik efektywności (wydajności) sezonowej, czyli „współczynnik efektywności sezonowej netto w trybie aktywnym” ( **$SCOP_{net}$** ) dla pomp ciepła zasilanych energią elektryczną lub „sezonowe zużycie energii pierwotnej w trybie aktywnym netto” ( **$SPER_{net}$** ) dla pomp ciepła zasilanych energią cieplną.

**Metodyka szacowania wartości SPF i  $Q_{usable}$**

Opisana w decyzji Komisji metodyka opiera się na trzech głównych założeniach:

- **Prawidłowość pod względem technicznym;**
- **Pragmatycznym podejściu**, równoważące dokładność z opłacalnością;
- Domyślne współczynniki do określania wkładu energii odnawialnej pochodzącej z pomp ciepła ustalane są na **ostrożnym poziomie**, tak aby zmniejszyć ryzyko przeszacowania wkładu energii odnawialnej pochodzącej z pomp ciepła.

Zgodnie z załącznikiem VII do dyrektywy ilość energii odnawialnej dostarczanej przez technologie pomp ciepła ( **$E_{RES}$** ) oblicza się za pomocą następującego wzoru:

$$E_{RES} = Q_{usable} * (1 - 1 / SPF)$$

przy czym;

$$Q_{usable} = H_{HP} * P_{rated}$$

gdzie:

- **$Q_{usable}$**  = szacunkowe całkowite użyteczne ciepło pochodzące z pomp ciepła [GWh],
- **$H_{HP}$**  = równoważne godziny pracy z pełnym obciążeniem [h],
- **$P_{rated}$**  = wydajność zainstalowanych pomp ciepła, z uwzględnieniem

całkowitego okresu eksploatacji  
 różnych rodzajów pomp ciepła  
 [GW],

• **SPF** = szacunkowy przeciętny współczynnik  
 wydajności sezonowej  
 ( $SCOP_{net}$  lub  $SPER_{net}$ ).

Wartości domyślne dla  $H_{HP}$  i **ostrożne** wartości domyślne dla **SPF** dla elektrycznych sprężarkowych pomp ciepła znajdują się w tabeli 1:

Rodzaj źródła odnawialnej energii dla pompy ciepła	Dolne źródło / czynnik górnego źródła	Klimat chłodny (obowiązujący w Polsce)	
		$H_{HP}$ (h/rok)	SPF ( $SCOP_{net}$ )
Energia aerotermalna	Powietrze/powietrze	1970	2,5
	Powietrze/woda	1710	2,5
	Powietrze/powietrze (rewersyjna)	1970	2,5
	Powietrze/woda (rewersyjna)	1710	2,5
	Powietrze wywiewane / powietrze	600	2,5
	Powietrze wywiewane / woda	600	2,5
Energia geotermalna	Grunt / powietrze	2470	3,2
	Grunt /woda	2470	3,5
Energia hydrotermalna	Woda / powietrze	2470	3,2
	Woda /woda	2470	3,5

**Tabela 1** Wartości domyślne  $H_{HP}$  i SPF ( $SCOP_{net}$ ) dla pomp ciepła zasilanych energią elektryczną

Wartości domyślne dla  $H_{HP}$  i ostrożne wartości domyślne dla SPF dla pomp ciepła napędzanych ciepłnie znajdują się w tabeli 2 i w poniższej tabeli:

Rodzaj źródła odnawialnej energii dla pompy ciepła	Dolne źródło / czynnik górnego źródła	Klimat chłodny	
		$H_{HP}$ (h/rok)	SPF ( $SPER_{NET}$ )
Energia aerothermalna	Powietrze / powietrze	1970	1,15
	Powietrze / woda	1710	1,15
	Powietrze / powietrze (rewersyjna)	1970	1,15
	Powietrze / woda (rewersyjna)	1710	1,15
	Powietrze wywiewane / powietrze	600	1,15
	Powietrze wywiewane / woda	600	1,15
Energia geothermalna	Grunt / powietrze	2470	1,4
	Grunt / woda	2470	1,6
Energia hydrothermalna	Woda / powietrze	2470	1,4
	Woda /woda	2470	1,6

**Tabela 2** Wartości domyślne  $H_{HP}$  i SPF ( $SPER_{net}$ ) dla pomp ciepła zasilanych energią cieplną

Wartości domyślne podane w tabelach 1 i 2 powyżej są typowe dla segmentu pomp ciepła o SPF powyżej minimalnej wartości progowej, co oznacza, że pompy ciepła o SPF poniżej 2,5 i  $SPER < 1,15$  nie były brane pod uwagę przy ustalaniu wartości typowych.

Decyzja Komisji zachęca państwa członkowskie zachęca się do skorygowania ostrożnych wartości domyślnych poprzez dostosowanie ich do warunków krajowych/regionalnych, włącznie z opracowaniem dokładniejszej metodyki. Takie poprawki należy zgłosić Komisji i podane do wiadomości publicznej.

**Przykładowe wyliczenie statystyczne energii OZE na podstawie decyzji KE z 01.03.2013 r 2013/114/UE**

Zakładając moc grzewczą pompy ciepła wynosi **10,0 kW** - statystyczna ilość energii z OZE wynosić będzie odpowiednio:

- **Sprężarkowa pompa ciepła typu powietrze /woda** (powietrzna - korzystająca z energii aerothermalnej)  
 $Ilość\ OZE = 10,0 \times 1710 \times (1-1/2,5) = 10260\ kWh\ OZE/rok$
- **Sprężarkowa pompa ciepła typu solanka/woda** (gruntowa - korzystająca z energii geothermalne)

Ilość OZE =  $10,0 \times 2440 \times (1-1/3,5)$   
= 17643 kWh OZE/rok

- **Gazowa (absorpcyjna) pompa ciepła typu solanka/woda**  
(gruntowa - korzystająca z energii geotermalnej)  
Ilość OZE =  $10,0 \times 2440 \times (1-1/1,6)$   
= 9263 kWh OZE/rok

### Minimalna efektywność pomp ciepła wymagana do uznania energii za energię odnawialną na podstawie dyrektywy

Zgodnie z załącznikiem VII do dyrektywy 2009/28/WE, państwa członkowskie dopilnowują, aby w statystykach uwzględniane były jedynie pompy ciepła o SPF wynoszącym powyżej  $1,15 * 1 / \eta$

- **Elektryczne, sprężarkowe pompy ciepła**  
Minimalna wartość SPF dla pomp ciepła zasilanych energią elektryczną ( $SCOP_{net}$ ) musi wynosić co najmniej **2,5** (dla  $\eta=0,455$ ), aby energia została uznana za energię odnawialną zgodnie z dyrektywą OZE.
- **Pompy ciepła gazowe (napędzane ciepłem)**  
Dla pomp ciepła zasilanych energią cieplną (bezpośrednio lub poprzez spalanie paliw) sprawność produkcji energii ( $\eta$ ) jest równa **1**. Dla takich pomp ciepła minimalna wartość SPF ( $SPER_{net}$ ) musi wynosić co najmniej **1,15**, aby energia została uznana za odnawialną zgodnie z dyrektywą OZE.

Państwa członkowskie powinny zbadać, w szczególności w odniesieniu do powietrznych pomp ciepła, jak duży udział w mocy już zainstalowanych pomp ciepła mają urządzenia o wartości SPF większej od sprawności minimalnej. Przy tej ocenie

państwa członkowskie mogą się opierać zarówno na danych badawczych, jak i pomiarach, chociaż brak danych może w wielu przypadkach ograniczyć ocenę do ekspertyzy przeprowadzonej przez każde państwo członkowskie. Takie ekspertyzy powinny być ostrożne, co oznacza, że należy raczej nie doszacować niż przeszacować wkład pomp ciepła.

Szczególniej uwagi wymagają rewersyjne (odwracalne) powietrzne pompy ciepła, ponieważ istnieje wiele potencjalnych źródeł przeszacowania, ponieważ nie wszystkie odwrotne pompy ciepła są używane do ogrzewania lub tylko w ograniczonym zakresie; oraz starsze (i nowe mniej efektywne) urządzenia mogą mieć SPF poniżej wymaganej wartości progowej 2,5.

Decyzja Komisji zwraca również uwagę znaczny udział powietrzne pompy ciepła do podgrzewania wody nie spełnia wymogi min. wartości SPF. Tylko w wyjątkowych wypadkach takie pompy ciepła mają SPF powyżej minimalnej wartości progowej (poniżej 2,5).

### Granice układu do celów pomiaru energii z pomp ciepła

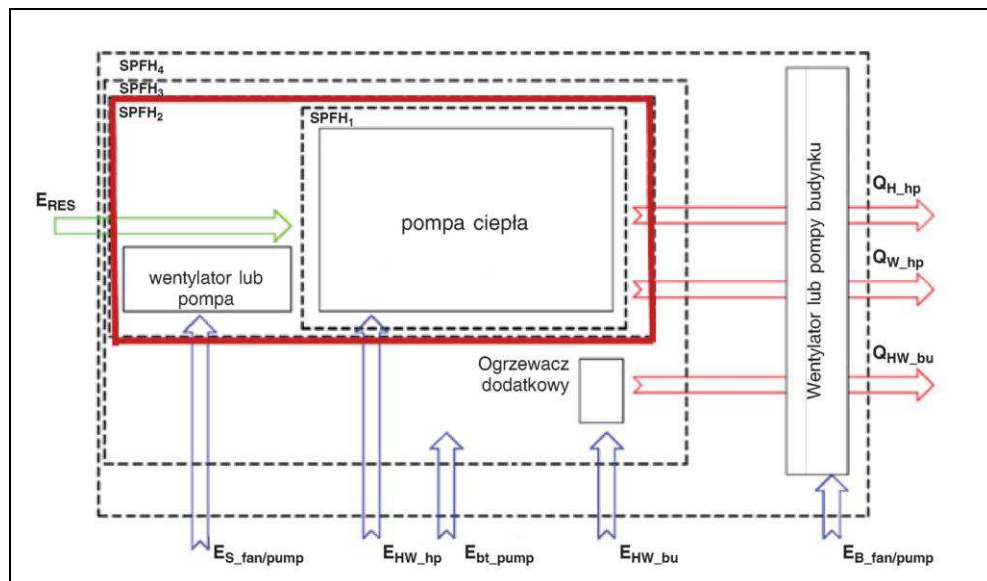
Granice układu do celów pomiaru obejmują cykl obiegu czynnika roboczego, pompę (lub wentylator) czynnika chłodniczego (np. wody, roztworu glikolu) oraz, w przypadku ad/absorpcji, dodatkowo cykl sorpcyjny i pompę rozpuszczalnika.

SPF należy wyznaczyć jako współczynnik efektywności sezonowej ( $SCOP_{net}$ ) zgodnie z normą EN 14825:2012 lub jako wskaźnik sezonowego zużycia energii pierwotnej ( $SPER_{net}$ ) zgodnie z normą EN 12309.

Oznacza to, że należy uwzględnić energię elektryczną lub paliwo zużyte na potrzeby

działania pompy ciepła i obiegu czynnika chłodniczego (np. roztworu glikolu).

Odpowiednie granice układu przedstawiono na rysunku 1 poniżej jako  $SPFH_2$ , zaznaczone na czerwono.



Rys. 1 Granice systemu do celów pomiaru SPF i  $Q_{usable}$ .

Źródło: SEPEMO, ISE Fraunhofer

Na rysunku 1 zastosowano następujące skróty:

$E_{S\_fan/pump}$  - energia wykorzystywana do napędzania wentylatora lub pompy, które powodują obieg czynnika chłodniczego (np. wody, roztworu glikolu)

$E_{HW\_hp}$  - energia wykorzystywana do napędzania pompy ciepła (np. sprężarki)

$E_{bt\_pump}$  - energia wykorzystywana do napędzania pompy powodującej obieg czynnika, który absorbuje energię otoczenia (dotyczy tylko niektórych pomp ciepła)

$E_{HW\_bu}$  - energia wykorzystywana do napędzania dodatkowego ogrzewacza (dotyczy tylko niektórych pomp ciepła)

$E_{B\_fan/pump}$  - energia wykorzystywana do napędzania wentylatora lub pompy, które powodują obieg czynnika, który dostarcza końcowego ciepła użytecznego

$Q_{H\_hp}$  - ciepło dostarczane ze źródła ciepła poprzez pompę ciepła

$Q_{W\_hp}$  - ciepło dostarczane z energii mechanicznej wykorzystywanej do zasilania pompy ciepła

$Q_{HW\_hp}$  - ciepło dostarczane z dodatkowego ogrzewacza

(dotyczy tylko niektórych pomp ciepła)

$E_{RES}$  - odnawialna energia aerotermalna, geotermalna lub hydrotermalna (źródło ciepła) przejęta przez pompę ciepła

$$E_{RES} \rightarrow E_{RES} = Q_{usable} - E_{S\_fan/pump} - E_{HW\_hp} = Q_{usable} * (1 - 1 / SPF)$$

$$Q_{usable} \rightarrow Q_{usable} = Q_{H\_hp} + Q_{W\_hp}$$

Z określonych powyżej granic systemu wynika, że obliczenie energii odnawialnej dostarczanej przez pompy ciepła zależy od samej pompy ciepła, a nie od układu grzewczego, którego część stanowi pompa ciepła.

Nieefektywne wykorzystywanie energii z pomp ciepła jest tym samym kwestią efektywności energetycznej i nie powinno mieć wpływu na obliczanie energii odnawialnej dostarczanej przez pompy ciepła.

### Warunki klimatyczne

Definicja warunków klimatu umiarkowanego, chłodnego i ciepłego jest zgodna z metodą zaproponowaną w projekcie rozporządzenia delegowanego Komisji w sprawie etykietowania energetycznego urządzeń grzewczych, gdzie „warunki klimatu umiarkowanego”, „warunki klimatu chłodnego” i „warunki klimatu ciepłego” oznaczają warunki temperaturowe właściwe, odpowiednio, dla następujących europejskich miast: **Strasburg, Helsinki i Ateny**.

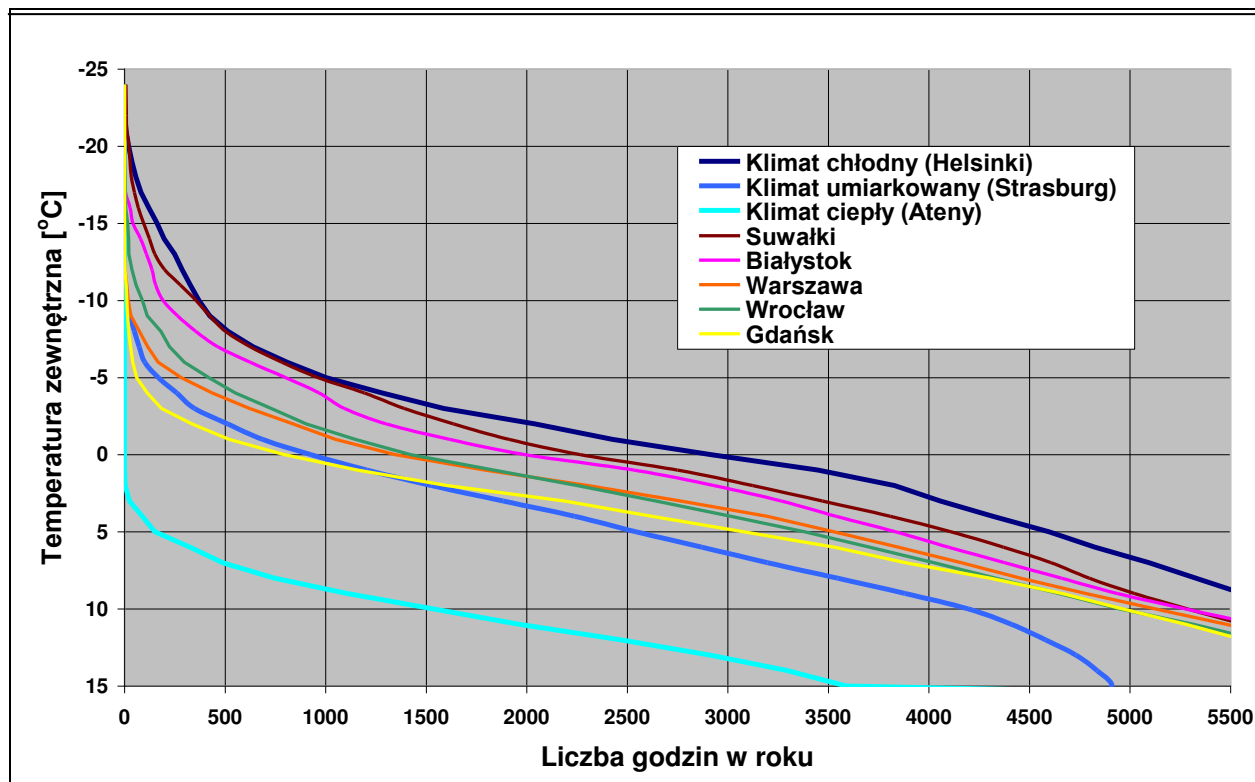
Sugerowane obszary warunków klimatycznych przedstawiono na rysunku 2 poniżej.



Rys. 2 Mapa Europy z różnymi klimatami. Obszar Polski jest w całości zaliczony do klimatu chłodnego.

Wykres na rys. 3 pokazuje że realne statystyczne warunki klimatyczne typowych lokalizacji w Polsce znajdują się pomiędzy warunkami dla klimatu chłodnego i umiarkowanego.





Rys. 3 Uporządkowany wykres temperatur zewnętrznych dla klimatu chłodnego, umiarkowanego i ciepłego oraz reprezentatywne lokalizacji w Polsce (źródło: P. Lachman)

### Pompy ciepła wykorzystujących powietrze wywiewane jako źródło energii

Pompy ciepła wykorzystujące powietrze wywiewane jako źródło energii korzystają z energii otoczenia, dlatego dostarczają energii odnawialnej. Ale jednocześnie takie pompy ciepła odzyskują energię z powietrza wywiewanego, która nie stanowi energii aerothermalnej zgodnie z dyrektywą OZE. Dlatego tylko pobrana energia aerothermalna jest liczona jako energia odnawialna.

Uwzględnione jest to poprzez korektę wartości  $H_{HP}$  dla takich typów pomp ciepła, jak określono w tabelach 1 i 2.

### Powietrzne pompy ciepła z grzałkami elektrycznymi

Wartości  $H_{HP}$  podane w tabelach 1 i 2 uwzględniają nie tylko czas używania pompy ciepła, ale także czas używania dodatkowej grzałki elektrycznej. Ponieważ grzałka znajduje się poza granicami układu dla wszystkich powietrznych pomp ciepła są odpowiednio korygowane, aby uwzględnić jedynie ciepło użytkowe dostarczane przez tylko przez pompę ciepła. Skorygowane wartości  $H_{HP}$  zostały podane w tabelach 1 i 2.

W przypadku powietrznych pomp ciepła, których moc podawana jest dla warunków projektowych (a nie dla standardowych warunków badawczych wg PN-EN 14511), należy korzystać z wartości  $H_{HE}$  równej 3 465 h dla klimatu zimnego (obowiązującego w Polsce).

Tylko powietrze atmosferyczne, tj. powietrze zewnętrzne, może być źródłem energii dla powietrznych pomp ciepła.

### **Wkład energii odnawialnej z hybrydowych systemów pomp ciepła**

W przypadku hybrydowych systemów pomp ciepła, gdzie pompa ciepła działa we współpracy z innymi technologiami OZE (np. termiczne kolektory słoneczne wykorzystywane są jako np. system wstępnego podgrzewu gruntu), rozliczanie energii odnawialnej jest obciążone ryzykiem niedokładności.

Ważne jest to, aby rozliczanie energii odnawialnej z hybrydowych systemów pomp ciepła było prawidłowe, a w szczególności, aby energia odnawialna nie była rozliczana wielokrotnie.

### **Wytyczne dotyczące opracowania dokładniejszych metodyk**

Przewiduje się i zachęca państwa członkowskie, aby dokonały własnych oszacowań dotyczących SPF i  $H_{HP}$ . Jeżeli można dokonać lepszych oszacowań, to takie krajowe/regionalne podejścia powinny się opierać na prawidłowych założeniach i reprezentatywnych próbach o wystarczającej wielkości, co będzie skutkowało znacząco lepszymi oszacowaniami energii odnawialnej pochodzącej z pomp ciepła w porównaniu z wartościami szacunkowymi otrzymanymi przy użyciu metody określonej w niniejszej decyzji. Takie ulepszone metodyki mogą się opierać na szczegółowych obliczeniach na podstawie danych technicznych uwzględniających między innymi rok instalacji, jakość instalacji, rodzaj sprężarki, tryb działania, układ rozprowadzania ciepła, temperaturę biwalencyjną i klimat regionalny.

Jeżeli państwa członkowskie stosują alternatywne metodyki lub wartości, to

zachęca się do przedłożenia ich Komisji wraz ze sprawozdaniem opisującym zastosowaną metodę i wartości. Komisja, w razie konieczności, przetłumaczy dokumenty i opublikuje je za pomocą swojej platformy na rzecz przejrzystości.

Zgodnie z decyzją, wytyczne mogą zostać zmienione i uzupełnione przez Komisję najpóźniej do dnia 31 grudnia 2016 r., jeżeli będzie to konieczne ze względu na postępy w statystyce, technice lub nauce.

### **Otwarte kwestie w Decyzji Komisji Europejskiej**

Warto rozważyć kilka kwestii nie rozstrzygniętych w decyzji Komisji.

- 1) Czy należy uwzględniać i w jakim stopniu energię OZE dla urządzeń klimatyzacyjnych z dodatkową funkcją grzewczą pompy ciepła?
- 2) Ważnym zadaniem dla branży pomp ciepła jest oszacowanie jak wiele pomp ciepła będących na rynku polskim nie spełnia warunku min. 2,5. Wg PORT PC dotyczy to stosunkowo niewielkiej grupy pomp ciepła powietrze/woda zamontowanych kilka lat temu.
- 3) Warto zadbać o to aby programy wsparcia dla pomp ciepła dotyczyły tych technologii, która zapewni zachowanie wysokie wartości wsp. SPF ale i niskie koszty eksploatacji. W przypadku pomp ciepła typu powietrze/woda wsparcie powinny uzyskać technologie o wysokiej efektywności (COP, SCOP). Wskazane jest również wspieranie możliwie jak najlepszych technologii (BAT)
- 4) Bardzo ważnym zadaniem jest wprowadzenie w Polsce programów

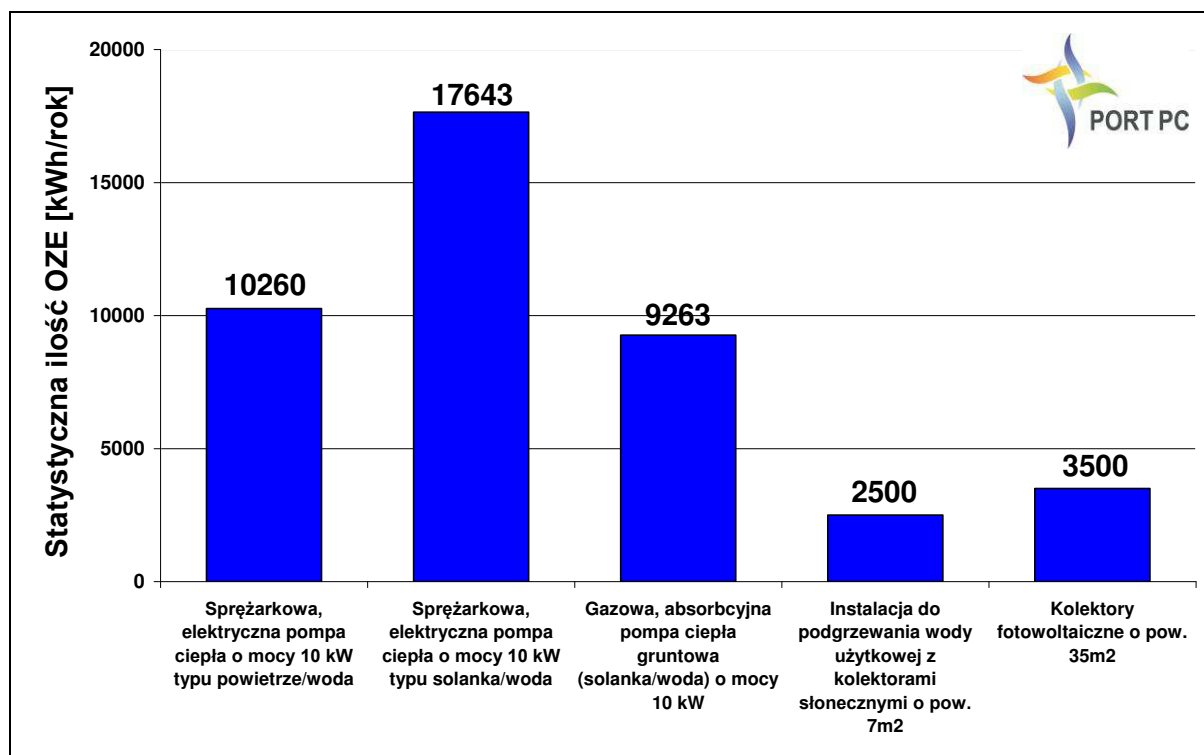
badawczych na temat efektywności pomp ciepła w realnych warunkach użytkowania w Polsce (powietrzne pompy ciepła, pompy ciepła do c.w.u., pompy gruntowe). Komisja Europejska zachęca państwa członkowskie, aby dokonały własnych oszacowań dotyczących SPF i  $H_{HP}$ . I w takim oszacowaniu mogą pomóc wyniki badań realnej efektywności pomp ciepła.

### Wzrost znaczenia pomp ciepła

Pompy ciepła, które według Dyrektywy 2009/28/WE uznane zostały za urządzenia korzystające z odnawialnych źródeł energii, to doskonałe rozwiązanie dla

zastąpienia systemu grzewczego budynku opartego na paliwach konwencjonalnych. Do momentu opublikowania decyzji Komisji 2013/114/UE pompy ciepła nie znalazły wystarczającego wsparcia wśród innych technologii korzystających z OZE w Polsce

Porównując pompy ciepła z innymi technologiami korzystającymi z OZE (np. termicznymi kolektorami słonecznymi, panelami fotowoltaicznymi) **statystyczne ilości energii z OZE dla pomp ciepła są od 2 do 5 razy większe niż ilości OZE pochodzące z innych mocno wspieranych obecnie technologii.** (odnosząc to do poniesionych nakładów inwestycyjnych – rys. 4).



Rys. 4 Porównanie statystycznych ilości energii z odnawialnych źródeł energii dla pomp ciepła, kolektorów słonecznych i fotowoltaicznych (na podstawie decyzji KE 2013/114/UE i obliczeń programami symulacyjnymi dla typowych warunków nasłonecznienia w Polsce)

## Załącznik 2. Porównanie różnych technologii grzewczych wg raportu dla Komisji Europejskiej z 2011 r.

### Porównanie emisji zanieczyszczeń różnych technologii grzewczych wg raportu IPTS dla Komisji Europejskiej.

Najczęstszym kryterium, używanym dla przeprowadzenia oceny ekologicznej urządzeń grzewczych jest ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub> lub zużycie energii pierwotnej. Bardzo interesujące i ważne porównanie emisji różnych zanieczyszczeń dla technologii grzewczych zawarte jest w raporcie wykonanym przez IPTS (Instytut Studiów Perspektyw w Sewilli, Hiszpania) na zlecenie Komisji Europejskiej (Generalnej Dyrekcji Środowiska - DG ENV).

Raport powstał w 2011 r. w celu przygotowania oznakowania ekologicznego i zielonych zamówień publicznych (GPP) oraz kryteriów ekologicznych dla systemów grzewczych centralnego ogrzewania produktów "wodne systemy centralnego ogrzewania".

W dokumencie zawarto między innymi analizę następujących zanieczyszczeń:

- A) Emisja CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla)
- B) Emisja NO<sub>x</sub> (tlenków azotu)
- C) Emisja CO (tlenku węgla)
- D) Emisja PM (pyłów zawieszonych)
- E) Emisja OGC (gazowych zanieczyszczeń organicznych)

Poniższe analizy efektywności i emisji zanieczyszczeń dla różnych technologii grzewczych (tab. 1) zostały przyjęte na podstawie średniej sprzedaży w danej kategorii urządzeń grzewczych. Pokazane dane dotyczą roku 2010 r.

### Kategorie urządzeń poddanych ocenie ekologicznej.

Różne kategorie urządzeń grzewczych zawarte są w tabeli 1.

Typ paliwa/energii	Kategoria	Uwagi
Olej	01_kotły olejowe	Efektywność i emisja zanieczyszczeń jest przyjęta na podstawie średniej (z 2010 r.) sprzedaży w tej kategorii.
Gaz	02_kotły gazowe	Efektywność i emisja zanieczyszczeń jest przyjęta na podstawie średniej (z 2010 r.) sprzedaży w tej kategorii.
	03_gaz hybrydowe	Analiza zawiera 4 typy różnych pomp ciepła. Poz. "03_" to hybrydowe pompy ciepła połączone z kondensacyjnymi kotłami gazowymi. Obecna sprzedaż jest niewielka, ale tego typu produkty mogą znacząco zwiększyć efektywność kotłów kondensacyjnych.
Energia elektryczna	04_elektr. PC	Poz. "04_" to elektryczne sprężarkowe pompy ciepła, obejmujące pompy ciepła pobierające ciepło z wody, gruntu, bezp. odparowanie w gruncie i z powietrza. Efektywności i emisja jest przyjęta na podstawie średniej (z 2010 r.) sprzedaży w tej kategorii.
Gaz	05_gaz abs. PC	Poz. "05_" to gazowe absorpcyjne pompy ciepła które stopniowo pojawiają się na rynku i zapewniają wyższą
	06_gaz ICE PC	

		efektywność niż gazowe kotły kondensacyjne. Grupa "06_" to gazowe (z silnikiem spalinowym ICE) sprężarkowe pompy ciepła, które mają inne charakterystyki niż absorpcyjne pompy ciepła.
<b>Węgiel</b>	<b>07_kotły węglowe</b>	W kategorii kotłów na paliwo stałe, kotły węglowe zostały dodane na specjalne życzenie, mimo że sprzedaż w UE jest stosunkowo niewielka (jako zastosowanie do centralnego ogrzewania).
<b>Biomasa</b>	<b>08_małe/ręczne drewno</b>	Kotły na biomasę, są podzielone na kategorię małych kotłów na drewno (ładowanych ręcznie - obecnie największy udział sprzedaży i istniejących na rynku, chociaż wzrasta udział kotłów na pelet), małe zautomatyzowane kotły na drewno, małe kotły na pelet i kotły na duże kawałki drewna. Te rodzaje kotłów reprezentują najbardziej popularne typy kotłów na biomasę dla centralnego ogrzewania.
	<b>09_małe/autom. drewno</b>	
	<b>10_małe/pellet</b>	
	<b>11_duże/kawałki</b>	
<b>Gaz</b>	<b>12_kogeneracja</b>	Ta kategoria urządzeń to zarówno rozwiązania oparte o silniki Stirling'a, jak rozwiązania w oparciu o silniki gazowe. Dane dotyczące efektywności jak emisji opierają się na szacowanym udziale produktów w sprzedaży systemów gazowych kogeneracyjnych.

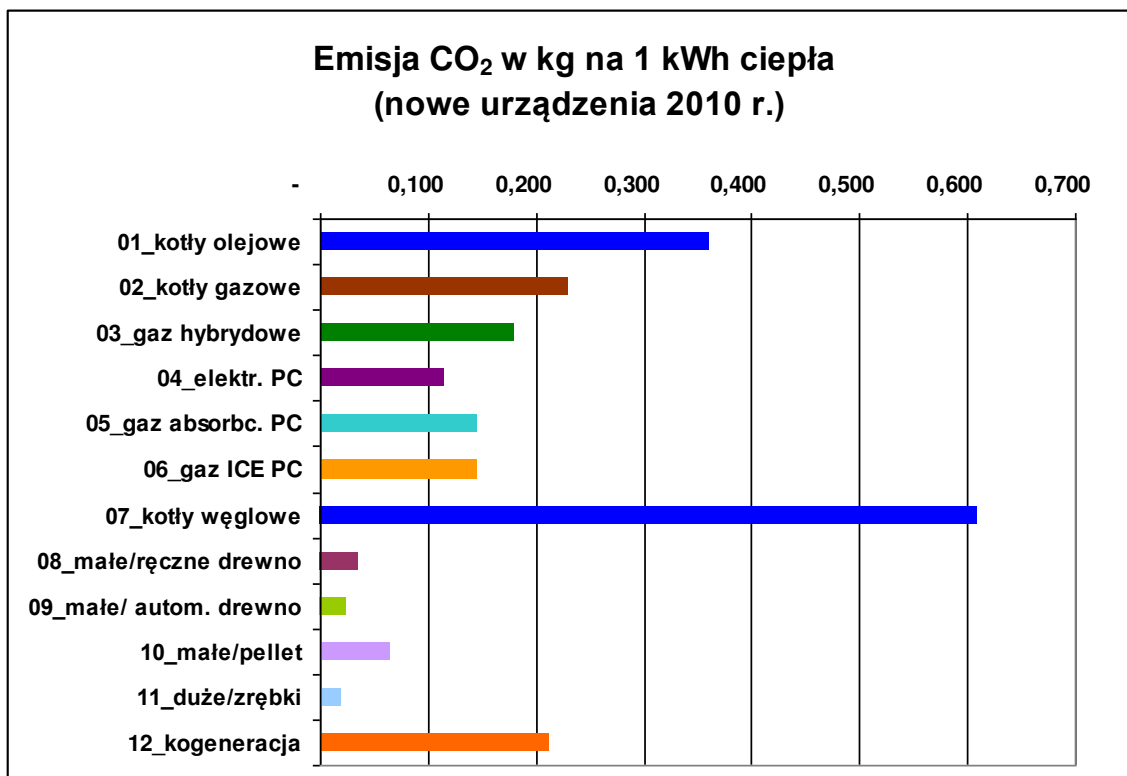
Tabela 1. Przegląd kategorii urządzeń grzewczych

#### A) Emisja ekwiwalentna CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla)

Emisja CO<sub>2</sub> przypadająca na 1 kWh ciepła przekazanego przez urządzenie grzewcze związana jest głównie z udziałem węgla w paliwie (lub w przypadku energii elektrycznej, strat w produkcji wraz stratami przesyłu energii). Wartości emisji obejmują takie procesy jak wydobycie, przetwarzania, jak i transport tych nośników energii oraz są obliczone na podstawie zużycia energii pierwotnej oraz na podstawie współczynników sezonowej sprawności). Większość wartości opiera się na kalkulacji CO<sub>2</sub> wg [DEFRA 2011], z

wyjątkiem danych co do energii elektrycznej, które zawierają wartości z raportu [MEErP 2011]. Głównymi czynnikami wpływającymi na emisje dla systemów hybrydowych poz. 03 i kogeneracji poz. 12 są współczynniki nakładu energii pierwotnej. Współczynniki emisji są odniesione do 1 kWh ciepła użytkowego. W przypadku spalania paliw, ze względu na niezmienną zawartość węgla w paliwie, współczynniki nie zmieniają się w czasie.

W przypadku energii elektrycznej zmiany w czasie są istotne ponieważ z biegiem czasu produkcja energii elektrycznej będzie stawać się coraz bardziej czystsza (większy udział OZE).



**Rys. 1.** Porównanie emisji CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla) dla różnych urządzeń grzewczych

Porównanie na rys. 1 pokazuje że najmniejszą emisję CO<sub>2</sub> osiągają kotły na biomase, które głównie z względów politycznych określane są jako „zeroemisyjne”. Poza kotłami na biomase najniższą emisję mają zasilane energią elektryczną sprężarkowe pompy ciepła. Jest to możliwe dzięki ich wysokiej efektywności i niskiej europejskiej średniej emisji CO<sub>2</sub> na kWh energii

elektrycznej.

Dobre efekty osiągają gazowe urządzenia kogeneracyjne oraz hybrydowe pompy ciepła. Kotły olejowe są wyraźnie groźniejszym źródłem zanieczyszczeń niż kotły gazowe. Największą emisję w porównaniu mają kotły węglowe, ze względu na niską efektywność i wysokie współczynniki jednostkowe emisji dla paliwa.



**Emisja dwutlenku węgla w Polsce (stan z 2011)**

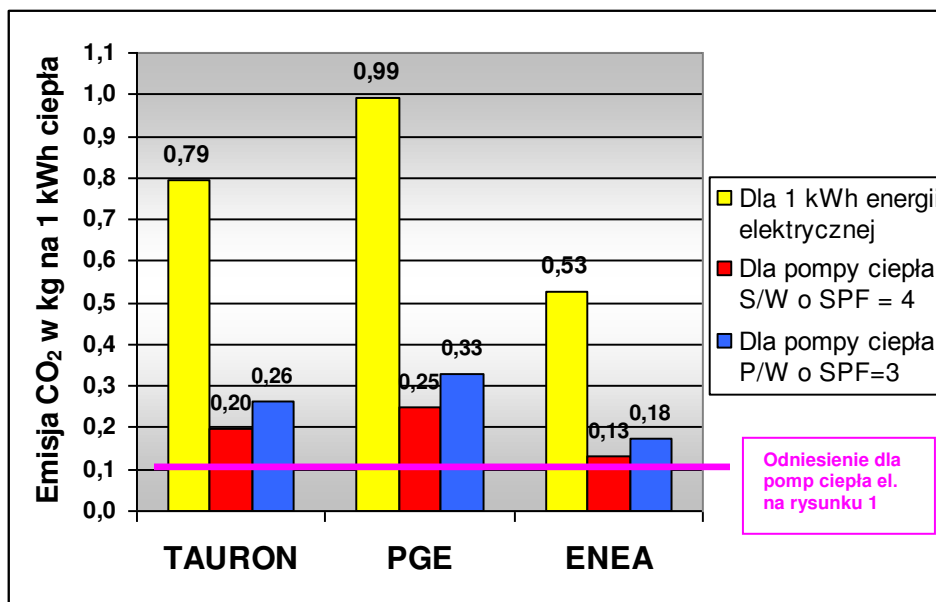


**Rys. 2. Grupy Energetyczne w Polsce**

Dla porównania na poniższym wykresie zestawiono emisję dwutlenku węgla dla obszaru działania polskich grup energetycznych Tauron, Enea i PGE.

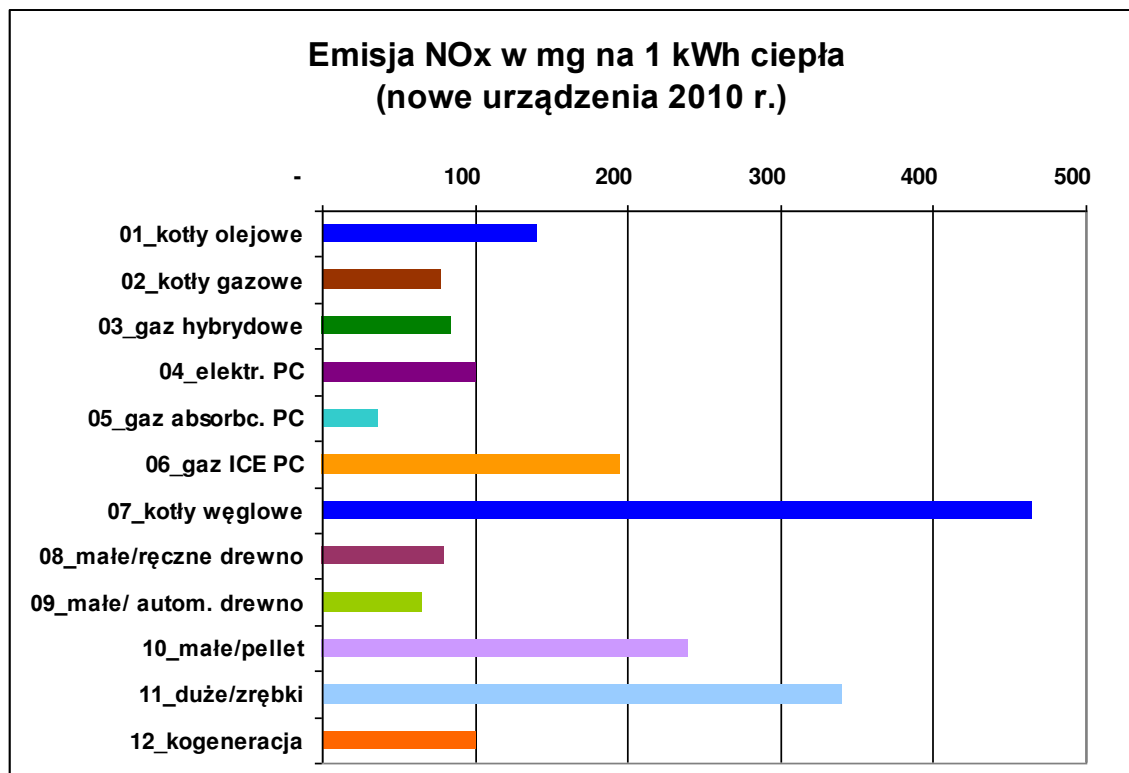
Założono że pompy ciepła typu solanka/woda lub woda/woda mają współczynnik sezonowy

efektywności SPF na poziomie 4,0, zaś pomp ciepła typu powietrze/woda charakteryzują się współczynnik sezonowym efektywności SPF na poziomie 3,0



**Rys. 3. Porównanie emisji CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla)**

## B. Emisja NO<sub>x</sub> (tlenków azotu)



**Rys. 4.** Porównanie emisji NO<sub>x</sub>

Widać tu bardzo duże różnice w różnych kategoriach urządzeń grzewczych.

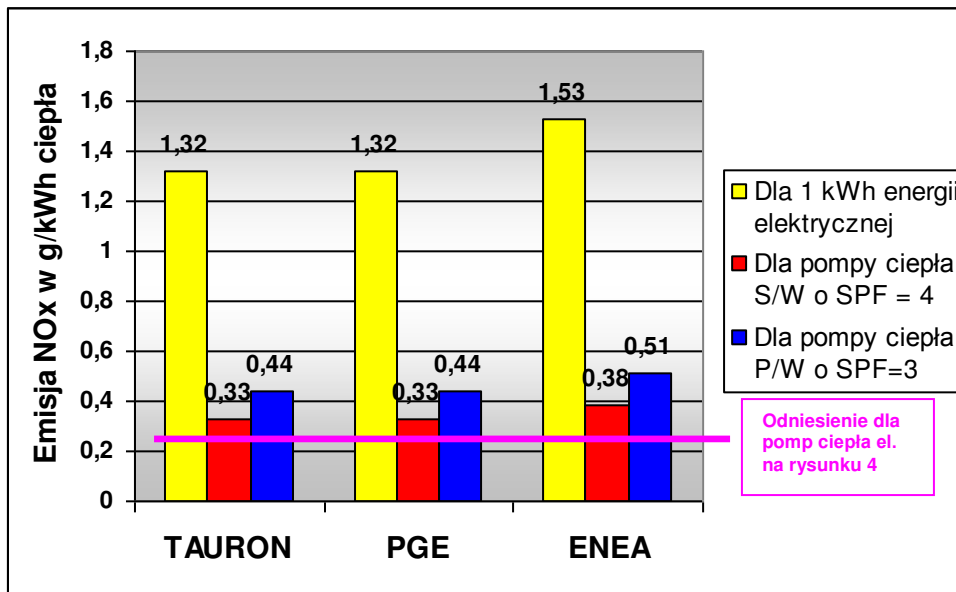
Najniższą emisję (rys. 4) osiągają gazowe, absorpcyjne pompy ciepła, dzięki wysokiej efektywności energetycznej i niskim współczynnikom emisji dla spalania gazu.

Emisja NO<sub>x</sub> dla kotłów na drewno jest również relatywnie niska, szczególnie dla kotłów na drewno (z podajnikami automatycznymi). W przypadku kotłów w kategorii 11 emisja jest stosunkowo duża. Największą emisją charakteryzują się kotły węglowe.

### Emisja tlenków azotów w Polsce (stan z 2011)

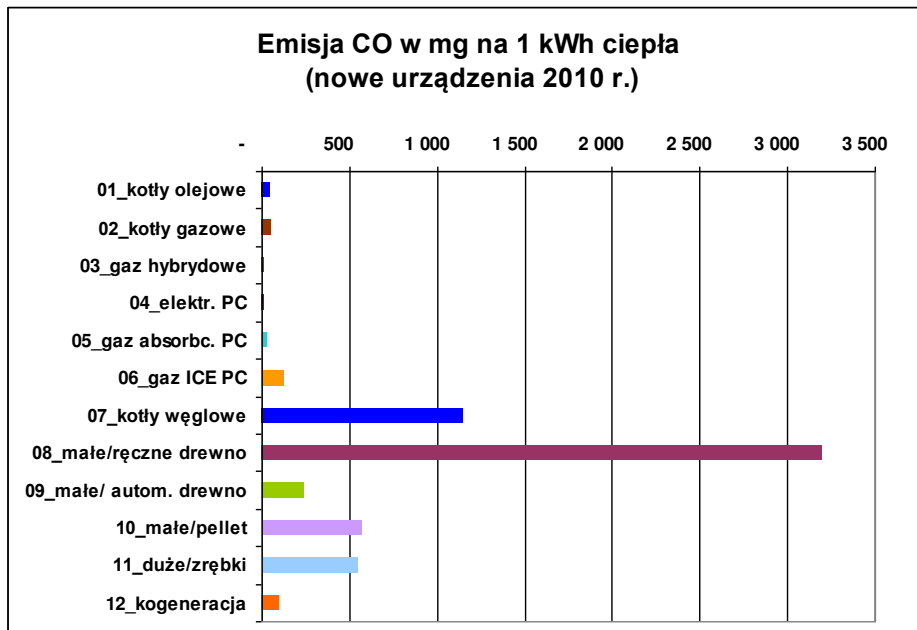
Dla porównania na poniższym wykresie zestawiono emisję tlenków azotu dla obszaru działania polskich grup energetycznych Tauron, Enea i PGE. Założono że pompy ciepła typu solanka/woda lub woda/woda mają współczynnik

sezonowy efektywności SPF na poziomie 4,0, zaś pomp ciepła typu powietrze/woda charakteryzują się współczynnik sezonowym efektywności SPF na poziomie 3,0



Rys. 5. Porównanie emisji CO<sub>2</sub> (dwutlenku węgla)

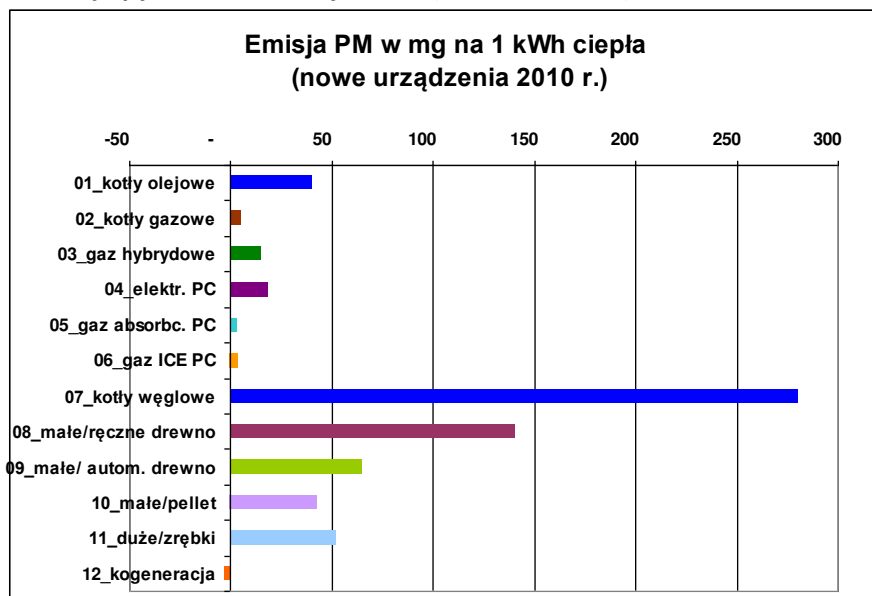
### C. Emisja CO (tlenku węgla)



Rys. 6. Porównanie emisji CO

Największa emisją CO (rys. 6) charakteryzują się kotły na biomasę ładowane ręcznie, w drugiej kolejności są kotły węglowe.

#### D. Emisja pyłów zawieszonych PM (PM 2,5 i PM 10)



Rys.7. Porównanie emisji PM (pyłów zawieszonych)

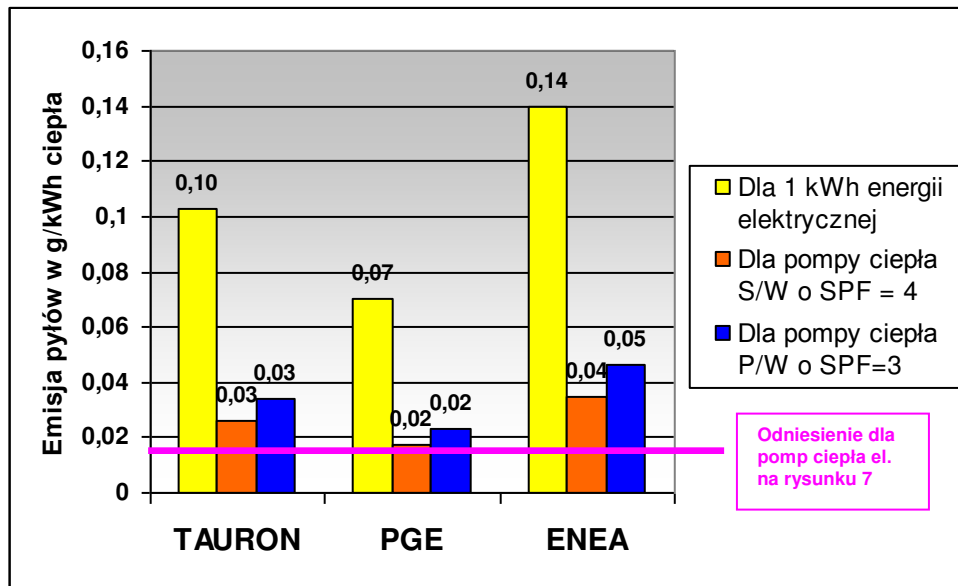
Największa emisja pyłów zawieszonych (rys. 6) dotyczy kotłów na paliwo stałe, szczególnie dla kotłów opalanych węglem. Interesujące jest to,

że urządzenia kogeneracyjne pokazują ujemną emisję pyłów zawieszonych dzięki efektywniejszej produkcji energii elektrycznej.

#### Emisja pyłów w Polsce (stan z 2011 r.)

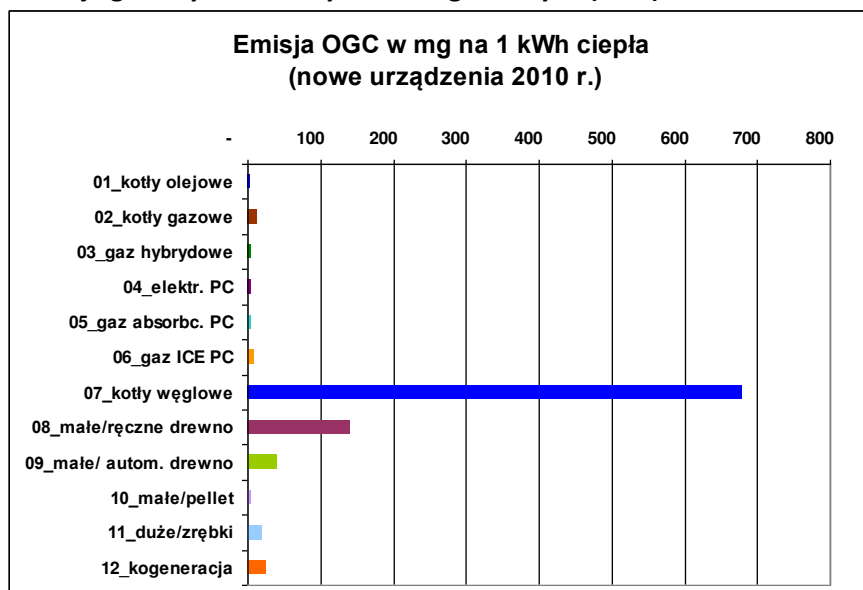
Dla porównania na poniższym wykresie zestawiono emisję pyłów dla obszaru działania polskich grup energetycznych Tauron, Enea i PGE. Założono że pompy ciepła typu solanka/woda lub woda/woda mają współczynnik sezonowy

efektywności SPF na poziomie 4,0, zaś pomp ciepła typu powietrze/woda charakteryzują się współczynnik sezonowym efektywności SPF na poziomie 3,0.



Rys 8. Porównanie emisji PM (pyłów zawieszonych)

### E. Emisja gazowych zanieczyszczeń organicznych (OGC)



**Rys. 9.** Porównanie emisji OGC (gazowych zanieczyszczeń organicznych)

W skład gazowych zanieczyszczeń organicznych wchodzi różny węglowodory aromatyczne, których głównym przedstawicielem jest benzo-a-piren. Największa emisja gazowych

zanieczyszczeń organicznych (rys. 9) dotyczy kotłów na paliwo stałe, szczególnie dla kotłów opalanych węglem.

### Zał. 3 Przykładowe porównanie ekologiczno–ekonomiczne różnych technologii ogrzewania w przykładowym budynku jednorodzinym o pow. użytkowej 160 m<sup>2</sup> (pow. ogrzewana ok. 200 m<sup>2</sup>).

W poniższym zestawieniu pokazane jest porównanie ekologiczne i ekonomiczne pomp ciepła z kotłem na biomasę z instalacjami grzewczymi ogrzewanymi konwencjonalnie i z kolektorami słonecznymi.

**W porównaniu wzięto pod uwagę rozwiązania spełniające wymóg dostarczenia do budynku min. 13% OZE.**

Analizę przeprowadzono dla budynku o powierzchni ogrzewanej 200 m<sup>2</sup> o następujących parametrach:

- Zapotrzebowanie ciepła użytkowego na c.o. 10 000 kWh/sezon (energia użytkowa)
- Zapotrzebowanie ciepła na c.w.u. 4 080 kWh/sezon
- Moc projektowa 7,5 kW (projektowe straty ciepła budynku wg PN EN 12831)
- Temperatura graniczna grzania 14°C
- Lokalizacja klimatyczna: Kraków (III strefa, temperatura projektowa -20°C)
- Projektowa temp. zasilania/powrotu 35/30°C
- Projektowa temperatura pomieszczeń +20°C
- Zapotrzebowanie c.w.u. 240 l/dobę
- Temperatura c.w.u. 50°C

W analizach porównano następujące rozwiązania:

- Kocioł na pelety
- Kondensacyjny kocioł gazowy z instalacją solarną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (zakładany stopień pokrycia solarnego c.w.u. - 60%)
- Kondensacyjny kocioł gazowy z instalacją solarną do wspomaganie c.o. i podgrzewania ciepłej wody użytkowej

(zakładany łączny stopień pokrycia solarnego c.w.u. i c.o. - 25%)

- Kocioł węglowy z instalacją solarną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (zakładany stopień pokrycia solarnego c.w.u. wynosi 60%)
- Kocioł olejowy z instalacją solarną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (zakładany stopień pokrycia solarnego c.w.u. wynosi 60%)
- Pompa ciepła typu powietrze/woda o współczynniku SPF = 3,0 (założona wartość jako średnia z badań efektywności pomp ciepła ISE Fraunhofer)
- Pompa ciepła typu solanka/woda o współczynniku SPF = 4,0 z dolnym źródłem w postaci gruntowego, pionowego wymiennika ciepła (założona wartość jako średnia z badań efektywności pomp ciepła ISE Fraunhofer)

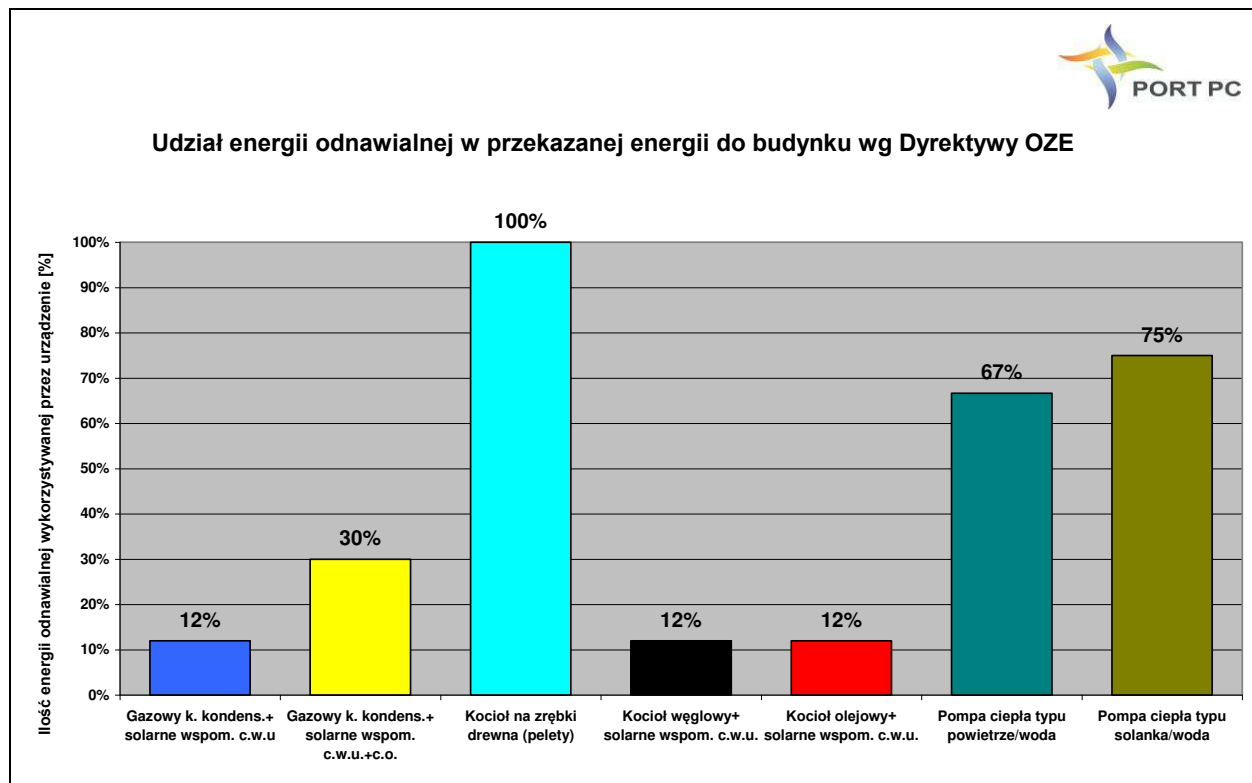
Założono porównanie kompletnych systemów grzewczych. Instalacja z kolektorami słonecznymi nie jest w stanie funkcjonować bez dodatkowego szczytowego źródła ciepła np. kotła gazowego. Dotyczy to zarówno z instalacji solarnej do podgrzewania ciepłej wody użytkowej jak i systemów z kolektorami słonecznymi do wspomaganie ogrzewania i podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

Z kolei kotły gazowe, olejowe jak i pompy ciepła typu solanka/woda mogą funkcjonować bez dodatkowego szczytowego źródła energii cieplnej zarówno na potrzeby centralnego ogrzewania jak i ciepłej wody użytkowej.

Takie podejście kompleksowe jest istotne nie tylko dla nowych budynków, ale również modernizowanych.



## Udział energii OZE w energii użytkowej budynku



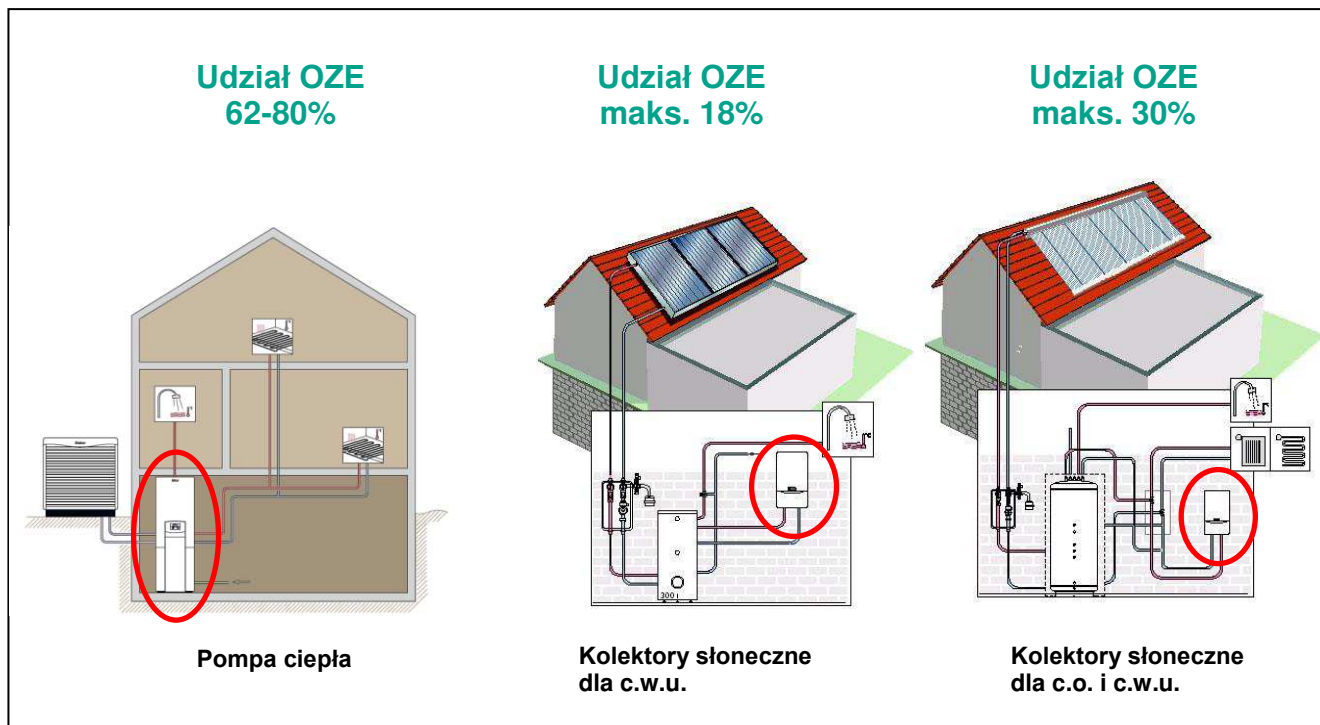
**Rys.1** Porównanie udziału energii odnawialnej w energii użytkowej budynku

W porównywanych rozwiązaniach (rys. 1 i rys. 2) udział energii odnawialnej w energii końcowej dla kotła do spalania biomasy (100%) oraz pompy ciepła typu solanka/woda są najwyższe (75% i 73%)

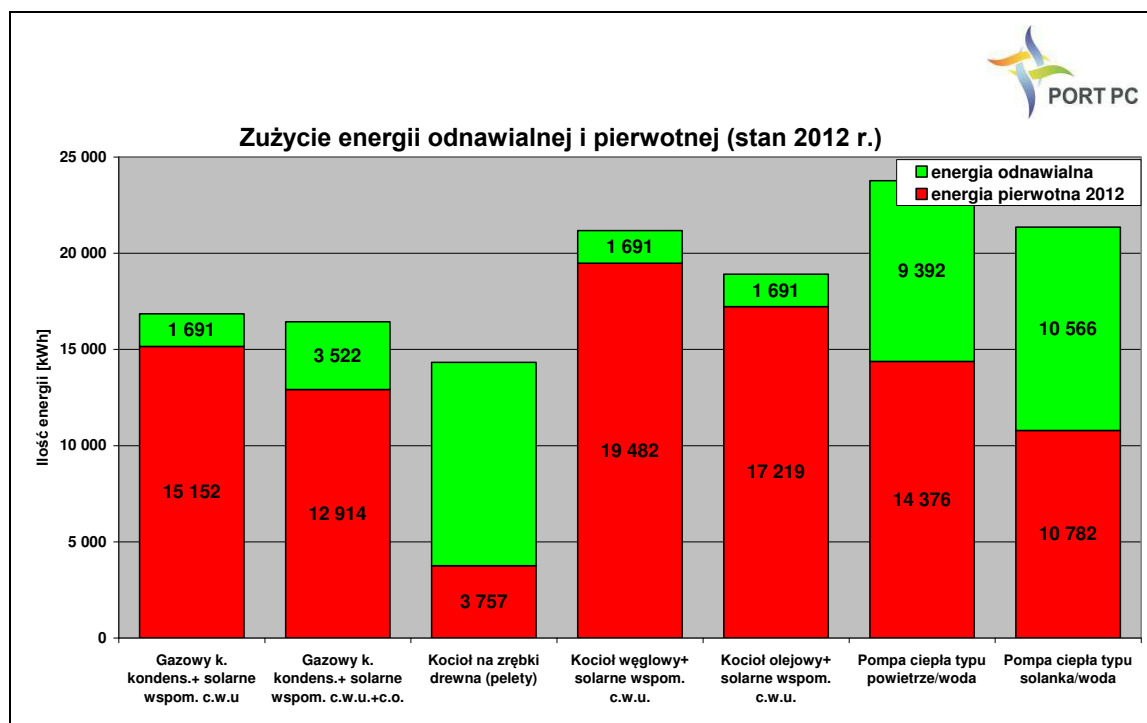
Dla pompy ciepła typu powietrze woda jest on również wysoki i wynosi odpowiednio 67%. Przy zastosowaniu zielonej taryfy elektrycznej do zasilania pompy ciepła będzie on wynosił 100%. W przypadku systemów grzewczych z kolektorami słonecznymi do podgrzewania

cieplej wody udział energii odnawialnej w podgrzewaniu wody użytkowej w instalacji poprawnie zaprojektowanej może sięgnąć nawet 60%. W całościowym ujęciu bilansu energii (c.o. i c.w.u.) stanowi jedynie ok.15-18%.

W instalacjach solarnych do podgrzewania ciepłej wody użytkowej jak i systemów z kolektorami słonecznymi do wspomagania ogrzewania i podgrzewania ciepłej wody użytkowej udział energii odnawialnej wynosi nie więcej niż 25%-30%.



**Rys. 2.** Porównanie udziału energii odnawialnej w ciepłe przekazywanym na potrzeby c.o. i ciepłej wody użytkowej dla instalacji z pompą ciepła, instalacji z kolektorami słonecznymi do podgrzewania ciepłej wody oraz instalacji z kolektorami słonecznymi do podgrzewania ciepłej wody i wspomaganie centralnego ogrzewania



**Rys. 3** Porównanie udziału energii odnawialnej i pierwotnej w energii użytkowej budynku

**Przykładowe wyliczenie statystyczne energii z OZE dla pomp ciepła wg decyzji KE 2013/114/UE z 01.03.2013 r .**

Zakładając nominalna moc grzewczą pompy ciepła 8 kW, statystyczna ilość energii z OZE wynosić będzie odpowiednio:

- **Pompa ciepła typu powietrze /woda** (powietrzna - korzystająca z energii aerotermalnej)  
 Ilość OZE =  $8,0 \times 1710 \times (1-1/2,5)$   
 = **8200 kWh OZE/rok**
- **Pompa ciepła typu solanka/woda** (gruntowa - korzystająca z energii geotermalnej)  
 Ilość OZE =  $8,0 \times 2440 \times (1-1/3,5)$   
 = **14100 kWh OZE/rok**

**Zużycie energii pierwotnej**

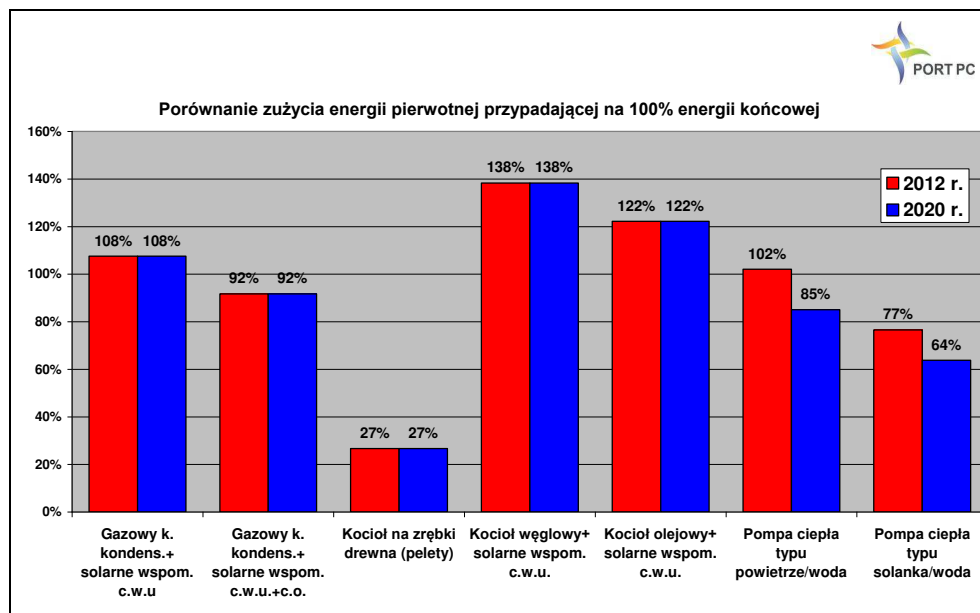
W tej kategorii (rys. 4 i 5) - zużycie energii pierwotnej przez kotły na biomasę należy do najniższych. Jednak zdaniem autora używany do obliczeń współczynnik nakładu energii pierwotnej dla peletów, wynoszący 0,2 w nie zawsze

obejmuje realny nakład kosztów związanych z transportem i obróbką drewna. Szczególnie wtedy, gdy drewno nie jest odpadem produkcyjnym, realne zużycie energii pierwotnej może znacznie wzrosnąć.

Zużycie energii pierwotnej dla pompy ciepła typu solanka/woda korzystającej z polskiego „energymix” jest obecnie porównywalne z gazowym kotłem kondensacyjnym z termiczną instalacją słoneczną do wspomaganie ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.

W 2020 r, wraz ze wzrostem sprawności przetwarzania energii elektrycznej w sieciach energetycznych i elektrowniach i zwiększeniem udziału OZE w produkcji energii elektrycznej, zużycie energii pierwotnej przez pompy ciepła będzie dalej spadać.

W przypadku zasilania sprężarki pompy ciepła prądem z zielonej taryfy (mającej pokrycie w 100% w energii odnawialnej) lub przy współpracy pompy ciepła z instalacją fotowoltaiczną zużycie energii pierwotnej przez pompę może być nawet niższe niż dla kotła spalającego biomasę.

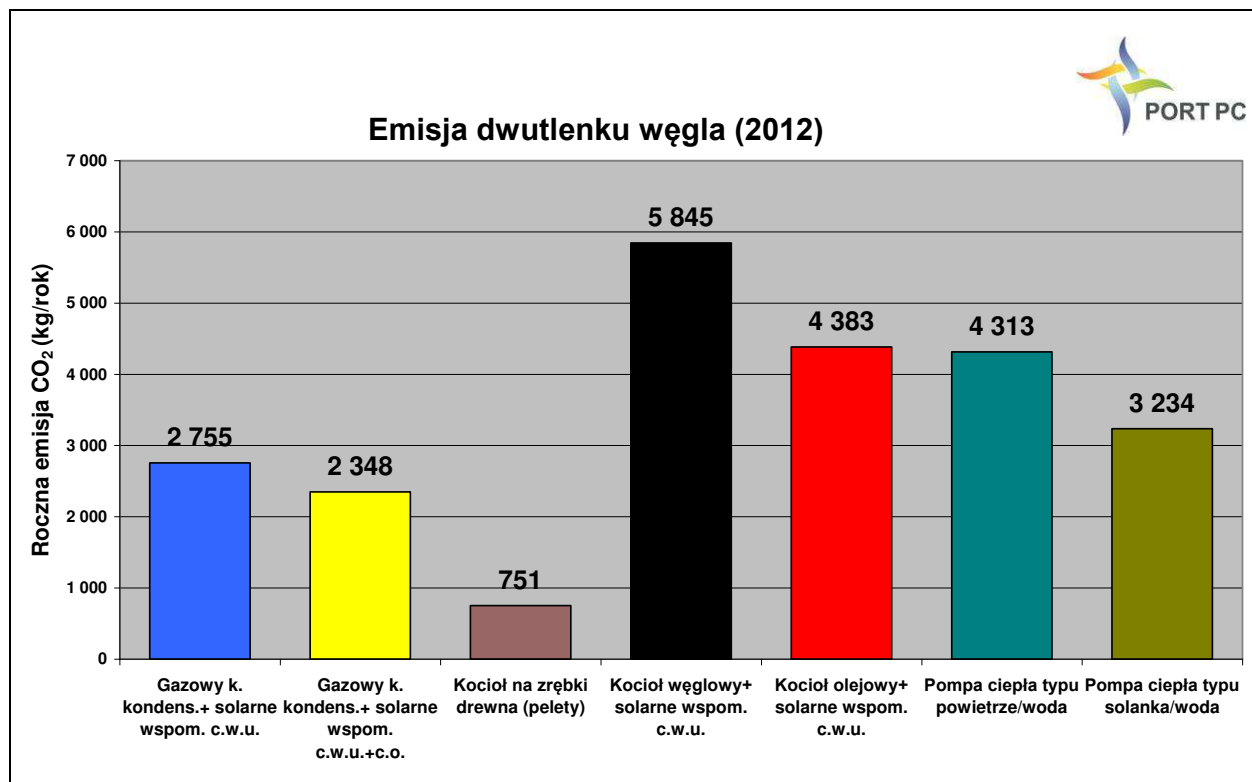


**Rys. 4** Porównanie nakładu energii pierwotnej do uzyskania 1 kWh ciepła

### Emisja dwutlenku węgla

W tej kategorii (rys. 5) bezkonkurencyjnym zwycięzcą jest kocioł do spalania peletów (zrębków) drewna. Ale już w dłuższej perspektywie czasowej technologia pomp ciepła

może osiągnąć również dobre wyniki. Plany rozwoju zielonej i atomowej energetyki znacząco uatrakcyjnią pompy ciepła również i w tej kategorii.



**Rys. 5** Porównanie emisji dwutlenku węgla (w przypadku pompy ciepła - *emisji pośredniej*).

*W przypadku zastosowania zielonej energii elektrycznej emisja pośrednia CO<sub>2</sub> pompy ciepła może zmaleć nawet dwudziestokrotnie w odniesieniu do wartości na wykresie.*

### Porównanie całkowitych kosztów rocznych

Standardowo stosowanym w Niemczech narzędziem, używanym do przeprowadzania analizy ekonomicznej pozwalającym na porównanie kosztów różnych technologii grzewczych są wytyczne Związku Inżynierów Niemieckich VDI 2067.

Pozwalają one obliczyć tzw. całkowite koszty roczne dla różnych systemów ogrzewania.

Na całkowite koszty roczne składają się koszty zużytej energii, koszty kapitałowe (zakłada się zawsze wzięcie kredytu na inwestycję) oraz koszty konserwacji (napraw i przeglądów).

Przy wyborze optymalnego rozwiązania decydujące są najniższe całkowite koszty roczne. Pokazują realnie najtańszą technologię z punktu widzenia kredytowanej inwestycji. W przypadku zastosowania pomp ciepła wyższe są koszty roczne inwestycyjne (raty kredytu), wyraźnie niższe koszty serwisu i zużycia energii. Oznacza to że kredytowana inwestycja zwraca się cały czas na bieżąco bo łączne koszty są najniższe w stosunku do innych technologii.

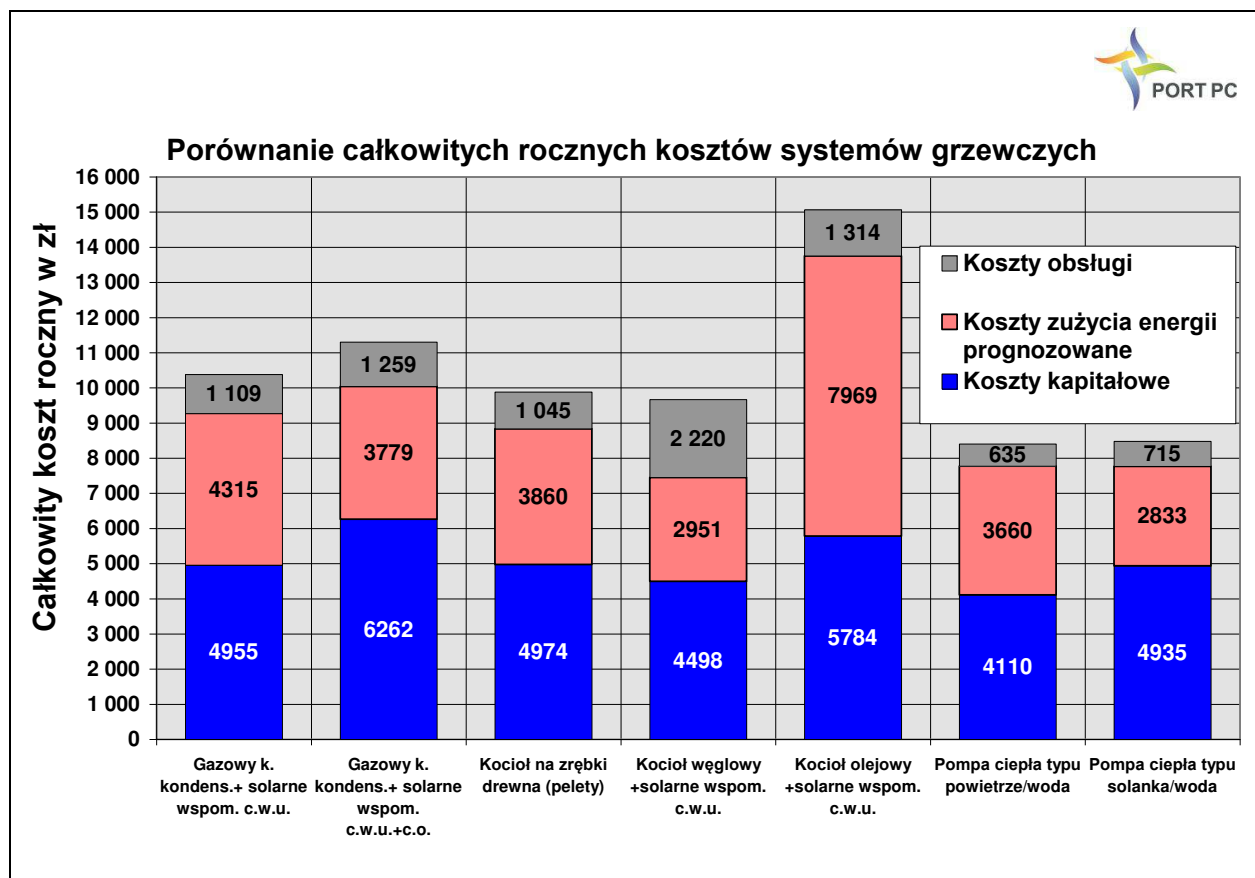
W kosztach kapitałowych ujęte są różne okresy użytkowania poszczególnych elementów

instalacji np. pompa ciepła 20 lat, dolne źródło pompy ciepła -pionowy wymiennik ciepła 50 lat, pomieszczenie kotłowni 40 lat itd.

W tej kategorii porównania, technologia pomp ciepła jest na równi z kotłem opalany węglem z kolektorem słonecznym. Koszty inwestycyjne pompy ciepła (na początku inwestycji) są

znacząco wyższe, koszty eksploatacji wyraźnie niższe (nawet o 20-25%).

Przy inwestycji w gazowy kocioł kondensacyjny z instalacją z kolektorami słonecznymi całkowite roczne koszty w sposób istotny przewyższają koszty pomp ciepła.



Rys.7 Porównanie kosztów rocznych dla różnych technologii

Wysoki udział kosztów obsługi pomp ciepła pokazany na wykresie, bierze się z przyjętej metodologii zawartej w wytycznych VDI 2067, która zakłada, że roczne koszty napraw (konserwacji) są na poziomie ok. 1,0-3,0% kosztów inwestycyjnych. Praktyka pokazuje, że koszty roczne napraw dla poprawnie zamontowanych pomp ciepła są znacząco niższe i nie przekraczają wartości 0,3-0,5% rocznie.

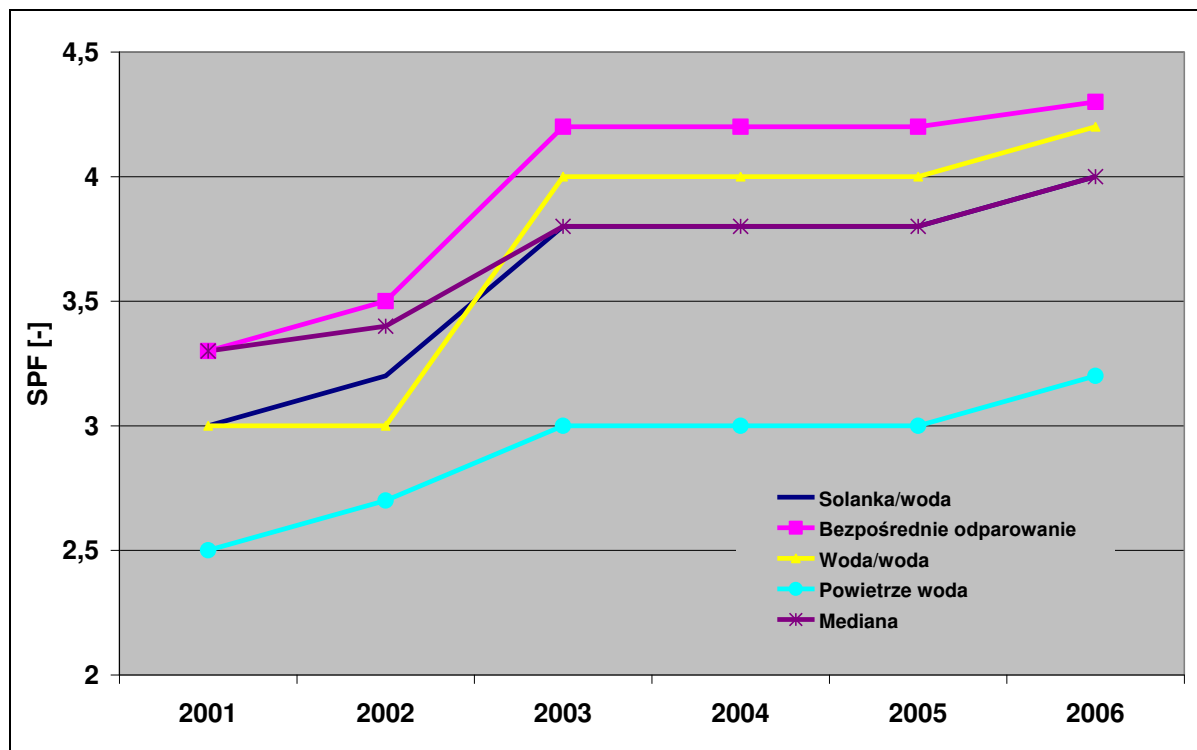
Analizę całkowitych kosztów rocznych przeprowadza się za każdym razem samemu, posługując się aktualnym zestawem danych i nie można jej automatycznie przenosić na inne budynki.

Aktualne narzędzie w wersji „beta”, jako plik .xls będzie niedługo dostępne do pobrania na stronie internetowej Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła [www.portpc.pl](http://www.portpc.pl)

#### Załącznik 4 Szacowanie rocznego współczynnika efektywności SCOP (SPF) pomp ciepła

Wg danych Europejskiej Organizacji Pomp Ciepła (EHPA) w ostatnich latach nastąpił ciągły wzrost średniej wartości rocznego współczynnika efektywności SPF dla wszystkich stosowanych technologii pomp ciepła (rys.1). Jest to związane z postępującym technologicznym urządzeń, ale

również wdrożeniem przez producentów i organizacje branżowe, szeregu działań zwiększających jakość projektowanych i wykonywanych instalacji grzewczych z pompami ciepła.



**Rysunek 1** Zmiana średniego sezonowego współczynnika efektywności SPF dla różnych typów nowych pomp ciepła w latach 2001-2006 (źródło: Fanniger, EHPA- European heat pump action plan, 2008]

Aktualne średnie wartości SPF dla różnych typów pomp ciepła wg Europejskiej Organizacji Pomp Ciepła (EHPA) zawarte są w tabelce poniżej:

Typ pompy ciepła	SPF (nowe / modernizowane budynki)
Powietrze/woda	3,5 / 3,0
Solanka/woda	4,0 / 3,5
Woda/woda	4,5 / 4
Bezpośrednie odparowanie	4,2 / 3,7

Tabela 1: Średnie europejskie wartości współczynnika SPF dla systemów z pompami ciepła (Źródło: EHPA 2008)

### Dlaczego ważne jest określanie SPF (SCOP) przed wykonaniem systemu z pompą ciepła?

Głównym powodem jest możliwość kontroli, czy pompa ciepła korzysta z energii odnawialnej czy też nie. Może mieć to znaczenie w ewentualnym dofinansowaniu pomp ciepła.

Kolejnym powodem jest dążenie do unikania błędów projektowych i wykonawczych.

Pompa ciepła nawet o najwyższym możliwym współczynniku efektywności COP, zastosowana w nieprawidłowy sposób, może nie osiągnąć odpowiedniej minimalnej wartości współczynnika SPF (p. przykład w ramce)

Ważnym powodem szacowania jest możliwość określenia ilości energii odnawialnej przekazywanej przez pompę ciepła do celów statystycznych. Obecnie Komisja Europejska opracowała uproszczoną statystyczną metodę szacowania ilości energii odnawialnej (zał. 1)

Wartość SPF podawana jest do obliczeń dla certyfikatu energetycznego budynków. Aktualne rozporządzenie o certyfikacji budynków dopuszcza możliwość wstawiania wyliczonej wartości SPF dla pompy ciepła. W przypadku braku wyliczeń podaje się dane z tabeli nr 1, które mogą znacznie różnić się od szacowanych.

Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,G}$
Pompy ciepła typu woda-woda w nowych / istniejących budynkach	3,8 / 3,5
Pompy ciepła typu glikol-woda w nowych / istniejących budynkach	3,5 / 3,3
Pompy ciepła typu powietrze-woda w nowych / istniejących budynkach	2,7 / 2,5

**Tabela 1** (Sezonowy) współczynnik efektywności energetycznej dla różnych typów pomp ciepła wg rozporządzenia o certyfikacji budynków

dofinansowania do instalacji z pompami ciepła. Takie rozwiązanie stosowane jest w warunkach niemieckich.

Przykładowo pompa ciepła typu solanka/woda o współczynniku SPF równym 4,5 powinna mieć znacząco większe dofinansowanie niż pompa ciepła o współczynniku SPF równym np. 3,3.

### Metody szacowania wartości sezonowego współczynnika efektywności SPF dla pomp ciepła

Różne metody szacowania współczynnika SPF stosowane są od kilkunastu lat w Europie. Najbardziej znane z nich to:

- niemiecka metoda szacowania SPF w oparciu o wytyczne VDI 4650 (ostatnia modyfikacja pochodzi z marca 2009 r.). W Niemczech dostępne są specjalne strony internetowe lub programy komputerowe do szacowania SPF w oparciu o wspomniane wytyczne. Szacowanie SPF w oparciu o wytyczne VDI 4650 jest stosowane również w Austrii
- norma pr PN-EN 14825:2012 (na bazie tej normy przygotowane jest oznakowanie energetyczne wynikające z Dyrektywy 2009/125/EC i projektu rozporządzenia ENER Lot 1)
- norma PN-EN 15316-4-2:2008
- komputerowe programy symulacyjne (np. niemiecki WP-OPT, szwajcarskie EWS Polysun, dedykowane programy komputerowe producentów pomp ciepła).

Wydaje się również, że wartość SPF może być dobrym kryterium do określania wielkości



## Opis i porównanie granic systemu dla współczynników SPF w trybie ogrzewania:

### SPF<sub>H1</sub>

System ten zawiera tylko sprężarkę pompy ciepła. **SPF<sub>H1</sub>** ocenia efektywność obiegu czynnika. Granice systemu są podobne jak dla **COP**, określonego zgodnie z EN 14511, oprócz tego, że zawiera dodatkowo niewielką część zużycia energii pompy do pokonania oporów w pompie ciepła, lub większą część zużycia energii przez wentylatora.

### SPF<sub>H2</sub>:

System ten zawiera sprężarkę pompy ciepła i urządzenia pomocnicze dla pracy dolnego źródła energii pompy ciepła. **SPF<sub>H2</sub>** ocenia efektywność działania pompy ciepła i odpowiada wymaganiom **SCOP<sub>NET</sub>** w prEN 14825 i **SPF** z Dyrektywy OZE. **Uwaga:** COP w EN 14511 i **SCOP<sub>NET</sub>** w EN 14825 są pomiędzy **SPF<sub>H1</sub>** i **SPF<sub>H2</sub>** (patrz tabela 4)

### SPF<sub>H3</sub>:

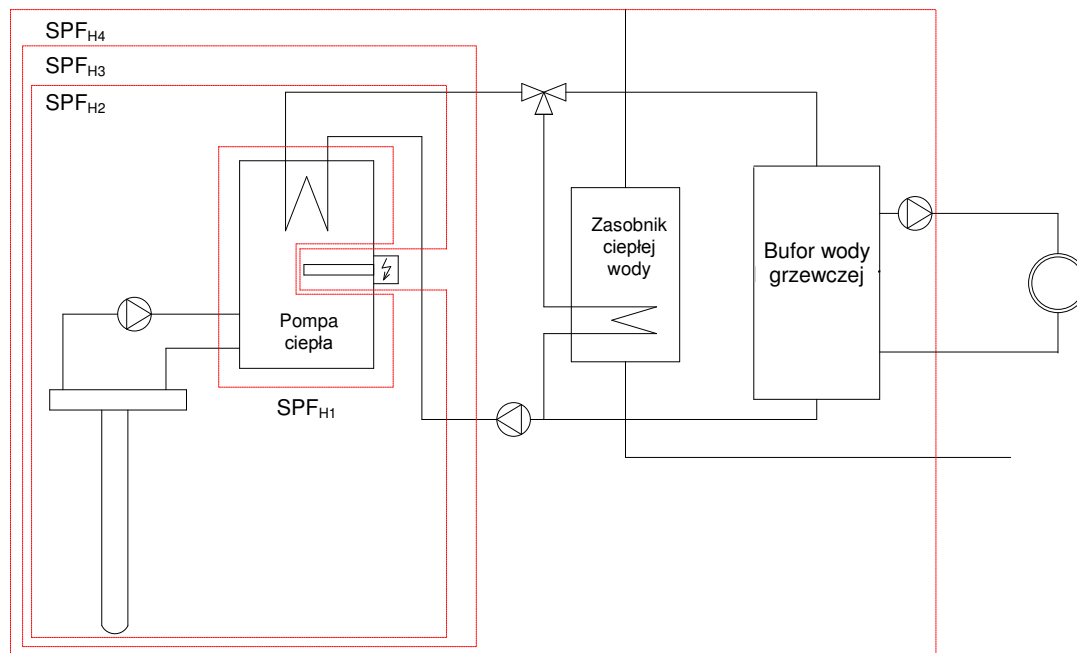
System ten zawiera sprężarkę pompy ciepła, urządzenia pomocnicze dla pracy dolnego źródła energii pompy ciepła i grzałkę elektryczną.

**SPF<sub>H3</sub>** reprezentuje system pompy ciepła i tym samym może być wykorzystywane w porównaniu do tradycyjnych systemów grzewczych (np. olej, gaz, ...). Granica systemu jest podobna do **SPF** (JAZ) w VDI 4650-1., EN 15316-4-2 oraz **SCOP<sub>ON</sub>** w prEN 14825.

### SPF<sub>H4</sub>:

Granica systemu obejmuje sprężarkę pompy ciepła i urządzenia pomocnicze dla pracy dolnego źródła energii pompy ciepła, grzałkę elektryczną oraz wszystkie urządzenia pomocnicze instalacji grzewczej.

**SPF<sub>H4</sub>** reprezentuje system ogrzewania pompą ciepła w tym wszystkich napędów, które są zainstalowane w systemie grzewczym.



**Rys 2:** Porównanie granic systemów dla różnych wersji SPF

W tabeli 2 przedstawiono ogólnie różnice między założonymi granicami systemów i oceny danych pomiarowych oraz obowiązujących norm i wytycznych.

Element	SPF <sub>H1/C1</sub>	SPF <sub>H2/C2</sub>	SPF <sub>H3</sub>	SPF <sub>H4/C3</sub>	EN14511	EN15316 4-2	VDI4650-1	prEN14825*	ENER Lot 1 2009/125/EC
Sprężarka	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Wentylator / pompa solanki	-	x	x	x	częściowe opory hydr.	x	x	częściowe opory hydr.	częściowe opory hydr.
Grzałka	-	-	x	x	-	x	x	x	X
Pompa obiegowa bufora	-	-	-	x	-	x	-	-	X
Pompy ładująca zasobnika	-	-	-	x	częściowe opory hydr.	x	częściowe opory hydr.	częściowe opory hydr.	częściowe opory hydr.

\*odpowiednio SCOP lub SEER

**Tabela 2: Porównanie granic systemu**

### Komputerowe programy symulacyjne

Najdokładniejszymi narzędziami do szacowania SPF są komputerowe programy symulujące działanie instalacji z pompą ciepła.

Przykładem takiego narzędzia jest program komputerowy WP-OPT z bazą ponad 4 tysięcy pomp ciepła różnych producentów oraz możliwością wprowadzenia nowych pomp ciepła. Program jest dostępny również w wersji polskiej, adaptowany do polskich warunków klimatycznych. Program symulacyjny WP-OPT jest programem komputerowym służącym do obliczania i optymalizacji instalacji grzewczych z pompami ciepła. Umożliwia on praktyczne projektowanie instalacji z pompami ciepła. Techniczne parametry pompy ciepła, temperatura dolnego źródła, wymagania temperaturowe instalacji grzewczej wpływają na siebie wzajemnie w taki sposób, że niezwykle trudno jest poprawnie prognozować warunki pracy oraz przeprowadzić kompleksową analizę ekonomiczną instalacji bez używania symulacji komputerowych. Za pomocą programu komputerowego WP-OPT, po wprowadzeniu danych dot. systemu grzewczego (np. temperatura pomieszczenia, moc obliczeniowa, zyski ciepła, temperatura graniczna ogrzewania,

lokalizacja budynku, parametry gruntu lub temperatura powietrza itp., typ pompy ciepła i sposób pracy, temperatura biwalencyjna itd.), można zasymulować ważne parametry pracy, takie jak: roczny współczynnik efektywności SPF, przebieg temperatur dolnego źródła i instalacji grzewczej oraz roczne koszty eksploatacji.

### Uproszczona metoda szacowania SPF.

Rozwiązaniem, które naszym zdaniem warto zaadaptować do polskich warunków, wydaje się być metoda szacowania SPF wg VDI 4650 opracowana przez Zrzeszenie Inżynierów Niemieckich.

Została ona poddana weryfikacji i zmianom w 2009 r. na podstawie wyników największego projektu badawczego pomp ciepła w Europie, przeprowadzonego przez Instytut Fraunhofera ISE w Niemczech. W ramach, projektu przeprowadzono analizę SPF dla ponad dwustu sprężarkowych pomp ciepła.

Główną zaletą tej metody jest stosunkowo duża łatwość obsługi i stosunkowo duża dokładność otrzymywanych wyników.

PORT PC planuje wprowadzić metodę VDI 4650 w 2013 r. po stosunkowo niewielkiej adaptacji również w Polsce.

## Załącznik 5 Wydajność pomp ciepła w realnych warunkach użytkowania

### Wprowadzenie

Aby móc ocenić systemy grzewcze z pompami ciepła zarówno pod względem ekologicznym, energetycznym, jak i ekonomicznym, niezbędna jest wiedza na temat realnej ich wydajności. W tym celu Instytut Fraunhofera ISE z Fryburga Bryzgowijskiego (Freiburg am Breisgau, Niemcy) przeprowadza od wielu lat projekty monitoringowe badające szczegółowo pracę oraz wydajność systemów grzewczych z pompami ciepła.

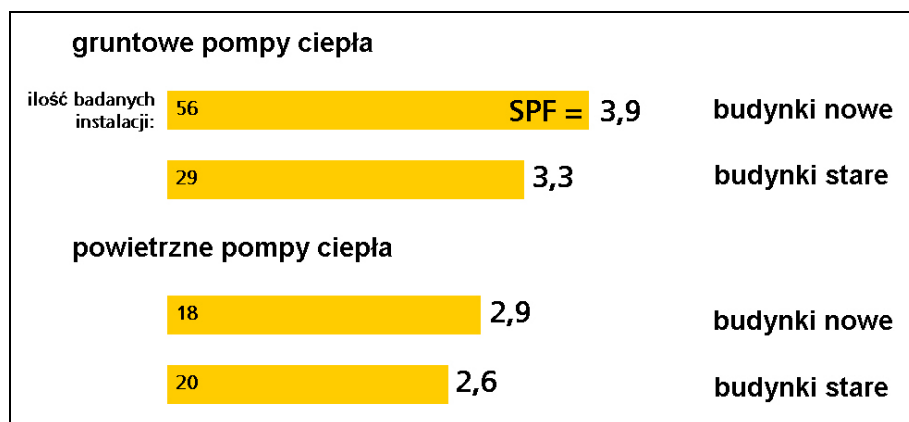
### Charakterystyka projektów

Badania monitoringowe rozpoczęto w roku 2000 i dotyczyły one różnych typów pomp ciepła w domach pasywnych. W kolejnych latach przebadano dziesiątki instalacji pomp ciepła w budynkach nowobudowanych (projekt „WP-Effizienz” (Wydajność Pomp Ciepła) oraz w budynkach, w których nie została jeszcze przeprowadzona termomodernizacja. Obecny projekt (Monitor Pomp Ciepła) sprawdza wydajność najnowszych, dostępnych na rynku pomp ciepła, w realnych warunkach działania. Partnerami w omawianych projektach są zarówno znaczący europejscy producenci pomp

ciepła, jak również dostawcy energii, wspierający projekty merytorycznie i finansowo. Jeden z projektów został dofinansowany przez niemieckie Ministerstwo Gospodarki i Technologii.

### Analiza danych i wyniki

W przeważającej części badanych systemów pompa ciepła odpowiedzialna jest zarówno za ogrzewanie, jak i ciepłą wodę użytkową. Współczynniki opisujące efektywność systemów – SPF (sezonowy współczynnik wydajności) obliczany jest we wszystkich projektach według takiej samej metodologii. Po stronie zużycia energii elektrycznej wzięto pod uwagę samą pompę ciepła (sprężarka oraz sterowanie), pompę solankową w przypadku gruntowych pomp ciepła lub wentylatory przy pompach powietrze/woda, oraz grzałkę elektryczną. Energia cieplna mierzona jest bezpośrednio za pompą ciepła, a co za tym idzie straty ciepła zbiorników buforowych nie były brane pod uwagę. Wartości średnie współczynników wydajności obliczono dla pomp ciepła z jednakowym dolnym źródłem ciepła. Rys. 1 obrazuje porównanie wszystkich uzyskanych wartości średnich współczynnika SPF dla różnych typów budynków i źródeł ciepła.



Rys.1: Porównanie wartości średnich dla różnych typów budynków i źródeł ciepła.

Budynki nowe uzyskały wyższe wartości współczynnika SPF, odpowiednio 3,9 dla gruntowych pomp ciepła oraz 2,9 dla pomp ciepła typu powietrze/woda. Główną różnicą instalacji w projekcie z budynkami starszymi są wyższe temperatury górnego źródła ciepła czyli obiegu grzewczego. W okresach zimowych temperatury te wynoszą od ok. 45 °C do 55 °C, w pojedynczych instalacjach nawet 65 °C. Z powodu wyżej wymienionych różnic, średnie wartości współczynnika SPF wynoszą dla budynków starszej daty odpowiednio 3,3 oraz 2,6. (rys. 2)

Pierwsze wyniki najnowszego z projektów (Monitor Pomp Ciepła), wskazują na lekki wzrost współczynników wydajności zarówno dla powietrznych jak i gruntowych pomp ciepła. Odzwierciedla to z pewnością rozwój technologiczny, jaki dokonał się w ostatnich latach oraz poprawę jakości instalacji pomp ciepła w badanych obiektach.

#### **Jak osiągnąć wysoką sprawność systemu**

Przeprowadzone projekty stworzyły wyjątkową możliwość zbadania pracy pomp ciepła w realnych warunkach działania, zarówno w budynkach nowych jak i starszych. Podczas analizy zebranych danych zarówno potwierdzono zależności znane z teorii, jak i uzyskano wiele nowych informacji.

Systemy w budynkach nowszych uzyskały wyższą efektywność – spotykane w nich często ogrzewanie podłogowe wymaga niższych temperatur niż konwencjonalne grzejniki. Z tego powodu ważne jest dążenie do redukcji temperatur systemu grzewczego także w budynkach starszych. Zamiana grzejników na ogrzewanie podłogowe rzadko wchodzi w grę, ale temperaturę zredukować można poprzez wymianę grzejników na bardziej odpowiednie lub powiększenie ich powierzchni.

W trakcie badań stwierdzono wiele błędów instalacyjnych. Niedowymiarowane dolne źródło ciepła, brak przeprowadzenia wyrównania

hydraulicznego, błędna strategia ładowania zbiornika buforowego (w szczególności dotyczy to zbiorników typu „kombi”, przejmujących odpowiedzialność zarówno za buforowanie c.w.u., jak i ciepło przeznaczone do ogrzewania pomieszczeń), błędnie ustawione temperatury c.o. oraz wody grzewczej, brak izolacji termicznej, nieczyszczone filtry w pompach ciepła typu powietrze/woda, czy choćby błędnie ustawione parametry sterowania, są błędami stosunkowo łatwymi do wyeliminowania, a jednocześnie niestety często występującymi. Staranna i bezbłędna instalacja pompy ciepła jest najlepszą przesłanką dobrej sprawności całego systemu.

Często dokonywane są starania polepszenia sprawności przez wyjątkowo „pomysłowe” i skomplikowane instalacje. Przeprowadzone badania nie potwierdzają jednak skuteczności takich zabiegów. Proste i sprawdzone schematy dają najczęściej najlepsze rezultaty. W przypadku instalacji z wieloma komponentami, szczególną uwagę należy zwrócić na ich poprawne współdziałanie. Brak poprawnej komunikacji (lub jej brak) pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji powoduje nieuchronnie spadek sprawności całego systemu.

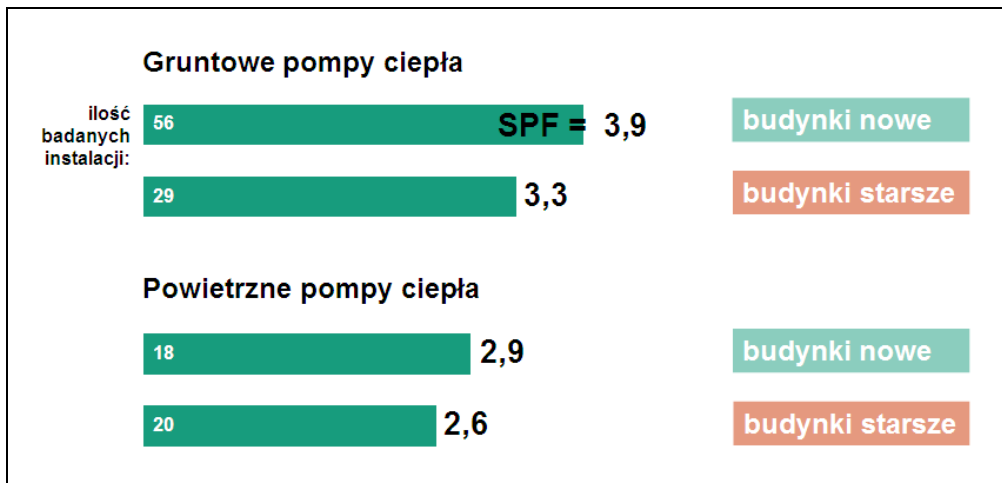
#### **Podsumowanie**

Systemy grzewcze oparte na pompach ciepła są zdolne pracować z efektywnością pozwalającą uzyskiwać korzyści zarówno ekonomiczne, jak i ekologiczne, niemożliwe do uzyskania systemami bazującymi na tradycyjnych źródłach kopalnych. Wysoka efektywność nie jest jednakże automatycznie gwarantowana (p. rys 3).

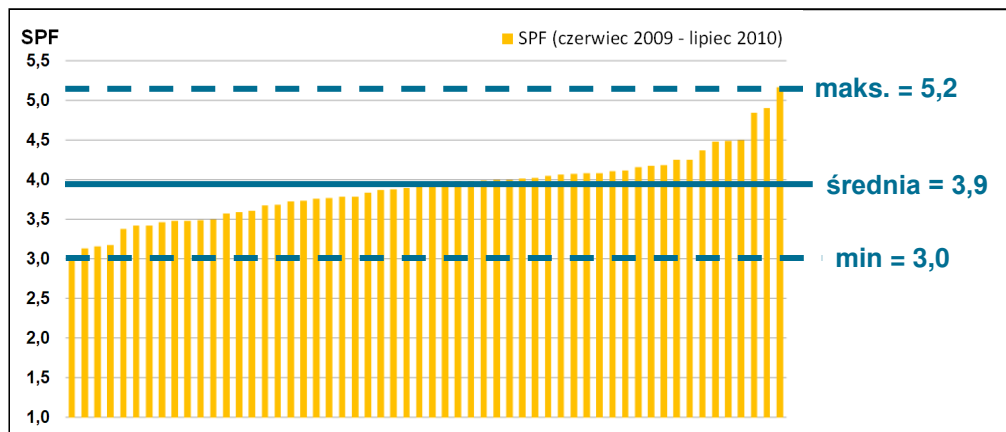
Podczas przeprowadzonych badań monitoringowych zidentyfikowano zarówno bardzo dobre jak i słabe strony instalacji. Istnieją jednoznaczne aspekty, które już podczas wyboru systemu z pompą ciepła wpływają na jego przyszłą sprawność. I tak, dolne źródło ciepła oraz system rozprowadzenia ciepła w budynku

wpływa bezpośrednio na oczekiwaną sprawność pompy ciepła. Wspomniane aspekty nie są jednak jedynymi decydującymi. Czy mieszkańcy będą zadowoleni ze swojej pompy ciepła zależy, obok

producentów pomp ciepła, w pierwszej linii od osób planujących i instalujących daną instalację oraz ostatecznie od zachowań i przyzwyczajeń grzewczych samych użytkowników.



Rys. 2 Rozkład współczynnika SPF dla gruntowych i powietrznych pomp ciepła w nowych i starszych budynkach, badanych przez ISE Fraunhofer



Rys. 3 Rozkład współczynnika SPF dla gruntowych pomp ciepła badanych przez ISE Fraunhofer

**Załącznik 6 Propozycja minimalnych wymogów wartości COP dla pomp ciepła zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej z dnia 9 listopada 2007 r. określająca kryteria ekologiczne dotyczące przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego pompom ciepła zasilanym elektrycznie, gazowo lub absorpcyjnym pompom ciepła (notyfikowana jako dokument nr C (2007) 5492)**

1. *Efektywność w trybie grzania (COP)*

Wydajność pompy ciepła powinna przekraczać następujące minimalne wymagania współczynnika efektywności (COP) i wskaźnika zużycia energii pierwotnej (PER).

Typ pompy ciepła: źródło ciepła/ rozpraszacz ciepła	Jednostka zewnętrzna [°C]	Jednostka wewnętrzna [°C]	Min. COP	Min. COP
			Elektryczna pompa ciepła	Gazowa pompa ciepła
powietrze/ powietrze	Suchy termometr przy wlocie: 2 Mokry termometr przy wlocie: 1	Suchy termometr przy wlocie: 20 Mokry termometr przy wlocie: 15 maks.	2,90	1,27
powietrze/woda	Suchy termometr przy wlocie: 2 Mokry termometr przy wlocie: 1	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	3,10	1,36
		Temperatura przy wlocie: 40 Temperatura przy wylocie: 45	2,60	1,14
solanka/powietrze	Temperatura przy wlocie: 0 Temperatura przy wylocie: - 3	Suchy termometr przy wlocie: 20 Mokry termometr przy wlocie: 15 maks.	3,40	1,49
solanka/woda	Temperatura przy wlocie: 0 Temperatura przy wylocie: - 3	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	4,30	1,89
		Temperatura przy wlocie: 40 Temperatura przy wylocie: 45	3,50	1,54
woda/woda	Temperatura przy wlocie: 10 Temperatura przy wylocie: 7	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	5,10	2,24
		Temperatura przy wlocie: 40 Temperatura przy wylocie: 45	4,20	1,85
woda/powietrze	Temperatura przy wlocie: 15 Temperatura przy wylocie: 12	Suchy termometr przy wlocie: 20 Mokry termometr przy wlocie: 15 maks.	4,70	2,07
		(źródło – pętla wody) Temperatura przy wlocie: 20 Temperatura przy wylocie: 17	Suchy termometr przy wlocie: 20 Mokry termometr przy wlocie: 15 maks.	4,40

*Ocena i weryfikacja:* Badania należy przeprowadzić zgodnie z normą EN 14 511:2004. Badanie należy przeprowadzić na pompie ciepła działającej z pełną mocą, w warunkach określonych w tabeli. Podane wartości powinny zostać zweryfikowane przez niezależne akredytowane laboratorium badawcze.



## 2. Efektywność w trybie chłodzenia (EER)

Jeśli pompa ciepła jest dwufunkcyjna i jest zdolna do chłodzenia, jej wydajność powinna przekraczać następujące minimalne wymagania współczynnika efektywności energetycznej (EER) w trybie chłodzenia.

Typ pompy ciepła:	Jednostka zewnętrzna [°C]	Jednostka wewnętrzna [°C]	Min. EER	Min. EER
			Elektryczna pompa ciepła	Gazowa pompa ciepła
powietrze/ powietrze	Suchy termometr przy wlocie: 35 Mokry termometr przy wlocie: 24	Suchy termometr przy wlocie: 27 Mokry termometr przy wlocie: 19	3,20	1,41
powietrze/woda	Suchy termometr przy wlocie: 35 Mokry termometr przy wlocie: —	Temperatura przy wlocie: 23 Temperatura przy wylocie: 18	2,20	0,97
		Temperatura przy wlocie: 12 Temperatura przy wylocie: 7	2,20	0,97

Typ pompy ciepła:	Jednostka zewnętrzna [°C]	Jednostka wewnętrzna [°C]	Min. EER	Min. EER
			Elektryczna pompa ciepła	Gazowa pompa ciepła
solanka/powietrze	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	Suchy termometr przy wlocie: 27 Mokry termometr przy wlocie: 19 maks.	3,30	1,45
solanka/woda	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	Temperatura przy wlocie: 23 Temperatura przy wylocie: 18	3,00	1,32
		Temperatura przy wlocie: 12 Temperatura przy wylocie: 7	3,00	1,32
woda/woda	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	Temperatura przy wlocie: 23 Temperatura przy wylocie: 18	3,20	1,41
		Temperatura przy wlocie: 12 Temperatura przy wylocie: 7	3,20	1,41
woda/powietrze	Temperatura przy wlocie: 30 Temperatura przy wylocie: 35	Suchy termometr przy wlocie: 27 Mokry termometr przy wlocie: 19	4,40	1,93

*Ocena i weryfikacja:* Badania należy przeprowadzić zgodnie z normą EN 14 511:2004; w przypadku absorpcyjnych pomp ciepła zgodnie z normą EN 12 309-2:2000. Badanie należy przeprowadzić na pompie ciepła działającej z pełną mocą, w warunkach określonych w tabeli. Podane wartości powinny zostać zweryfikowane przez niezależne akredytowane laboratorium badawcze.

## Załącznik 7 Likwidacja niskiej emisji pyłów zawieszonych PM 2,5 i PM 10

Zastosowanie pomp ciepła na szerszą skalę w Polsce może przynieść korzyści związane z obniżeniem emisji zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, w tym szczególnie pyłu zawieszanego PM 10 i PM 2,5. (PM - ang. Particulate Matter – pył o rozmiarach poniżej 10  $\mu\text{m}$  lub poniżej 2,5  $\mu\text{m}$  – dla porównania średnica przekroju ludzkiego włosa wynosi ok. 60  $\mu\text{m}$ ).

Z wielu badanych parametrów zanieczyszczeń powietrza w stacjach badawczych takich jak dwutlenek siarki  $\text{SO}_2$ , tlenek azotu  $\text{NO}$ , dwutlenek azotu  $\text{NO}_2$ , tlenki azotu  $\text{NO}_x$ , tlenek węgla  $\text{CO}$ , ozon  $\text{O}_3$ , benzen, szczególnie istotnymi zanieczyszczeniami wydają się być pyły zawieszane PM 2,5 i PM 10. W przeciwieństwie do pozostałych zanieczyszczeń pyły zawieszane wielokrotnie przekraczają dopuszczalne normy roczne oraz dobowe i to na znacznych obszarach Polski. Pyły zawieszane PM 2,5 i PM 10 utrzymują się w powietrzu i to przez dość długi okres. Są zaliczane do tzw. zanieczyszczeń transgranicznych, co oznacza, że mogą być przenoszone na znaczne odległości, przekraczające nawet 2500 km.

Pyły zawieszane PM 2,5 i PM 10 są niewidoczne gołym okiem, ale są w stanie przenosić wszelkie zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne (toksyny, kancerogeny bakterie, wirusy). Negatywne skutki dla ludzi to złe samopoczucie, podrażnienie oczu, śluzówek.

Duże stężenia pyłów zawieszonych mogą prowadzić do ostrych i przewlekłych stanów zapalnych układu oddechowego, alergii (a w konsekwencji do astmy), niedotlenienia, migren itp.

Pięcioletnie lub coroczne raporty Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska z województw, w których znajdują się największe polskie aglomeracje, wskazują na niepokojącą tendencję wzrostową emisji pyłów zawieszonych. Od kilku lat roczne wartości stężenia PM 10

przekraczają normę, nieraz wielokrotnie. Chwilowe (dobowe) stężenia pyłu zawieszanego PM 10 są przekraczane nawet 5-8 krotnie. Najbardziej groźnie sytuacja wygląda w województwach małopolskim, górnośląskim i mazowieckim.

Z analiz widać wyraźne powiązanie pomiędzy emisją pyłów PM10, a temperaturą zewnętrzną. W miesiącach zimowych emisja PM 10 wzrasta gwałtownie (p. rys. 1). Można z niezwykle dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że jest to związane z emisją spalin głównie węglowych kotłów grzewczych. Dodatkowo przy utrzymywaniu się przez wiele dni, a nawet tygodni pogody wyżowej i braku odpowiedniej cyrkulacji powietrza, powstaje realne zagrożenie zdrowia, szczególnie dla mieszkańców Warszawy oraz Małopolski i Górnego Śląska.

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. „w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy”, jesteśmy zobowiązani do pomiarów stężenia pyłów PM 2.5 w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, jak również do stopniowej redukcji emisji pyłów zawieszonych. Proponowany poziom docelowy emisji dla pyłu PM 2.5 czyli stężenie średnioroczne 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mieliśmy osiągnąć już w styczniu 2010 roku.

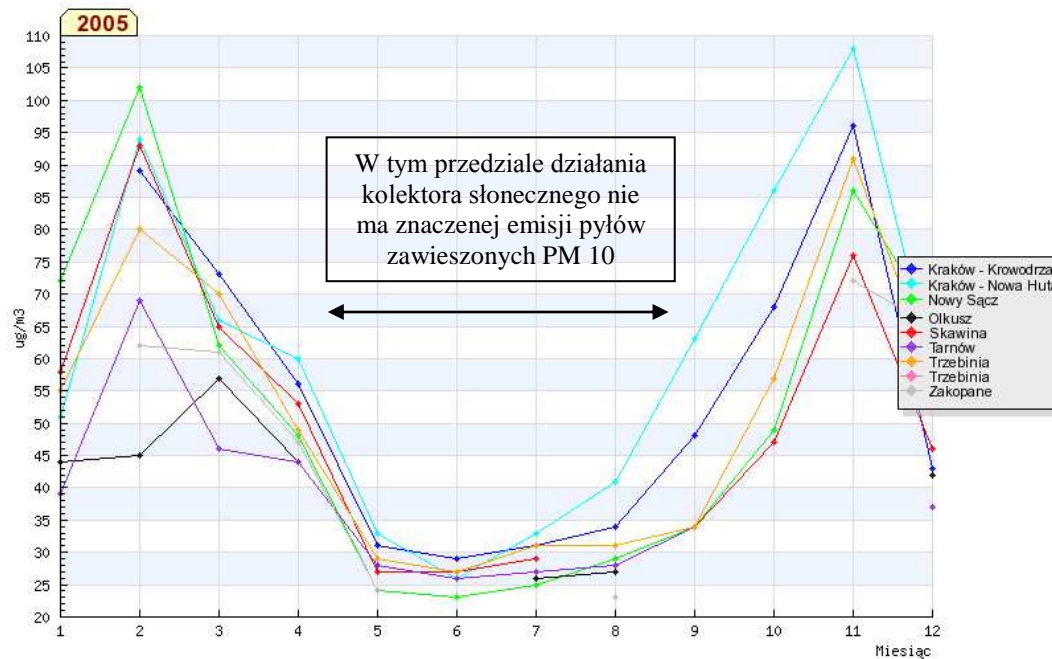
Dzisiaj pewne jest, że bez szybkich działań nie jesteśmy w stanie szybko zmienić sytuacji.

**Zastosowanie pomp ciepła w obszarach dużych aglomeracji miejskich może przyczynić się do wyraźnej redukcji emisji pyłu zawieszanego PM 10 i PM 2,5.**

Ponieważ zwiększenie emisji występuje głównie w miesiącach zimowych szczególną rolę w tym zakresie mogą odegrać pompy ciepła. Zwiększenie zastosowania kotłów na biomasę może jeszcze pogorszyć istniejącą sytuację. Często kotły grzewcze na biomasę są kotłami wielopaliwowymi i wykorzystywane są do opalania węglem, pozornie jako jednym z najtańszych paliw. Praktycznie z kotłów na

biomasę, tylko zastosowanie kotłów opalanych pelletem (zrębkami drewna) i technologii korzystającej ze spalania gazu drzewnego

pozwołoby efektywnie zmniejszyć emisję pyłów zawieszonych.



Rys. 1 Emisja pyłu zawieszonego PM 10 (dane z raportu o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2009 roku).

## Załącznik 8 Literatura

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona)
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2005/32/WE z dnia 6 lipca 2005 r. Ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. W sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych
4. Heat Pump Action Plan (EHPA 2008)
5. EHPA 3rd European Heat Pump Forum Heat pumps as support technology for larger wind integration 20th of May 2010, Steen Kramer Jensen – energinet.dk – TSO of Denmark
6. Stanowisko Grupy Roboczej Pompy Ciepła działającej w ramach Klastra Technologii Energooszczędnych Euro-Centrum w sprawie Krajowego Planu Działania, Lipiec 2010
7. Stanowisko Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp w sprawie Krajowego Planu Działania wdrażania OZE, Styczeń 2011
8. Energy Outlook. EHPA 2009 EURELECTRIC studies 2007
9. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Analiza stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i PM2.5 z uwzględnieniem składu chemicznego pyłu, w tym metali ciężkich i w/w raport końcowy (maj 2008)
10. Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2009 roku
11. Platforma informacyjna inteligentnego opomiarowania strona internetowa [www.piiio.pl](http://www.piiio.pl)
12. Strona internetowa [www.wp-opt.pl](http://www.wp-opt.pl) symulacyjnego programu komputerowego WP-OPT
13. Prezentacja Powerpoint: „Czy kominek jest ekologiczny?” Dr Elżbieta Śliwińska, Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej
14. Strona internetowa [www.pse-operator.pl](http://www.pse-operator.pl)
15. Positionspapier Smart Grid: Der Beitrag der Wärmepumpe zum Last Management in intelligenten Stromnetzen (BWP, HEA, ZVEH, ZVEI, 2010)
16. EE/08/776/SI2.529222 - D4.2. Concept for evaluation of SPF Version 1.0. A defined methodology for calculation of the seasonal performance factor and a definition which devices of the system have to be included in this calculation. 2010
17. EN 14511, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling, March 2008
18. prEN 14825, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling- Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance, November 2009
19. RES Directive, DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, April 2009
20. VDI 4650-1, Calculation of heat pumps Simplified method for the calculation of the seasonal performance factor of heat pumps Electric heat pumps for space heating and domestic hot water, March 2009
21. EN 15316-4-2, Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems, September 2008

- 
22. Propozycja minimalnych wymogów wartości COP dla pomp ciepła zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej z dnia 9 listopada 2007 r. określająca kryteria ekologiczne dotyczące przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego pompom ciepła zasilanym elektrycznie, gazowo lub absorpcyjnym pompom ciepła (notyfikowana jako dokument nr C (2007) 5492)
  23. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) NR 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla ogrzewaczy pomieszczeń, ogrzewaczy wielofunkcyjnych, zestawów zawierających ogrzewacz pomieszczeń, regulator temperatury i urządzenie słoneczne oraz zestawów zawierających ogrzewacz wielofunkcyjny, regulator temperatury i urządzenie słoneczne
  24. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) NR 812/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody i urządzenie słoneczne.
  25. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 813/2013, z dnia 2 sierpnia 2013 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla ogrzewaczy pomieszczeń i ogrzewaczy wielofunkcyjnych
  26. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 814/2013 z dnia 2 sierpnia 2013 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla podgrzewaczy