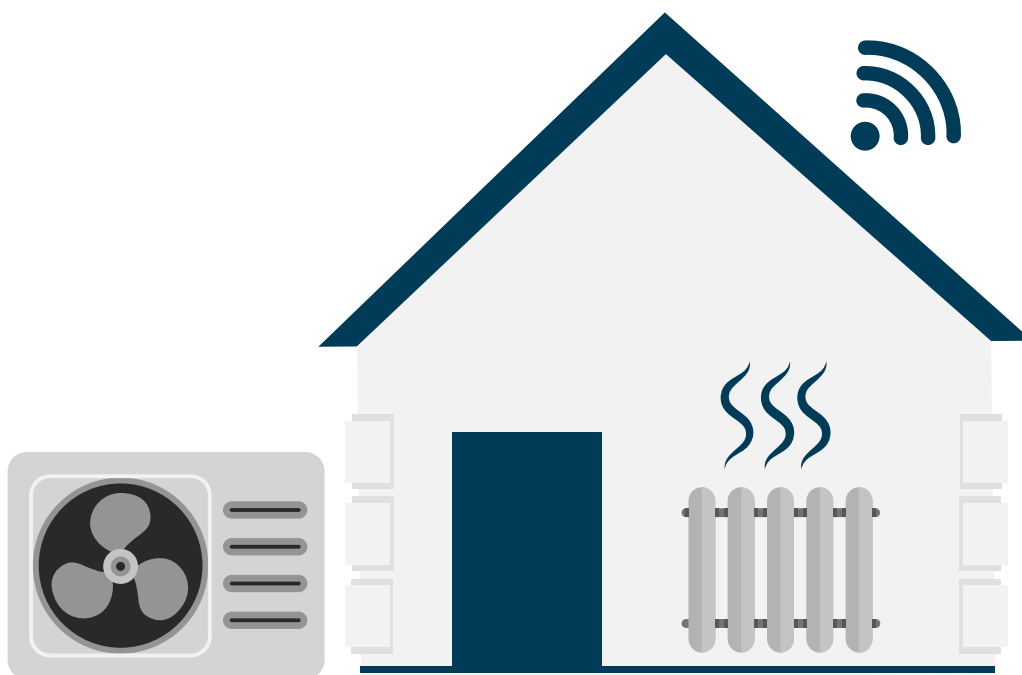


# POMPY CIEPŁA

---

PRZYJAZNE DLA ODBIORCÓW  
I DLA SYSTEMU  
ELEKTROENERGETYCZNEGO



**JAK KSZTAŁTOWAĆ TARYFĘ NA PRĄD DLA  
UŻYTKOWNIKÓW POMP CIEPŁA?**

---

Warszawa, kwiecień 2024

PUBLIKACJA POWSTAŁA NA ZAMÓWIENIE  
**EUROPEJSKIEGO CENTRUM CZYSTEGO POWIETRZA**



**EUROPEJSKIE  
CENTRUM  
CZYSTEGO  
POWIETRZA**

---

**AUTORZY:**

**JAN RĄCZKA**

NIEZALEŻNY KONSULTANT

**PAWEŁ LACHMAN**

POLSKA ORGANIZACJA ROZWOJU TECHNOLOGII POMP CIEPŁA (PORT PC)

**MONIKA MORAWIECKA**

THE REGULATORY ASSISTANCE PROJECT (RAP)

---

**WSPÓŁPRACA:**

**ADOLF MIROWSKI**

INSTYTUT CERTYFIKACJI EMISJI BUDYNKÓW

RAPORT POWSTAŁ PRZY WSPARCIU FUNDACJI **CLEAN AIR FUND**

**CLEAN  
AIR  
FUND**

# SPIS TREŚCI

<b>1. STRESZCZENIE</b>	<b>4</b>
<b>2. WSTĘP</b>	<b>6</b>
<b>3. PRZEGLĄD OBECNIE FUNKCJONUJĄCYCH TARYF NA PRĄD DLA GOSPODARSTW DOMOWYCH W KONTEKŚCIE POMP CIEPŁA</b>	<b>8</b>
3.1. KONSTRUKCJA I RODZAJE TARYF NA SPRZEDAŻ I DYSTRYBUCJĘ ENERGII ELEKTRYCZNEJ	<b>8</b>
3.2. ZRÓŻNICOWANIE TARYF POMIĘDZY PRZEDSIĘBIORSTWAMI ENERGETYCZNYMI	<b>10</b>
3.3. OBECNE KOSZTY OGRZEWANIA POMPĄ CIEPŁA DLA PRZYKŁADOWEGO BUDYNKU	<b>11</b>
<b>4. CHARAKTERYSTYKA UKŁADU POMP CIEPŁA I BUDYNKÓW, ZAPEWNIAJĄCA KOMFORT CIEPLNY</b>	<b>13</b>
4.1. ZARZĄDZANIE PRACĄ POMP CIEPŁA	<b>13</b>
4.2. ANALIZY UTRZYMANIA KOMFORTU CIEPLNEGO PRZY ZASTOSOWANIU POMP CIEPŁA TYPU POWIETRZE/WODA Z ELASTYCZNĄ PRACĄ	<b>14</b>
<b>5. PROPOZYCJA NOWEJ TARYFY DYNAMICZNEJ DLA POMP CIEPŁA</b>	<b>16</b>
<b>6. REKOMENDACJE</b>	<b>21</b>
<b>ANEKS NR 1</b> PORÓWNANIE ROCZNEGO KOSZTU OGRZEWANIA BUDYNKU W RÓŻNYCH TECHNOLOGIACH GRZEWCZYCH	<b>23</b>
<b>ANEKS NR 2</b> OPIS STANDARDÓW KOMUNIKACYJNYCH DLA ELASTYCZNYCH POMP CIEPŁA	<b>24</b>
<b>ANEKS NR 3</b> SZCZEGÓŁOWE ZAŁOŻENIA ORAZ WYNIKI ANALIZ UTRZYMANIA KOMFORTU CIEPLNEGO PRZY PRZERYWANEJ PRACY POMPY CIEPŁA TYPU POWIETRZE/WODA W ZALEŻNOŚCI OD STANDARDU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU	<b>26</b>
<b>ANEKS NR 4</b> ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO ANALIZY WARIANTÓW TARYFOWYCH Z TARYFĄ DYNAMICZNĄ	<b>28</b>

## 1 Streszczenie

Pompy ciepła to kluczowa technologia grzewcza, której upowszechnienie pozwoli obniżyć emisję CO<sub>2</sub> w sektorze budynków i poprawimy jakość powietrza w Polsce. Ich wykorzystanie zapewni komfort cieplny przy akceptowalnych kosztach. Jednocześnie pompy ciepła będą jedną z technologii wspierających elastyczność systemu elektroenergetycznego, co jest ważne ze względu na rosnący udział w miksie energetycznym źródeł odnawialnych.

Aby tak się stało, potrzebna jest spójna polityka publiczna promująca pompy ciepła. Rząd powinien wspierać szerokie wykorzystanie tej technologii poprzez odpowiednie regulacje i mechanizmy finansowe.

W niniejszym opracowaniu skupiliśmy się na następujących kwestiach:

- » **przeanalizowaniu istniejących taryf na energię elektryczną** i wykazaniu, że najkorzystniejsza dla pomp ciepła jest taryfa trzystrefowa (G13);
- » **wykazaniu, iż pompy ciepła mogą pracować elastycznie**, dostosowując swoją pracę do warunków w systemie elektroenergetycznym i chwilowych cen energii na rynku hurtowym, bez utraty komfortu cieplnego odbiorców, przy odpowiednim standardzie energetycznym budynku;
- » **analizie opłacalności nowej taryfy dynamicznej dla użytkowników pomp ciepła**, która w najlepszy sposób zapewnia dopasowanie pracy pomp ciepła do warunków w systemie, a jednocześnie pozwala na osiągnięcie oszczędności na rachunku za energię elektryczną oraz chroni odbiorców przed nadmiernymi skokami cenowymi.<sup>1</sup>

Na podstawie analizy przedstawiamy następujące rekomendacje:

### Komunikacja

Bardzo ważne jest, aby **cała polityka publiczna była oparta na rzetelnej i kompleksowej komunikacji**: o zaletach zastosowania pomp ciepła w energooszczędnych budynkach i perspektywach rozwojowych tej technologii, o możliwości elastycznej pracy pomp ciepła bez uszczerbku dla komfortu cieplnego, a z korzyścią dla systemu elektroenergetycznego, a także o przewidywanych wzrostach cen paliw kopalnych w związku z EU ETS<sup>2</sup>.

### Taryfy na energię elektryczną

Rekomendujemy, **aby jako pierwszy krok każde przedsiębiorstwo obrotu i dystrybucji oferowało taryfę trójstrefową, na wzór taryfy G13 Tauron**<sup>3</sup>. Rozważyć należy jeszcze większe zróżnicowanie stawek pomiędzy strefami.

Rekomendujemy także stworzenie dopasowanej do pracy pomp ciepła taryfy dynamicznej, w której stawka dystrybucyjna byłaby oparta o taryfę G13, a stawka za energię elektryczną byłaby zmienną ceną z rynku hurtowego energii elektrycznej. Aby zachęcić odbiorców do korzystania z tej taryfy (w szczególności w budynkach o najwyższym standardzie energetycznym), należy rozważyć wprowadzenie godzinowego limitu cenowego, finansowanego z nadwyżki z kontraktów różnicowych dla źródeł odnawialnych.

### Programy dotacyjne

Rekomendujemy korektę programów dotacyjnych takich jak “Czyste powietrze” czy “Moje ciepło”. Powinny one oferować **dofinansowanie tylko dla pomp ciepła, które mogą pracować elastycznie z wykorzystaniem automatyki do zarządzania poborem energii**. Przy czym taką zmianę trzeba zapowiedzieć z rocznym wyprzedzeniem, aby rynek mógł się dostosować do tych wymagań.

<sup>1</sup>Pełen obraz opłacalności ekonomicznej pomp ciepła w stosunku do innych źródeł ciepła daje wskaźnik TOC (ang. total cost of ownership - całkowity koszt posiadania), uwzględniający początkowy nakład inwestycyjny oraz koszty eksploatacyjne. Z uwagi na fakt, że w Polsce istnieje obecnie system dotacji do nakładów inwestycyjnych (ze zróżnicowanymi poziomami wsparcia w zależności od dochodów), w niniejszej analizie skupiliśmy się na kosztach eksploatacyjnych.

<sup>2</sup>Rozszerzenie systemu handlu uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub> na transport i budynki.

<sup>3</sup>Taryfa G13 jest opisana w dalszej części dokumentu. Ma niższe stawki przez 70% godzin w ciągu roku, w zamian za wyższe stawki w godzinach szczytowych.

We wszystkich programach dotacyjnych należy rozważyć **podniesienie standardu efektywności energetycznej budynków**, a także **wycofać dotacje do samodzielnych kotłów gazowych najpóźniej od 1 stycznia 2025 zgodnie ze zrewidowaną dyrektywą EPBD<sup>4</sup>**.

## Program badawczy

Rekomendujemy wdrożenie wieloletniego programu badawczego obejmującego szczegółową analizę porównawczą budynków o zróżnicowanej charakterystyce energetycznej i wyposażonych w pompy ciepła o różnych standardach, fotowoltaikę i magazyny ciepła lub energii elektrycznej, w celu identyfikacji optymalnych rozwiązań dla przyszłego budownictwa energooszczędnego.

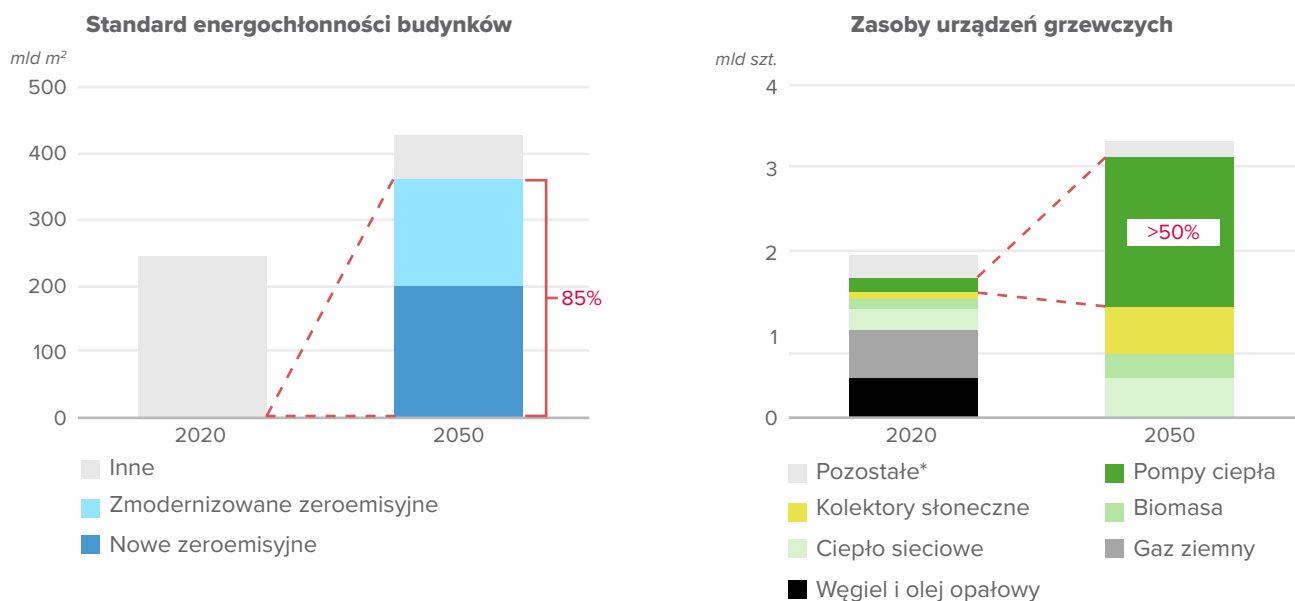
<sup>4</sup>EPBD (ang. Energy Performance of Buildings Directive) - [Dyrektywa EU/2024/1275 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków](#)

## 2 Wstęp

Pompy ciepła są najważniejszą technologią w sektorze budynków wolnostojących, pozwalającą ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> i poprawić jakości powietrza w Polsce. Międzynarodowa Agencja Energii (ang. International Energy Agency, IEA) w scenariuszu net zero zakłada, że globalnie do 2050 roku pompy ciepła zaspokoją ponad 50% potrzeb grzewczych (w przypadku krajów rozwiniętych będzie to ok. 65%), a budynki zeroemisyjne będą stanowiły ok. 85% zasobów budowlanych (rysunek 1).

### Rysunek 1

Globalne zasoby budynków i urządzeń grzewczych w 2020 r. i prognoza do 2050 r

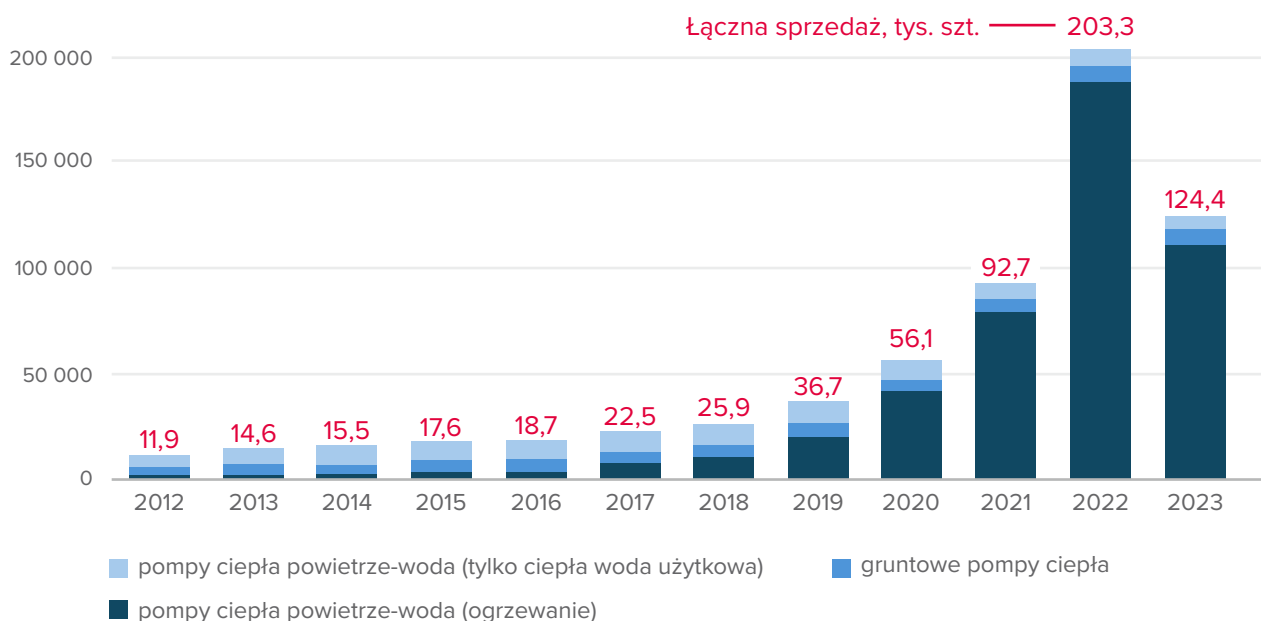


Źródło: Opracowanie własne na podstawie IEA (maj 2021 r.) [Zero netto do 2050 r.: mapa drogowa dla globalnego sektora energetycznego](#).

Także w Polsce pompy ciepła zyskują na znaczeniu. Ostatnie lata przyniosły duży przyrosty liczby zainstalowanych pomp ciepła (rysunek 2), ale jednocześnie uwidoczniły duże braki w spójności polityki publicznej.

### Rysunek 2

Liczba sprzedanych pomp ciepła w Polsce w latach 2012-2023



Źródło: PORT PC

Jak wskazano w [raporcie](#) w ramach wspólnego projektu Regulatory Assistance Project, CLASP i Global Buildings Performance Network, kompleksowa polityka wspierania pomp ciepła musi przede wszystkim opierać się na spójnej komunikacji oraz sprawnej koordynacji działań rządu. Konieczne jest zapewnienie przewidywalności kosztów tej technologii. Jednocześnie należy jasno komunikować, że technologie oparte o paliwa kopalne będą w przyszłości najdroższymi metodami ogrzewania budynków. Spadek liczby nowo zainstalowanych pomp ciepła w roku 2023 jest sygnałem, że Polska ma jeszcze wiele do zrobienia w tym obszarze, jeśli chce wyeliminować paliwa kopalne z ogrzewnictwa.

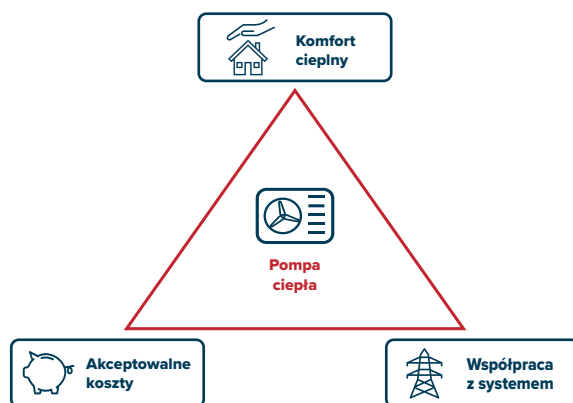
Polska polityka publiczna w tym obszarze powinna uwzględniać dwa cele:

- » jak upowszechnić wykorzystanie pomp ciepła, ponosząc niskie koszty społeczne,
- » jak sprawić, aby pompy ciepła były technologią wspierającą, a nie obciążającą system elektroenergetyczny.

[Instrat oszacował](#), że w roku 2030 indywidualne pompy ciepła mogą (wraz z grzałkami) pobierać moc w przedziale 9,2-13,3 GW, w zależności od rozważanego scenariusza. Kluczowe jest zatem upewnienie się, że zainstalowane pompy ciepła będą mogły elastycznie reagować na sytuację w systemie elektroenergetycznym, bez pogorszenia komfortu cieplnego odbiorców i bez nadmiernych kosztów dla użytkowników (rysunek 3).

## Rysunek 3

### Priorytety wdrażania pomp ciepła



Źródło: Opracowanie własne

Upowszechnienie technologii pomp ciepła przyspieszy dekarbonizację ogrzewnictwa indywidualnego oraz znacząco wpłynie na poprawę jakości powietrza w Polsce, a także umożliwi większą integrację źródeł odnawialnych w systemie. Przy czym koszty użytkowania pomp ciepła muszą być konkurencyjne w stosunku do alternatywnych technologii opartych o paliwa kopalne, a odbiorcy muszą mieć zaufanie, że ta konkurencyjność zostanie zachowana w perspektywie wielu lat.

Niniejsze opracowanie ma na celu:

- » przeanalizowanie obecnych kosztów użytkowania pomp ciepła;
- » wykazanie, że pompy ciepła mogą pracować elastycznie w budynkach jednorodzinnych i przez to obniżać koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, bez utraty komfortu cieplnego odbiorców;
- » zaproponowanie takich mechanizmów kształtowania taryf na energię elektryczną, aby zapewnić długoterminową dostępność kosztową pomp ciepła oraz zachęcić do zarządzania zużyciem energii.

W niniejszym opracowaniu nie zajmujemy się zagadnieniem ubóstwa energetycznego, ponieważ w programie "Czyste Powietrze" gospodarstwa domowe o niższych dochodach uzyskują wyższe dotacje. Jest to skuteczny mechanizm korygowania różnic dochodowych w kontekście rozważanych problemów.

W opracowaniu rozpatrujemy pompy ciepła w oderwaniu od innych instalacji energetycznych - fotowoltaiki, magazynów energii czy ciepła. Optymalne skonfigurowanie tych technologii przyniesie większe korzyści gospodarstwom domowym oraz przyspieszy dekarbonizację sektora mieszkalnictwa oraz zwiększy elastyczności systemu energetycznego.

## 3 Przegląd obecnie funkcjonujących taryf na prąd dla gospodarstw domowych w kontekście pomp ciepła

### 3.1. Konstrukcja i rodzaje taryf na sprzedaż i dystrybucję energii elektrycznej

**Oferta na energię elektryczną składa się z dwóch usług:** sprzedaży energii elektrycznej, którą realizuje przedsiębiorstwo obrotu energią, oraz usługę dystrybucyjną świadczoną przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD). Ze względu na rozdzielenie obrotu od dystrybucji, sprzedaż energii może być oferowana przez dowolne przedsiębiorstwo obrotu energią, natomiast dostarczenie energii jest realizowane zawsze przez ten sam podmiot, czyli przez lokalnego OSD. W Polsce funkcjonuje obecnie pięć głównych przedsiębiorstw, które w ramach tej samej grupy kapitałowej posiadają spółkę obrotu i dystrybucji.

Taryfa na sprzedaż energii elektrycznej dla gospodarstw domowych jest regulowana i zatwierdzana przez Urząd Regulacji Energetyki (URE) w przypadku przedsiębiorstw obrotu powiązanych z OSD w ramach tej samej grupy kapitałowej, w praktyce odnosi się to do Energi, ENEL, PGE, E.ON i Taurona. Przedsiębiorstwa są zobowiązane świadczyć regulowaną usługę (tzn. wg regulowanej taryfy), ale mogą też oferować inne taryfy, które odbiorca może wybrać dobrowolnie. Na rynku funkcjonują też inni sprzedawcy - wg URE na koniec 2022 roku oferty dla gospodarstw domowych przedstawiało 24 sprzedawców energii elektrycznej. W niniejszej analizie skupimy się na porównaniu taryf największych sprzedawców, którzy w tej chwili dominują na rynku energii w Polsce, w szczególności z uwagi na wprowadzone interwencje ustawowe.

Taryfa dla energii elektrycznej jest konstruowana w następujący sposób: przedsiębiorstwo kupuje energię na rynku hurtowym w kontraktach terminowych na kolejny rok, ustala średni koszt zakupu, a następnie powiększa ten średni koszt ze wszystkich kontraktów o: akcyzę, koszt profilowania i bilansowania, koszt zakupu certyfikatów (białe, czerwone, zielone, odpowiednio na wsparcie efektywności energetycznej, kogeneracji oraz odnawialnych źródeł energii (OZE), marżę zysku.

W ten sposób wylicza cenę za MWh, do której dodaje stałą opłatę handlową (czasami nazywaną opłatą abonamentową). Tak więc gospodarstwo domowe jest rozliczane za zużyte MWh energii elektrycznej wg wskazania licznika oraz ponosi opłatę stałą, a także podatek VAT.

**Taryfa na usługi dystrybucyjne** jest regulowana i zatwierdzana przez URE (tutaj nie ma wyjątków, ponieważ są to lokalne monopole). Pokrywa ona koszty działalności sieciowej oraz służy do zbierania szeregu innych opłat związanych z funkcjonowaniem systemu energetycznego. Taryfa dystrybucyjna składa się z następujących elementów (wraz z VAT-em):

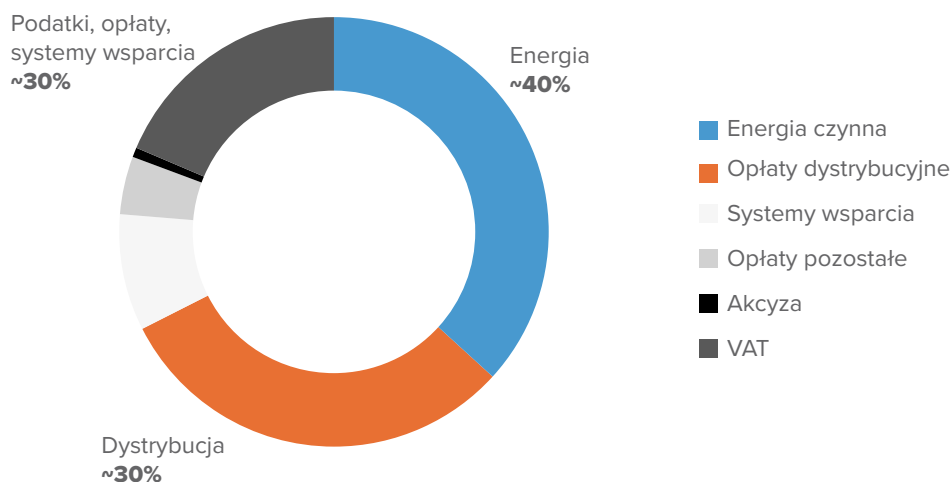
<b>Opłaty zmienne, zależne od zużycia</b> zł/kWh	<b>Opłaty stałe, niezależne od zużycia</b> zł/miesiąc
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Stawka <b>sieciowa zmienna</b> - pokrycie kosztów OSD</li> <li>» Stawka <b>jakościowa</b> - zapewnienie parametrów pracy krajowego systemu energetycznego (KSE) przez Operatora Systemu Przesyłowego (OSP)</li> <li>» Opłata <b>OZE</b> - pokrycie kosztów wsparcia OZE, obecnie w kwocie 0 zł</li> <li>» Opłata <b>kogeneracyjna</b> - pokrycie kosztów wsparcia kogeneracji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Stawka <b>sieciowa stała</b> - pokrycie kosztów OSD</li> <li>» Opłata <b>przejściowa</b> - pokrycie kosztów likwidacji kontraktów długoterminowych zawieranych przed wejściem do UE - obecnie są to nieznaczące kwoty i kończący się okres jej naliczania</li> <li>» Opłata <b>mocowa</b> - pokrycie kosztów rynku mocy</li> <li>» Opłata <b>abonamentowa</b> - obsługa handlowa</li> </ul>



Ostatecznie struktura rachunku odbiorców przedstawia się jak na rysunku 4.

## Rysunek 4

### Składniki rachunku za energię elektryczną dla odbiorcy w gospodarstwie domowym



Źródło: Opracowanie własne na podstawie portalu [WysokieNapiecie.pl](http://WysokieNapiecie.pl).

Uwagi: Dane za rok 2021. Udział poszczególnych składników zmienia się w szczególności w zależności od sytuacji na rynku energii i od interwencji państwa (w kryzysowym roku 2022, w czasie obniżki VAT na energię elektryczną komponent podatków i opłat wyniósł jedynie ok. 20%, a niemal 50% stanowiła energia elektryczna).

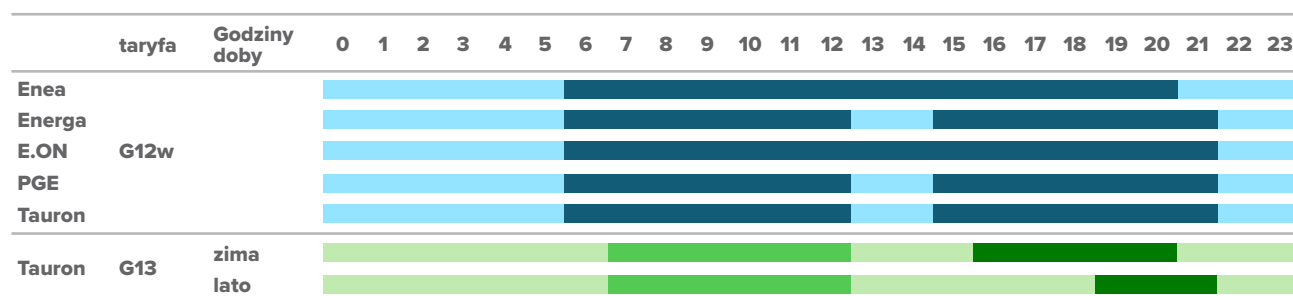
**Taryfa płaska i wielostrefowa.** Taryfa jednostrefowa (G11) odnosi się do jednakowej ceny za energię elektryczną oraz jednakowej opłaty sieciowej zmiennej we wszystkich godzinach roku. Taryfa wielostrefowa (G12, G12w, G13<sup>5</sup>) charakteryzuje się zmienną stawką w zależności od godziny doby i dnia tygodnia.

- » W taryfie G12 niższe stawki obowiązują w godzinach nocnych i przez dwie godziny w ciągu dnia poza szczytem.
- » W taryfie G12w niższe stawki obowiązują w godzinach poza szczytem oraz we wszystkie weekendy i dni wolne od pracy, a także w okresie 2 godzin w środku dnia.
- » Taryfa G13 (dostępna wyłącznie w Tauronie) jest najlepiej dopasowana do faktycznych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego i ma trzy strefy cenowe - cena szczytowa w ciągu dnia jest wyższa w szczycie popołudniowym niż przedpołudniowym, przy czym godziny szczytu popołudniowego są krótsze latem a dłuższe zimą. W taryfie G13 niskie stawki stosuje się do ponad 70% godzin w ciągu roku.

Do dalszej analizy przyjmujemy wyłącznie taryfy G12w i G13 jako najkorzystniejsze dla pomp ciepła i porównujemy do taryfy jednostrefowej. Na rysunku 5 pokazujemy przedziały czasowe stosowane w taryfie G12w i G13 u poszczególnych dostawców.

## Rysunek 5

### Przedziały czasowe dla taryfy G12w i G13



- G12w - stawka poszczytowa
- G12w - stawka szczytowa
- G13w - stawka poszczytowa
- G13w - szczyt przedpołudniowy
- G13w - szczyt popołudniowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryf poszczególnych przedsiębiorstw.

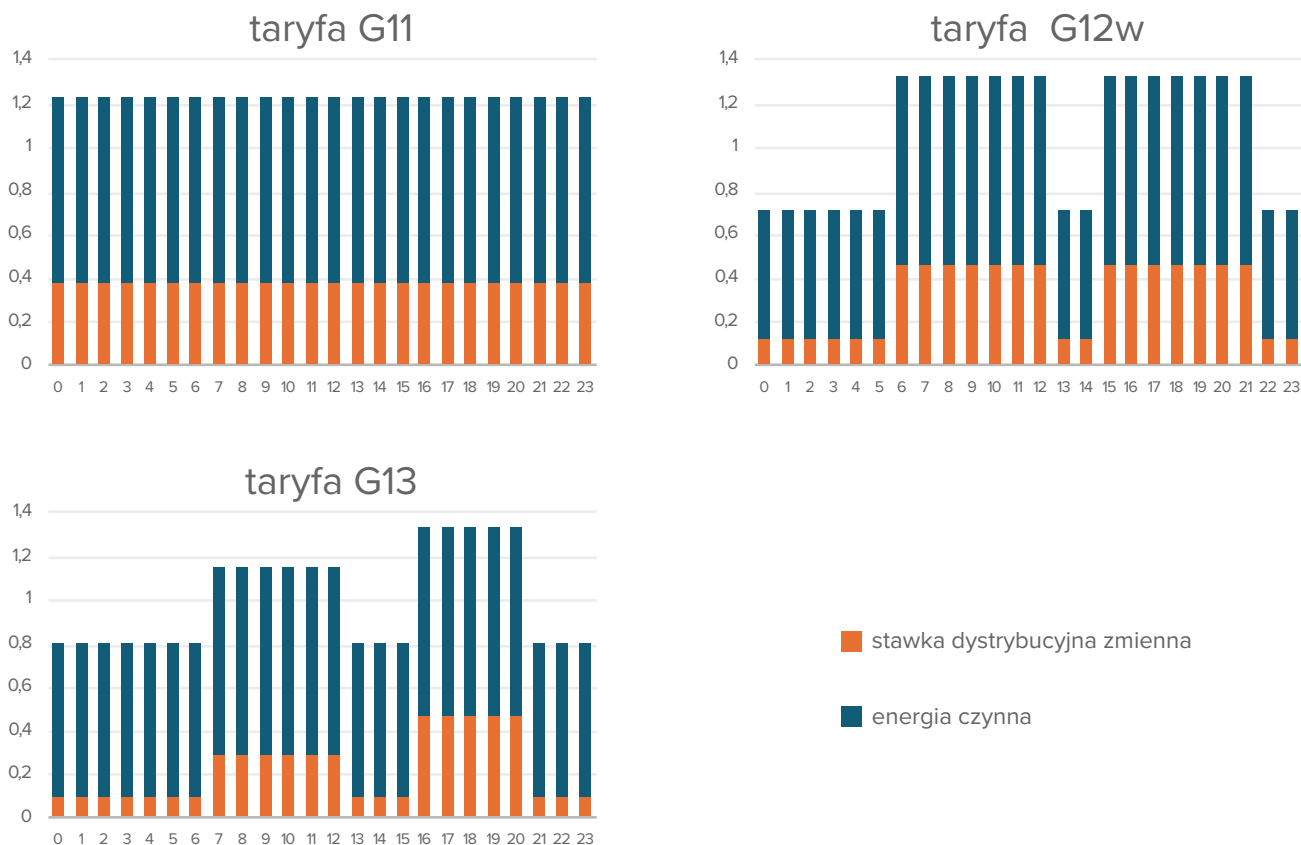
Uwagi: Stawka poszczytowa dla obu taryf jest stosowana także we wszystkie dni wolne od pracy - całodobowo.

<sup>5</sup>W niektórych przedsiębiorstwach dostępne są także inne rodzaje taryf. W niniejszym opracowaniu bierzemy pod uwagę jedynie taryfy G12w i G13 jako najlepiej dopasowane do potrzeb użytkowników pomp ciepła i porównujemy do taryfy jednostrefowej.

Zróznicowanie stawek taryfowych w poszczególnych taryfach strefowych jest dość znaczące, co pokazuje rysunek 6. Oznacza to, że jeśli odbiorca ma możliwość sterowania zużyciem energii, może osiągnąć oszczędności.

## Rysunek 6

**Stawki taryfy Taurona w 2024 r. w poszczególnych godzinach doby, w trzech grupach taryfowych, PLN/kWh**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Tauron Dystrybucja i Tauron Sprzedaż, obszar Kraków.

Uwagi: Stawki pochodzą z zatwierdzonej taryfy na I połowę 2024 r., z działaniami osłonowymi - stawki powyżej limitu zużycia. W taryfie G13 przy działaniach osłonowych w I poł. 2024 r. stawka za energię elektryczną jest jednakowa w szczycie przedpołudniowym i popołudniowym. W taryfie G12w i G13 niższa cena obowiązuje także w dni wolne od pracy. W taryfie G13 inne są godziny szczytu popołudniowego latem (od 19:00 do 22:00), natomiast stawki są te same. W stawkę dystrybucyjną wliczono także pozostałe opłaty zmienne - stawkę jakościową, opłatę kogeneracyjną i opłatę OZE (opłata OZE wynosi obecnie zero). Kwoty zawierają VAT 23% i akcyzę 5 zł/MWh.

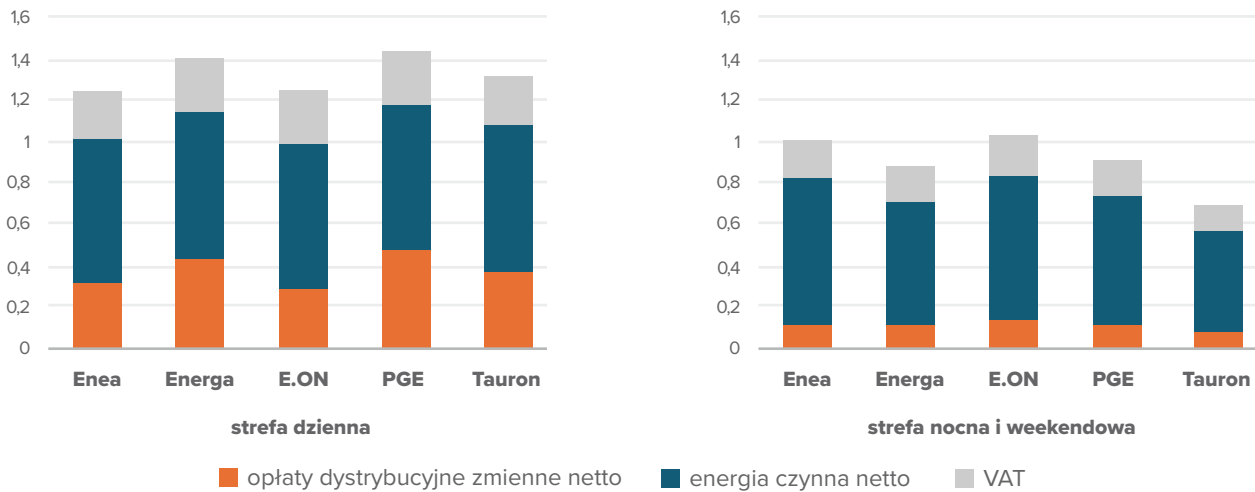
### 3.2. Zróznicowanie taryf pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi

Przedsiębiorstwa obrotu i dystrybucyjne ubiegają się o zatwierdzenie taryfy w URE w trybie indywidualnym. Przy czym w przypadku tych pierwszych główny komponent kosztu, czyli średnia hurtowa cena energii w kontraktach terminowych na kolejny rok, jest dość podobny.

W przypadku taryfy dystrybucyjnej pomiędzy poszczególnymi przedsiębiorstwami występują istotne różnice (a nawet wewnątrz przedsiębiorstw, kiedy są wyróżniane obszary). Średnie stawki dystrybucyjne są zasadniczo wyższe w Enerdze i PGE względem pozostałych OSD. Jednym z powodów jest różnica w gęstości rozmieszczenia odbiorców energii. Na poniższym wykresie przedstawiamy stawki taryfowe dla pięciu największych przedsiębiorstw obrotu w Polsce.

## Rysunek 7

Taryfa G12w w poszczególnych przedsiębiorstwach obrotu i dystrybucji w I połowie 2024 r., PLN/kWh



Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryf dla poszczególnych dostawców.

Uwagi: Stawki pochodzą z zatwierdzonej taryfy na I połowę 2024 r., z działaniami osłonowymi - stawki powyżej limitu zużycia. Energia elektryczna zawiera akcyzę 5 zł/MWh. W stawkę dystrybucyjną wliczono także pozostałe opłaty zmienne - stawkę jakościową, opłatę kogeneracyjną i opłatę OZE (opłata OZE wynosi obecnie zero). VAT jest pokazany łącznie (VAT na usługę dystrybucyjną i na energię elektryczną).

Kluczowym wnioskiem jest fakt, że taryfa OSD może istotnie różnicować średni jednostkowy koszt zaopatrzenia w energię elektryczną posiadaczy pomp ciepła.

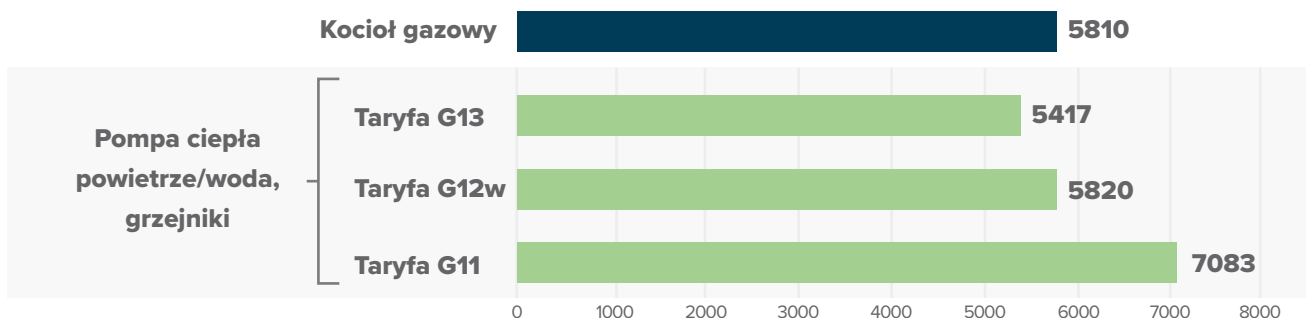
Najbardziej opłacalną taryfą dla posiadaczy pomp ciepła jest taryfa G13, którą oferuje wyłącznie Tauron. Wynika to z tego, że charakteryzuje się ona bardzo niskimi stawkami zmiennymi w dni wolne od pracy (ok. 115 dni w roku), w godzinach nocnych (22.00-7.00) oraz w środku dnia przez 3h (a latem przez 6 godzin). Korzyści z taryfy G12w są nieco mniejsze, gdyż najtańsza strefa jest dostępna przez mniejszą liczbę godzin (por. rysunek 5). W kolejnej sekcji są pokazane koszty ogrzewania przy użyciu pompy ciepła w zależności od taryfy.

### 3.3. Obecne koszty ogrzewania pompą ciepła dla przykładowego budynku

Na poniższych wykresach przedstawiono analizę bieżących kosztów ogrzewania (c.o.) i przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) dla pompy ciepła typu powietrze/woda dla przykładowego budynku o powierzchni 150 m<sup>2</sup> i standardzie energetycznym EU 80 kWh/(m<sup>2</sup>·rok) w porównaniu do ogrzewania kotłem gazowym kondensacyjnym. W **Aneksie nr 1** znajduje się szersze porównanie do innych technologii grzewczych (z [kalkulatora](#) Porozumienia Branżowego na rzecz Efektywności Energetycznej POBE - I kwartał 2024).

## Rysunek 8

Roczny koszt ogrzewania budynku pompą ciepła w porównaniu do ogrzewania kotłem gazowym, w zł/rok



Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryfy Tauron (obszar Kraków) i PGNiG.

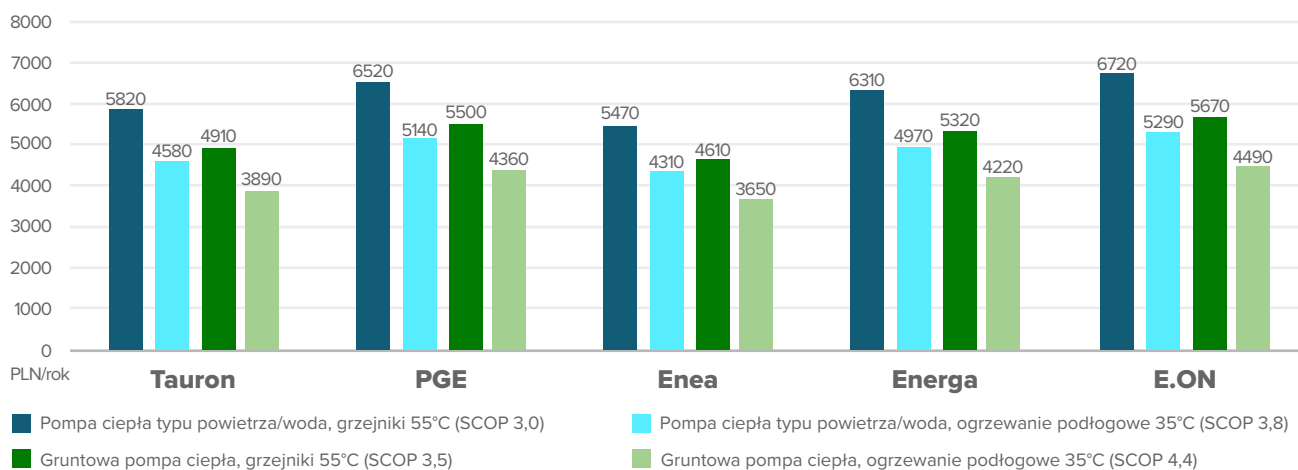
Uwagi: Obliczenia dla budynku o powierzchni 150 m<sup>2</sup> oraz przygotowania c.w.u. dla 4 osób dla pompy ciepła typu powietrze/woda, grzejniki, SCOP 3,0. Stawki za energię elektryczną pochodzą z zatwierdzonej taryfy na I połowę 2024 r. w Tauronie, z działaniami osłonowymi - stawki powyżej limitu zużycia. Obliczenia dot. pomp ciepła wykonano bez uwzględnienia opłat stałych, niezależnych od zużycia. Koszt gazu uwzględniono z opłatami stałymi - gdyż przyłącze gazowe jest fakultatywne. Zakładamy stałą i stabilną temperaturę pomieszczenia 20 stopni C przez 24 godziny na dobę.

Analiza wskazuje, że obecnie koszt ogrzewania za pomocą pompy ciepła w przypadku taryfy G13 jest konkurencyjny w stosunku do gazu. Koszt ogrzewania przy taryfie G11 jest wyższy od ogrzewania gazowego, a taryfa G12w implikuje koszt porównywalny do kosztu ogrzewania gazowego.

Powyższe obliczenia zostały przeprowadzone dla pompy ciepła typu powietrze-woda i instalacji z ogrzewaniem grzejnikowym. W budynkach nowych można osiągnąć znacznie niższe koszty poprzez zastosowanie ogrzewania podłogowego oraz gruntowej pompy ciepła, co obrazuje rysunek nr 9 poniżej.

## Rysunek 9

### Roczny koszt ogrzewania budynku w zależności od typu pompy ciepła dla poszczególnych dostawców



Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryfy G12w dla poszczególnych dostawców.

Uwagi: Obliczenia dla budynku o pow. 150 m<sup>2</sup> w standardzie WT 2017 oraz przygotowania c.w.u. dla 4 osób. Stawki za energię elektryczną pochodzą z zatwierdzonej taryfy na I połowę 2024 r., z działaniami osłonowymi - stawki powyżej limitu zużycia. Taryfa G12w została wybrana dla porównywalności pomiędzy poszczególnymi dostawcami. SCOP (ang. Seasonal Coefficient of Performance) - uśredniony wskaźnik sezonowej sprawności, czyli stosunek ilości dostarczonego ciepła do ilości energii elektrycznej zużytej przez pompę. Zakładamy stałą i stabilną temperaturę pomieszczenia 20 stopni C przez 24 godziny na dobę.

Różnice w kosztach ogrzewania ze względu na rodzaj instalacji oraz standard energetyczny pompy ciepła są duże. Średnia oszczędność pomiędzy najbardziej i najmniej efektywnymi rozwiązaniami wynosi ok. 30%, w ujęciu kwotowym około 2000 zł rocznie. Warto zwrócić jednak uwagę na to, że nakłady inwestycyjne na instalację z gruntową pompą ciepła są duże ze względu na koszt wykonania dolnego źródła ciepła. Mają one znaczący udział w całkowitym koszcie ogrzewania (inwestycja plus koszty bieżące) pomimo długiego okresu użytkowania dolnego źródła ciepła, sięgającego ponad 50 lat. Warto dodać, że zastosowanie dodatkowej fotowoltaiki w budynku pozwoli obniżyć koszty ogrzewania i ciepłej wody użytkowej nawet o 40-50%.

## 4 Układ pomp ciepła i budynków zapewniający komfort cieplny

### 4.1. Zarządzanie pracą pomp ciepła

Pompy ciepła jako elementy systemów grzewczych i chłodzących mogą być efektywnie zarządzane przez całą dobę, co pozwala na optymalizację ich pracy i zwiększenie efektywności energetycznej urządzeń lub systemu. Włączanie i wyłączanie pomp ciepła w ciągu dnia może być wykonane na kilka sposobów zależnie od potrzeb użytkownika i specyfiki instalacji.

Poniżej przedstawiono kilka kluczowych aspektów tego procesu:

#### » Zarządzanie oparte o temperaturę zasilania wody grzewczej i pomieszczenia

Obecnie systemy sterowania dostosowują pracę pompy ciepła do aktualnych warunków temperaturowych, zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych. Dzięki czujnikom temperatury pompa ciepła jest automatycznie wyłączana, gdy osiągnięta zostanie żądana temperatura zasilania wody grzewczej lub temperatura w pomieszczeniach. Jest włączana, gdy temperatura spadnie poniżej ustalonego poziomu. Praca wg krzywej grzewczej zapewnia maksymalną efektywność energetyczną i zoptymalizowane koszty ogrzewania.

#### » Programowanie czasowe

Pompy ciepła mogą być programowane do automatycznego włączania i wyłączania w określonych godzinach. Umożliwia to użytkownikom dostosowanie pracy urządzenia do własnego harmonogramu i potrzeb, na przykład włączanie ogrzewania przed powrotem domowników do domu lub obniżania temperatury pomieszczeń w nocy, gdy zapotrzebowanie na ciepło jest mniejsze.

#### » Integracja z systemami Smart Home

Integracja pomp ciepła z inteligentnymi systemami zarządzania domem (Smart Home) otwiera nowe możliwości w zakresie efektywnego wykorzystania energii. Automatyka systemów smart home pozwala zdalnie kontrolować pracę pompy ciepła za pomocą smartfona lub tabletu, włączając ją lub wyłączając w zależności od aktualnych potrzeb i integrując z pozostałymi instalacjami, jak fotowoltaika czy magazyny energii elektrycznej lub zasobnik ciepłej wody.

#### » Optymalizacja kosztów eksploatacji

Włączanie i wyłączanie pomp ciepła może być również stosowane w celu optymalizacji kosztów zużycia energii. Przykładowo, pompy ciepła mogą być wyłączane w godzinach, gdy ceny za energię elektryczną są najwyższe, a włączane, gdy ceny są niższe, co pozwala na znaczące oszczędności, nawet w przypadku konieczności korzystania z dodatkowej grzałki. Korzyści te mogą być zwiększane poprzez dodanie większego zasobnika ciepłej wody.

#### » Adaptacja do produkcji energii odnawialnej

W domach wyposażonych w instalacje fotowoltaiczne (oraz magazyny energii elektrycznej i ciepła) pompy ciepła mogą być włączane w momencie największej produkcji energii elektrycznej, co pozwala na maksymalne wykorzystanie energii odnawialnej do ogrzewania lub chłodzenia pomieszczeń.

Zarządzanie pracą pomp ciepła w ciągu doby, dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii informatycznych i systemów sterowania, przyczynia się nie tylko do zwiększenia komfortu użytkownika, ale również do efektywniejszego wykorzystania energii i redukcji kosztów eksploatacyjnych.

Interfejs komunikacyjny jest kluczowy dla osiągnięcia efektywnej integracji pomp ciepła w ramach inteligentnych sieci elektroenergetycznych (Smart Grid)<sup>6</sup>. Pozwala on maksymalizować efektywność energetyczną systemu, który łączy elementy takie jak instalacje fotowoltaiczne, pompy ciepła oraz magazyny energii. Taki interfejs powinien umożliwiać płynną wymianę informacji między poszczególnymi elementami systemu. Obecnie brakuje jednak powszechnego europejskiego standardu w tym zakresie a w użyciu w krajach UE są dwa standardy: SG Ready i VHP Ready. W **Aneksie nr 2** opisujemy szerzej charakterystykę i sposób działania obu standardów.

Aby zapewnić interoperacyjność między markami, ESA (Energy Smart Appliances), JRC i Dyrekcja Generalna ds. Energii Komisji wspólnie z producentami opracowały [Kodeks Postępowania](#) (CoC). Ta dobrowolna inicjatywa ma na celu zwiększenie liczby interoperacyjnych inteligentnych urządzeń energetycznych (w tym również pomp ciepła) wprowadzanych na rynek UE. Celem Kodeksu Postępowania jest zdefiniowanie wspólnych usług elastyczności popytu oraz określenia informacji, które należy wymieniać, aby je świadczyć. Ma on zastosowanie nawet tam, gdzie producenci korzystają z różnych technicznych protokołów komunikacyjnych.

## 4.2. Analizy utrzymania komfortu cieplnego przy zastosowaniu pomp ciepła typu powietrze/woda z elastyczną pracą

W poniższej sekcji prezentujemy wyniki szczegółowych analiz symulacyjnych za pomocą programu Polysun, których celem było określenie, jaki standard budynku (brano pod uwagę różne warianty zużycia energii użytkowej na cele ogrzewania EU) zapewnia utrzymanie komfortu cieplnego w przypadku zastosowania elastycznej pracy pompy ciepła typu powietrze/woda. Porównano pracę pompy ciepła w sposób stały, zależny tylko od warunków pogodowych oraz wariant, w którym pompa ciepła była wyłączana na 4 godziny w ciągu doby (dwie godziny w szczycie porannym i dwie godziny w szczycie popołudniowym).

Przeanalizowano budynki jednorodzinne o ciężkiej konstrukcji ( $1000 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ) o powierzchni ogrzewanej  $150 \text{ m}^2$  i typowym zużyciu ciepłej wody użytkowej dla czterech użytkowników budynku.

Przeanalizowano 5 standardów energetycznych budynków w oparciu o energię użytkową EU na potrzeby ogrzewania:

- » EU=40 kWh/(m<sup>2</sup>·rok) - nowy budynek w standardzie programu "Moje Ciepło"
- » EU=55 kWh/(m<sup>2</sup>·rok) - minimalne wymagania WT 2021
- » EU=80 kWh/(m<sup>2</sup>·rok) - standard określony w programie "Czyste Powietrze"
- » EU=120 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)
- » EU=150 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

Celem analizy było sprawdzenie, o ile stopni spadnie temperatura pomieszczenia po zastosowaniu blokady pracy sprężarki pompy ciepła. Została przyjęta temperatura bivalentna<sup>7</sup>  $-10^\circ\text{C}$  i temperatura projektowa<sup>8</sup>  $-20^\circ\text{C}$  oraz dane meteorologiczne typowego roku wg METEONORM w lokalizacji Warszawa. Zakładamy stałą i stabilną temperaturę pomieszczenia  $20^\circ\text{C}$  przez 24 h i ładowanie ciepłej wody wg profilu zużycia ciepłej wody zgodnie z wymogami ekoprojektu.

Szczegółowe założenia oraz wyniki analiz zawarto w **Aneksie nr 3**. Poniżej zostało przedstawione podsumowanie wyników (Rysunek 10).






<sup>6</sup>Smart Grid można zdefiniować jako taki system przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej, który wykorzystuje zaawansowane technologie informacyjne do bieżącej optymalizacji pracy sieci w powiązaniu z produkcją i odbiorem energii elektrycznej oraz zmiennych warunków zewnętrznych.

<sup>7</sup>Temperatura bivalentna to temperatura zewnętrzna, przy której włącza się dodatkowa grzałka, aby utrzymać zadaną temperaturę pomieszczenia.

<sup>8</sup>Temperatura projektowa to najniższa temperatura zewnętrzna, jaką można oczekiwać w danym miejscu w ciągu roku. Jest to wartość, która pozwala projektantom systemów grzewczych określić maksymalne obciążenie cieplne budynku.

## Rysunek 10

Porównanie wyników analiz utrzymania komfortu cieplnego przy przerywanej pracy pompy ciepła dla budynków nowych i istniejących

Rodzaj budynku	Nowy	Nowy	Istniejący	Istniejący	Istniejący
					
Zużycie energii kWh/(m <sup>2</sup> /rok)	40	55	80	120	150
Rodzaj wentylacji	Mechaniczna z odzyskiem ciepła	Mechaniczna z odzyskiem ciepła	Grawitacyjna	Grawitacyjna	Grawitacyjna
Rodzaj ogrzewania	Podłogowe	Podłogowe	Grzejniki	Grzejniki	Grzejniki
Moc cieplna pompy ciepła, kW	4	4	5	7	7
Moc cieplna grzałki uzupełniającej, kW	2	2	2	4	5
Blokada pracy pompy ciepła (godz./doba)	2 x 2 godz.	2 x 2 godz.	2 x 2 godz.	2 x 2 godz.	2 x 2 godz.
Udział pracy grzałki elektrycznej w roku	1,71%	2,16%	1,58%	1,63%	1,78%
Osiągnięty SCOP (z grzałką)	3,08	3,11	3,33	3,34	3,4
<b>Maksymalny spadek temp. pomieszczenia</b>	<b>0,1°C</b>	0,3°C	<b>0,2°C</b>	<b>0,2°C</b>	0,6°C

Źródło: Opracowanie własne.

Uwagi: Przyjęto zoptymalizowaną moc cieplną pompy ciepła i grzałki dostosowaną do każdego typu budynku (nie przewymiarowaną), aby utrzymać komfort cieplny przy minimalizacji kosztów. Nie założono "przeegrzewania" budynku przed okresem blokady pracy pompy ciepła. Założono optymalizację kosztową na etapie inwestycyjnym (stąd różne moce cieplne pomp ciepła dla różnych budynków, i stąd np. większa strata ciepła dla budynku EU55 niż EU 80).

Wyniki analiz jednoznacznie wskazują, że pompy ciepła mogą działać z dużą elastycznością i odciążać sieć energetyczną w godzinach największego zapotrzebowania na moc. **Elastyczne pompy ciepła mogą dostosowywać swoją pracę do aktualnych potrzeb sieci bez obniżania komfortu cieplnego w budynkach o ciężkiej konstrukcji i zapotrzebowaniu energetycznym EU (EU - energia użytkowa) do 150 kWh/(m<sup>2</sup>·rok).** W naszych analizach wystąpił spadek temperatury o maksymalnie 0,6°C.

Niniejsze badania stanowią pierwszą tego typu analizę przeprowadzoną w Polsce, skupiającą się na potencjale elastyczności pompy ciepła w budynkach jednorodzinnych. Należy przy tym zauważyć, że przeanalizowano dość ograniczony czas blokady działania pompy ciepła (jedynie przez okres 4 h w ciągu doby). W przypadku nowych budynków (standard WT 2021 i wyższy) z pewnością jest możliwy dłuższy okres blokady pracy pomp ciepła, dodatkowe analizy są wskazane do określenia optymalnego profilu pracy dla pozostałych budynków.

W analizie nie uwzględniliśmy potencjału magazynów energii elektrycznej, systemów fotowoltaicznych, ani pojazdów elektrycznych, co otwiera pole do dalszych badań. Istnieje znaczący potencjał do przeprowadzenia dodatkowej analizy w celu określenia, jak te technologie będą wspierać elastyczność sieci energetycznej, co przyczyni się do lepszego zrozumienia i wykorzystania pomp ciepła w kontekście transformacji energetycznej i integracji sektorów energetycznych (sector coupling).



## Propozycja nowej taryfy dynamicznej dla pomp ciepła

Jak wykazano powyżej, pompy ciepła mogą pracować elastycznie bez uszczerbku dla komfortu cieplnego odbiorców. Automatyka pompy ciepła wraz z coraz powszechniej dostępnymi systemami zarządzania energią sprawiają, że taka praca nie wymaga interwencji użytkownika i jest praktycznie bezobsługowa. Należy jednak upewnić się, że sygnały cenowe zawarte w taryfach na energię elektryczną są jak najlepiej dopasowane do pracy systemu energetycznego. Sztuczne okresy stawek taryfowych, jak w powyżej opisanych taryfach G12w czy G13, nie zawsze będą odpowiadały rzeczywistej sytuacji w systemie. Przykładowo, w okresie zimowym zwiększona jest generacja wiatrowa, która obniża chwilowe ceny energii na rynku hurtowym. Z tych niższych cen powinni móc korzystać użytkownicy pomp ciepła.

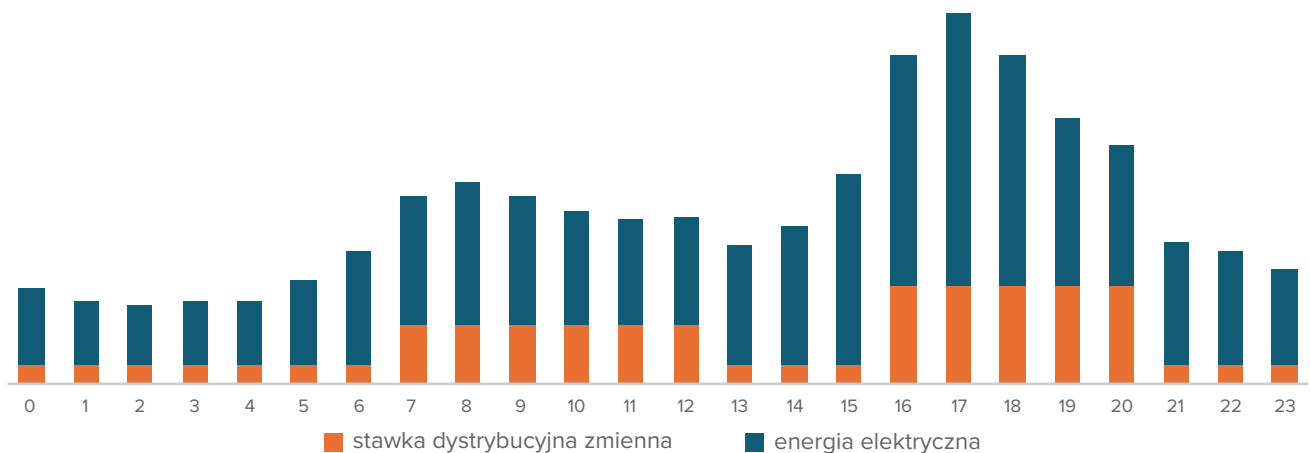
Od sierpnia 2024, zgodnie z [nowelizacją prawa energetycznego](#) wdrażającą regulacje unijne, wszyscy więksi sprzedawcy prądu w Polsce będą mieli obowiązek oferować taryfę dynamiczną.

Dodatkowo, [reforma rynku energii](#) procedowana obecnie przez Unię Europejską wprowadza **obowiązek oferowania klientom możliwości instalowania wielu liczników dla jednego punktu poboru energii** (czasami zwanych podlicznikami), *explicitie* w celu wprowadzenia taryf dla pomp ciepła czy samochodów elektrycznych.

Proponuje się zatem, aby została stworzona taryfa dedykowana dla pomp ciepła, w której stawka za energię elektryczną będzie ceną dynamiczną z rynku hurtowego, a stawka dystrybucyjna będzie zróżnicowana na wzór taryfy G13<sup>9</sup>, co zilustrowano na rysunku 11 poniżej.

### Rysunek 11

Ilustracja taryfy dynamicznej dla pomp ciepła



Źródło: Opracowanie własne, ilustracyjne.

Uwagi: W taryfie dynamicznej cena energii elektrycznej będzie się zmieniała w okresach 15-minutowych.

Istotą taryfy dynamicznej jest przeniesienie bodźca cenowego z rynku hurtowego na rynek detaliczny. Działa to w obie strony. Kiedy jest niedobór mocy w systemie, ceny idą w górę, a odbiorcy mogą ograniczać swoje zużycie energii. Natomiast kiedy jest nadwyżka mocy, to mogą zwiększyć pobór, załączając np. samochody elektryczne, pompy ciepła, magazyny energii elektrycznej i cieplnej.

Rozwiązuje to kilka problemów: (1) znacznie większego wykorzystania bezemisyjnej energii z OZE i uzyskania za nią wyższej ceny przez wytwórców, (2) niezbilansowania krajowego systemu energetycznego, (3) zarządzania lokalnymi ograniczeniami sieciowymi, i (4) zaopatrzenia odbiorców w taniej energię.

<sup>9</sup>W przyszłości można również rozważyć wprowadzenie bardziej dynamicznych sygnałów ze strony taryfy dystrybucyjnej, jako że sytuacja bilansowa w całym systemie nie zawsze koreluje czasowo z lokalnymi ograniczeniami sieciowymi.



W odniesieniu do poboru energii przez pompy ciepła ten mechanizm, przynajmniej częściowo, może się sprawdzić ze względu na okresy silnego wiatru zimą, kiedy pompy ciepła pobierają najwięcej energii. Dodatkowo ten efekt może być wzmocniony poprzez wykorzystanie magazynów ciepła (zasobników ciepłej wody) w domach (w tej analizie ta opcja nie jest brana pod uwagę). Z drugiej strony, kiedy ceny energii idą mocno w górę, sygnalizując niedobór zasobów wytwórczych, pompa ciepła może być czasowo wyłączona lub może być rozładowany domowy magazyn ciepła w formie akumulacyjności cieplnej budynku lub bufora wody grzewczej.






**Proponowana taryfa będzie dobrą opcją jedynie dla elastycznych pomp ciepła, posiadających automatykę do zarządzanie poborem energii w zależności od sygnałów cenowych z rynku energii oraz w budynkach o ciężkiej konstrukcji o znacznej pojemności cieplnej<sup>10</sup>.**

Poniżej przedstawiamy wyniki analizy kosztów ogrzewania typowego budynku w zależności od wybranej taryfy. Przeanalizowano warianty ze stałą pracą pompy ciepła, zależną tylko od warunków pogodowych, oraz z elastyczną pracą. Dla potrzeb analizy przyjęto blokadę pracy pompy ciepła przez 2 x 2 godziny w ciągu doby. W przypadku taryfy dynamicznej pompa ciepła jest odłączana w godzinach o najwyższych cenach energii z zachowaniem 2-godzinnego odstępu pomiędzy jednym i drugim odłączeniem.

Szczegółowy opis przyjętych założeń dla taryfy dynamicznej zawarto w **Aneksie nr 4**, a na poniższym rysunku przedstawiono analizowane warianty.

## Rysunek 12

### Ilustracja przeanalizowanych wariantów

	Wariant 1 G11	Wariant 2a G13	Wariant 2b G13 z zarządzaniem poborem energii	Wariant 3a Dynamiczna	Wariant 3b Dynamiczna z zarządzaniem poborem energii	Wariant 4
Tryb pracy pompy ciepła	 stała praca, zależna tylko od warunków pogodowych	 stała praca, zależna tylko od warunków pogodowych	 blokada pracy w godzinach niższych stawek taryfowych 11-13 i 17-19	 stała praca, zależna tylko od warunków pogodowych	 blokada pracy w 4 najdroższych godzinach doby	Ogrzewanie gazowe
Taryfa	G11	G13		Nowa taryfa Sprzedaż: dynamiczna, oparta na cenach godzinowych z giełdy energii (z RDN) z roku 2023 Dystrybucja: G13		

Źródło: Opracowanie własne

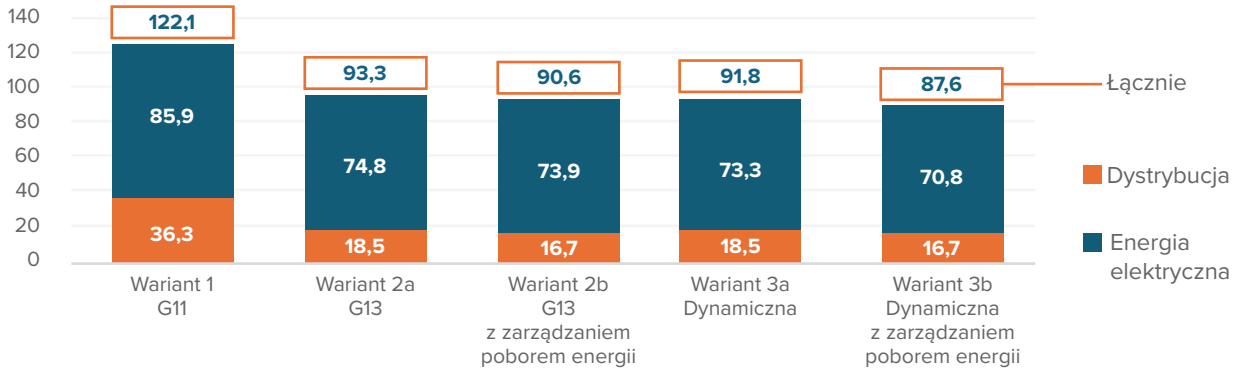
Na rysunku 13 przedstawiamy porównanie jednostkowego kosztu energii elektrycznej zużywanej przez pompę ciepła (średnia stawka ważona wolumenem zużycia). Różnica w jednostkowym koszcie pomiędzy taryfą G13 a taryfą dynamiczną z zarządzaniem energią wynosi nie całe 6 gr/kWh (60 zł/MWh).

Atrakcyjność tego rozwiązania ogranicza przyjęcie założenia, że pompa ciepła może być odłączona tylko na 4h (tzn. 2 razy po 2h z minimalnym odstępem między przerwami w pracy wynoszącym 2h), ponieważ okresy wysokich cen utrzymują się często przez wiele godzin. Im dłuższy okres odłączenia, tym wyższa korzyść. W budynkach pasywnych i o wysokim standardzie energetycznym można to osiągnąć bez uszczerbku dla komfortu cieplnego. W budynkach o niższym standardzie wymagałoby to zastosowania magazynu ciepła (nie jest to rozpatrywane w tym przykładzie obliczeniowym). Dłuższe okresy wyłączenia pomp ciepła to także większa korzyść z punktu widzenia zarządzania KSE.

<sup>10</sup>Potrzebny też będzie inteligentny licznik.

## Rysunek 13

Oszacowanie jednostkowego kosztu energii elektrycznej wykorzystywanej przez pompy ciepła w zależności od wybranej taryfy [gr/kWh]



Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryf Tauron Dystrybucja i Tauron Sprzedaż z I połowy 2024 r. oraz notowań cen godzinowych rynku dnia następnego (RDN) na Towarowej Giełdzie Energii (TGE) z 2023 r.

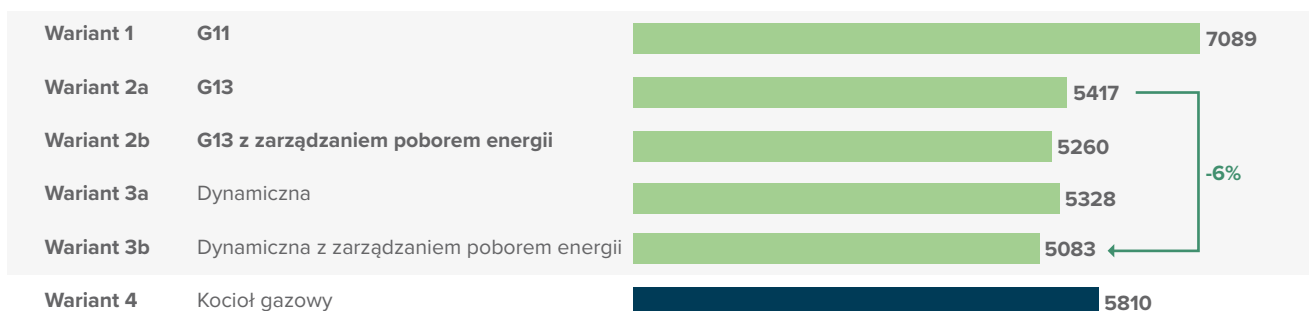
Na rysunku 14 pokazano koszty ogrzewania w ujęciu rocznym. Oszczędności w stosunku do taryfy G13 wynoszą ok. 330 zł w przypadku taryfy dynamicznej z zarządzaniem poborem energii, w pozostałych wariantach są niewielkie. W każdym z wariantów, oprócz taryfy G11, koszty ogrzewania gazowego są wyższe niż pompą ciepła (a różnica ta byłaby jeszcze większa, gdyby nie interwencja na rynku gazu).

Oszczędność ok. 6% może wydawać się zbyt mała, żeby zachęcić gospodarstwo domowe do zmiany taryfy, trzeba jednak pamiętać, że analiza bazuje na zamrożonych cenach energii w taryfie G13. Oznacza to, że przejście na taryfę dynamiczną jest sposobem na utrzymanie kosztów ogrzewania na akceptowalnym poziomie bez konieczności zamrażania cen i związanych z tym kosztów dla budżetu państwa. W przyszłości korzyści z taryfy dynamicznej mogą się znacząco zwiększyć ze względu na pogłębianie się różnic cen w trakcie doby wraz z rozwojem źródeł odnawialnych. Dodatkowo, podniesienie standardu energetycznego i zastosowanie nowocześniejszych systemów zarządzania pracą pomp ciepła będzie pozwalało na przesuwanie większej ilości energii w trakcie doby.

Dodatkową opcją, która nie została poddana analizie, jest nieznaczne zwiększanie temperatury w budynku przed godzinami szczytu, w celu wydłużenia okresów, kiedy pompa ciepła może zostać odłączona. Na podstawie doświadczeń z innych krajów spodziewamy się, że to da dodatkowe oszczędności, szczególnie w połączeniu z fotowoltaiką.

## Rysunek 14

Oszacowanie kosztu ogrzewania budynku 150m<sup>2</sup> kWh przy użyciu pompy ciepła w 2023 r. dla pięciu wariantów w porównaniu do kotła gazowego [zł/rok]



Źródło: Opracowanie własne na podstawie taryf Tauron Dystrybucja i Tauron Sprzedaż oraz notowań cen godzinowych RDN na TGE.

Uwagi: Stawki za energię elektryczną pochodzą z zatwierdzonej taryfy na I połowę 2024 r., z działaniami osłonowymi - stawki powyżej limitu zużycia. Zapotrzebowanie na energię elektryczną dla pompy ciepła: 5805 kWh/rok. Zapotrzebowanie na energię w przypadku ogrzewania kotłem gazowym: 18874 kWh/rok.

Wnioski z powyższej analizy są następujące:

- » Wprowadzenie taryf dynamicznych jest opłacalne dla użytkowników pomp ciepła nawet w stosunku do zamrożonych cen energii, szczególnie kiedy można zastosować system zarządzania energią. Z tego względu ważne jest zachęcanie gospodarstw domowych do wyboru pomp ciepła, których automatyka umożliwi sterowanie z wykorzystaniem bodźców cenowych.
- » Początkowo indywidualne korzyści z elastycznej pracy pompy ciepła są niewielkie, ale to zmieni się w dłuższym okresie, kiedy wykorzystanie paliw kopalnych będzie droższe. Dodatkowo potencjał oszczędności będzie się zwiększał ze względu na spodziewany wzrost zmienności cen na giełdzie energii wraz z rozwojem źródeł odnawialnych<sup>11</sup>.
- » Wnioski te powinny być komunikowane potencjalnym użytkownikom, żeby w pełni wykorzystać szansę, jaką daje kombinacja nowoczesnych technologii z cenami dynamicznymi.

Podobne analizy są prowadzone w wielu krajach europejskich. Na poniższym rysunku podajemy kilka przykładów analiz, w których elastyczna praca pomp ciepła wiąże się z korzyściami dla odbiorców i dla systemu energetycznego.

## Rysunek 15

### Przykłady analiz dotyczących elastycznej pracy pomp ciepła

		
<p>Analiza LCP Delta na zlecenie organizacji konsumenckiej BEUC wykazała, że zmiana z taryfy statycznej na dynamiczną dla gospodarstwa domowego z pompą ciepła może oznaczać oszczędności w wysokości <b>ponad 30% w Hiszpanii, ponad 20% w Belgii</b>, i 5% we Włoszech.</p>	<p>W raporcie z grudnia 2023 Agora Energiewende oszacowała, że typowe niemieckie gospodarstwo domowe ogrzewające dom pompą ciepła może zaoszczędzić <b>600 EUR rocznie</b> wybierając taryfę dynamiczną (na energię czynną i na dystrybucję).</p> <p>Dodatkowo, analiza wykazała, że dzięki uzyskanej elastyczności po stronie gospodarstw domowych koszt całkowity systemu energetycznego (mniej inwestycji w baterie, sieci, elektrownie do bilansowania, mniejsze zużycie paliw) obniży się o niemal <b>5 mld EUR</b> rocznie, na czym skorzystają wszyscy odbiorcy, nawet ci nie mający elastycznych urządzeń.</p>	<p>Zimą 2022/2023 w Wielkiej Brytanii National Grid przeprowadził program pilotażowy EQUINOX, w którym niemal 400 gospodarstw domowych było poproszonych o wyłączenie swojej pompy ciepła w dwóch godzinach szczytu wieczornego i ocenę komfortu cieplnego, w zamian za niewielkie wynagrodzenie.</p> <p>Partycypacja wyniosła 82%, tylko 2% uczestniczących gospodarstw nie było zadowolonych z pilotażu.</p> <p>Obecnie trwa druga faza programu, testująca różne sposoby wynagradzania odbiorców za elastyczność (w tym taryfa dynamiczna z dodatkowym bonusem).</p>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [National Grid](#), [Agora Energiewende](#), [LCP Delta dla BEUC](#).

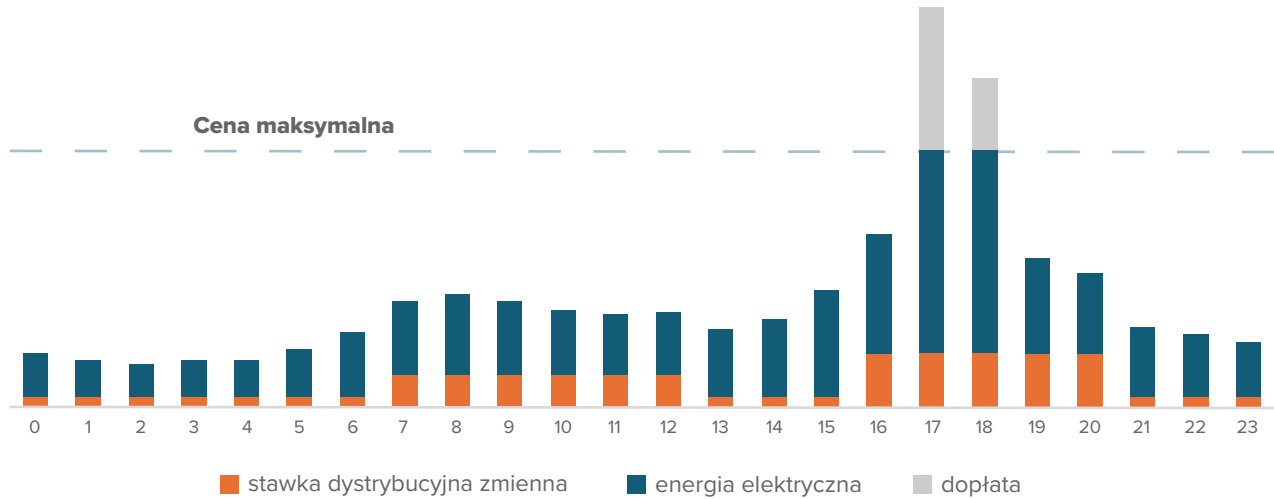
Z drugiej strony taryfa dynamiczna z pewnością niesie także ryzyko - w momentach wystąpienia bardzo małych rezerw mocy na rynku chwilowe ceny energii będą rosły w sposób skokowy. Z tego względu **rekomendujemy wprowadzenie godzinowej ceny maksymalnej**, która zredukuje ryzyko poniesienia nadmiernych kosztów, a tym samym zachęci więcej gospodarstw domowych do wybrania taryfy dynamicznej.

Taka cena maksymalna mogłaby być finansowana z przychodów z nadwyżki z kontraktów różnicowych dla źródeł odnawialnych. Docelowa wysokość ceny maksymalnej wymaga dookreślenia i przeprowadzenia odpowiedniej oceny skutków - z pewnością nie może być zbyt niska, jej zadaniem jest chronić odbiorców przed "kryzysowymi" poziomami cen a nie normalną zmiennością na rynku energii. Na poniższym rysunku ilustrujemy jej działanie. Aby zachować zachęty do elastycznego wykorzystania pomp ciepła, rozliczenie dokonywane powinno być ex-post jako rabat na miesięcznym rachunku za energię elektryczną.

<sup>10</sup>Ten efekt będzie przejściowy. W dłuższym okresie będą szeroko wykorzystywane technologie poprawiające elastyczność KSE, a jednocześnie zmniejszające różnice w cenach pomiędzy godzinami doby. Będą to magazyny energii, samochody elektryczne, magazyny ciepła, technologie wodorowe, sterowanie popytem.

## Rysunek 16

### Ilustracja taryfy dynamicznej z ceną maksymalną



Źródło: Opracowanie własne, ilustracyjnie.

Upowszechnienie pomp ciepła uwarunkowane jest długoterminową konkurencyjnością tej technologii wobec innych metod ogrzewania budynków. Powyższa analiza wskazuje wprawdzie, że koszt ogrzewania pompą ciepła jest obecnie atrakcyjny w stosunku do gazu, ale nie jest pewne, że podobna relacja cenowa utrzyma się na przestrzeni wielu lat.

Dlatego tak istotne jest prowadzenie konsekwentnej polityki i spójnej komunikacji ze strony rządu. Np. należy rzetelnie informować odbiorców o wprowadzeniu systemu EU ETS2, który od 2027 roku obciąży paliwa kopalne używane do ogrzewania ceną CO<sub>2</sub>. Wg [analiz Forum Energii](#), do 2035 roku koszt ogrzewania gazowego może wzrosnąć o ponad 80% (a koszt ogrzewania węglem o ponad 250%).

Jednocześnie, warto rozważyć wprowadzenie obniżonej stawki VAT (w Polsce jest to 23%) na energię elektryczną, do czego zachęca Komisja Europejska w planie [REPowerEU](#) od maja 2022<sup>12</sup>.

<sup>12</sup>Unijny plan odejścia od rosyjskich paliw kopalnych, opublikowany w maju 2022 roku, zachęca Państwa Członkowskie do stosowania obniżonej stawki VAT dla wszystkich działań obniżających zużycie energii.

## 6 Rekomendacje

Na podstawie naszej analizy przedstawiamy następujące rekomendacje:

### KOMUNIKACJA

**Polityka publiczna musi być oparta na rzetelnej komunikacji**, która będzie tworzyć zaufanie do decydentów i przygotuje społeczeństwo na nadchodzące zmiany. Należy informować o:

- » zaletach pomp ciepła w budynkach o dobrej charakterystyce energetycznej,
- » perspektywach udoskonalenia tej technologii i powiązanych systemów sterowania,
- » możliwościach elastycznej pracy pomp ciepła bez uszczerbku dla komfortu cieplnego i korzyściach dla systemu energetycznego,
- » korzyściach z dynamicznych taryf oraz sposobach ich najlepszego wykorzystania,
- » przewidywanym wzroście kosztów ogrzewania z wykorzystaniem paliw kopalnych, których ceny wzrosną w związku z wprowadzeniem EU ETS2.

### TARYFY NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Rekomendujemy, **aby jako pierwszy krok każde przedsiębiorstwo obrotu i dystrybucji oferowało taryfę trójstrefową, na wzór taryfy G13 Tauron**. Rozważyć należy jeszcze większe zróżnicowanie stawek pomiędzy strefami, co wzmocni bodziec do zarządzania poborem energii przez pompę ciepła.

Rekomendujemy także stworzenie **dopasowanej do pracy pomp ciepła taryfy dynamicznej**, w której stawka dystrybucyjna byłaby oparta o taryfę G13, a stawka za energię elektryczną byłaby zmienną ceną z rynku hurtowego energii elektrycznej. Aby zachęcić odbiorców do korzystania z tej taryfy, należy rozważyć wprowadzenie **godzinowego limitu cenowego**, finansowanego z przychodów z nadwyżki z kontraktów różnicowych dla źródeł odnawialnych.

### PROGRAMY DOTACYJNE

Rekomendujemy rewizję programów dotacyjnych takich jak “Czyste powietrze” czy “Moje ciepło” i zapewnienie, że **dofinansowane będą tylko elastycznie pracujące pompy ciepła z automatyką zarządzania poborem energii**. Taką zmianę trzeba zapowiedzieć z rocznym wyprzedzeniem, aby rynek producentów urządzeń mógł się odpowiednio dostosować do nowych wymogów.

We wszystkich programach dotacyjnych należy **wycofać dotacje do samodzielnych kotłów gazowych** najpóźniej od 1 stycznia 2025, zgodnie ze zrewidowaną dyrektywą EPBD oraz rozważyć **zwiększenie standardu efektywności energetycznej budynków** ze zróżnicowaniem pomiędzy nowe i istniejące budynki:

- » Dla istniejących budynków w programie “Czyste powietrze” wprowadzić standard efektywności energetycznej  $EU < 150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ ,
- » Dla nowych budynków w programie “Moje ciepło”, wprowadzić wyższy standard efektywności energetycznej, np.  $EU = 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ .

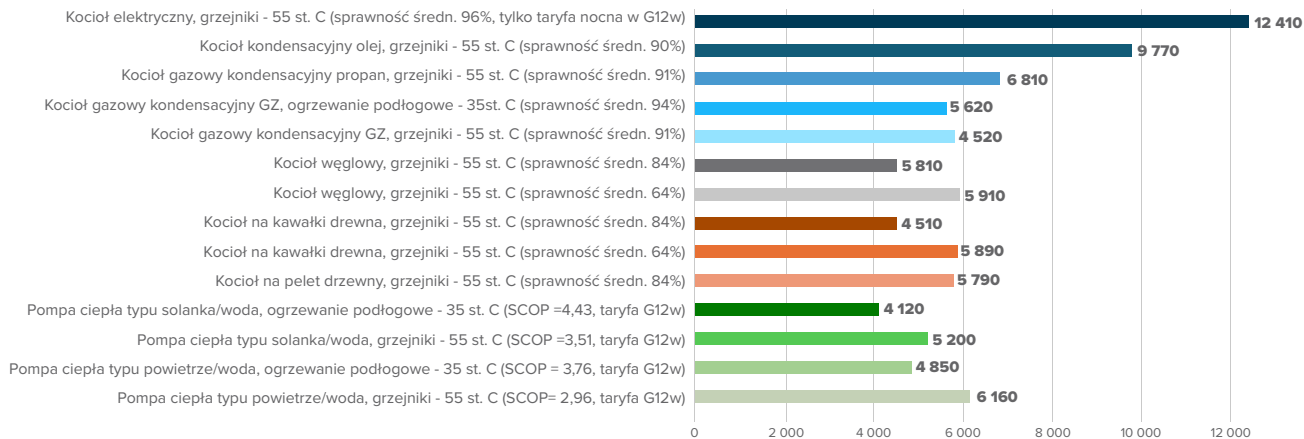
Obecnie stosowana zasada w programie “Czyste Powietrze”, że gospodarstwa domowe o niższych dochodach otrzymują bardziej atrakcyjną ofertę finansową, jest dobrym rozwiązaniem przeciwdziałania ubóstwu energetycznemu. W przypadku zaostrzenia kryteriów dofinansowania powinna być ona ponownie przeanalizowana i dostosowana do wyższych nakładów inwestycyjnych.

## PROGRAM BADAWCZY

Rekomendujemy przyjęcie długoterminowego programu badawczego finansowanego przez NCBiR lub NFOŚiGW, obejmującego szczegółową analizę porównawczą budynków o zróżnicowanych standardach efektywności energetycznej, z zastosowaniem różnych pomp ciepła, instalacji fotowoltaicznych i magazynów energii. Celem tego badania byłoby zrozumienie długoterminowych efektów stosowania nowoczesnych technologii ogrzewania oraz identyfikacja optymalnych rozwiązań dla przyszłego budownictwa energooszczędnego.

# Aneks nr 1 | Porównanie rocznego kosztu ogrzewania budynku w różnych technologiach grzewczych

Roczny koszt ogrzewania budynku o pow. 150 m<sup>2</sup> (w standardzie WT 2017 i EU-80 kWh/m<sup>2</sup>rok) oraz przygotowania c.w.u. (liczba osób: 4)



Źródło: [POBE](#)

Dane za I półrocze 2024, taryfa G12w obliczona jako średnia z taryf pięciu głównych dostawców. W kosztach energii elektrycznej dla pomp ciepła są uwzględnione także opłaty stałe.

## Aneks nr 2 | Opis standardów komunikacyjnych dla elastycznych pomp ciepła

Zasadniczo można wyróżnić dwa rodzaje zarządzania pompami ciepła. Pierwszym rodzajem jest zarządzanie zdalne przez operatora systemu dystrybucyjnego (stosowane np. w Niemczech czy Austrii, gdzie w zamian za zgodę na zdalne zarządzanie pracą pomp ciepła przez operatora w okresach zagrożenia stabilnej pracy sieci i przez z góry określony maksymalny okres, odbiorcy otrzymują niższą stawkę dystrybucyjną). Drugim rodzajem jest samodzielne zarządzanie pracą pomp ciepła przez odbiorcę poprzez systemy "smart home", które już stają się coraz bardziej dostępne i często przybierają postać prostej aplikacji w telefonie. Poniżej opisujemy dwa najczęściej stosowane standardy komunikacyjne dla pierwszego rodzaju (który może także służyć do współpracy z systemami "smart home"). Jednocześnie trzeba zauważyć, że większość uznanych producentów pomp ciepła już obecnie oferuje elastyczne (inteligentne) pompy ciepła, a w przyszłości będzie to z pewnością standard rynkowy.

### 1. STANDARD SG READY

Wiele firm produkujących pompy ciepła w UE zgodziło się na wspólny standard technicznej komunikacji dla pomp ciepła przyjaznych sieci i wprowadziło ważną w Niemczech, Austrii i Szwajcarii etykietę: "Smart-Grid-Ready" lub "SG Ready Smart Heat Pumps". Etykieta SG Ready jest przyznawana seriom pomp ciepła, których technologia sterowania umożliwia integrację poszczególnych pomp ciepła z siecią. Etykieta SG Ready pomaga zidentyfikować pompy ciepła, które mogą być sterowane za pomocą zdefiniowanego interfejsu w celu zarządzania obciążeniem dla korzyści sieci. Ten interfejs może być używany na przykład przez operatorów sieci dystrybucyjnej do sterowania pompą ciepła. Interfejs może być również używany do sterowania w celu osiągnięcia jak najwyższego własnego zużycia energii (autokonsumpcja) w połączeniu z instalacją fotowoltaiczną.

#### Techniczne działanie interfejsu SG Ready

Pompy ciepła, które są gotowe do Smart Grid, muszą posiadać regulator, który obsługuje cztery stany pracy:

- » Stan pracy 1 (1 stan przełączania, zaciski: 1:0): Ten stan operacyjny obejmuje maksymalnie 2 godziny "twardej" blokady pracy pompy ciepła.
- » Stan pracy 2 (1 stan przełączania, zaciski: 0:0): W tym stanie pompa ciepła pracuje w energooszczędnym trybie normalnym z częściowym napełnieniem magazynu ciepła na maksymalnie dwugodziną blokadę pracy.
- » Stan pracy 3 (1 stan przełączania, zaciski: 0:1): W tym stanie pompa ciepła pracuje w trybie wzmożonym dla ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Nie jest to definitywny rozkaz uruchomienia, ale zalecenie włączenia zgodnie z aktualnym wzrostem zapotrzebowania.
- » Stan pracy 4 (1 stan przełączania, zaciski: 1:1): Jest to definitywny rozkaz uruchomienia, o ile jest to możliwe w ramach ustawień regulacji. Dla tego stanu operacyjnego muszą być dostępne różne modele regulacji dla różnych modeli taryfowych i użytkowania:
  - » Wariant 1: Pompa ciepła (sprężarka) jest włączana.
  - » Wariant 2: Pompa ciepła (sprężarka i elektryczne ogrzewacze dodatkowe) jest włączana, opcjonalnie: wyższa temperatura w magazynach ciepła (buforach wody grzewczej i ciepłej wody).

Opcjonalnie temperatura pomieszczenia może być używana jako główny parametr do regulacji temperatur systemowych (temperatura zasilania lub powrotu). Blokada pompy ciepła przez termostat pokojowy w zależności od temperatury pomieszczenia nie jest wystarczająca.



## 2. STANDARD VHP READY

Termin "VHP Ready" (ang. Virtual Heat and Power Ready) odnosi się do standardu lub certyfikacji, która wskazuje, że urządzenie lub system, takie jak pompa ciepła, jest przygotowane do pracy w warunkach zmiennego obciążenia i może być efektywnie zarządzane przez system zarządzania energią, szczególnie w kontekście integracji z odnawialnymi źródłami energii (OZE) i inteligentnymi sieciami energetycznymi (smart grids). Chociaż "SG Ready" jest bardziej znanym terminem, "VHP Ready" może odnosić się do podobnych lub pokrewnych standardów, które koncentrują się na zdolności urządzeń do elastycznego reagowania na zmiany w dostawie i popycie na energię elektryczną, co jest kluczowe dla efektywnego włączenia OZE do systemu energetycznego.

Znak "VHP Ready" sugeruje, że pompa ciepła lub inne urządzenie może być zdalnie sterowane przez operatora sieci energetycznej lub system zarządzania energią w budynku, aby na przykład zwiększać swoje zużycie energii w momencie nadprodukcji energii z OZE lub ograniczać je, gdy energia jest droższa lub jej dostępność jest mniejsza.

Podobnie jak "SG Ready", "VHP Ready" ma na celu promowanie i ułatwienie integracji inteligentnych technologii z systemami energetycznymi, zwiększając efektywność energetyczną, wspierając stabilność sieci oraz umożliwiając bardziej zrównoważone wykorzystanie zasobów energetycznych poprzez lepsze wykorzystanie energii odnawialnej i optymalizację zarządzania popytem na energię.

Od stycznia 2025 r. w Niemczech jakiegokolwiek dotacje dla pomp ciepła będą przyznawane wyłącznie pompom ciepła spełniającym standard SG Ready albo VHP Ready.

# Aneks nr 3

## Szczegółowe założenia oraz wyniki analiz utrzymania komfortu cieplnego przy przerywanej pracy pompy ciepła typu powietrze/woda w zależności od standardu energetycznego budynku

### Tabela 1

Wyniki obliczeń w nowych budynkach EU 40, 55 kWh/m<sup>2</sup>/rok z ogrzewaniem podłogowym (30/25°C)

Budynek		EU40	EU55
Lokalizacja. (danke klimatyczne METEONORM)		Warszawa	Warszawa
Ogrzewania powierzchnia	m <sup>2</sup>	150,00	150,00
Zapotrzebowanie EU	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)	40,00	55,00
Rodzaj wentylacji		mech. z odzyskiem ciepła	mech. z odzyskiem ciepła
Odzysk ciepła (wentylacja z rekuperacją)	%	80,00	80,00
Temperatura dzienna/nocna	oC	20,00	20,00
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,40	0,40
Pojemność cieplna budynku (konstr. ciężka)	kJ/(m <sup>2</sup> •K)	1 000,00	1 000,00
<b>Instalacja przygotowania c.w.u.</b>			
Dzienne zapotrzebowanie c.w.u. (4. osoby)	l/dzień	160,00	160,00
Zadana temperatura c.w.u.	°C	50,00	50,00
Straty obiegu cyrkulacji c.w.u.	%	15,00	15,00
Profil poboru c.w.u.		L	L
Zasobnik c.w.u.	litry	200,00	200,00
<b>Instalacja centralnego ogrzewania</b>			
Rodzaj instalacji		podłogowe	podłogowe
Projektowe parametry instalacji	°C	30/25	30/25
Regulacja obiegu c.o.		wg Krzywej grzewczej	wg Krzywej grzewczej
Zasobnik wody grzewczej	litry	90,00	90,00
<b>Źródła ciepła</b>			
Podstawowe źródło ciepła		Pompa ciepła	Pompa ciepła
Rodzaj pompy ciepła	A/W	Powietrze/woda	Powietrze/woda
Efektywność dla 35 °C, klimat umiarkowany	wg UE nr 813/2013	175,00	175,00
Efektywność dla 55 °C, klimat umiarkowany	wg UE nr 813/2013	127,00	127,00
Moc cieplna w pp. A2/W35	KW	4,0	4,0
Współczynnik efektywności energ. (COP) w pp. A2/W35	-	4,0	4,0
Uzupełniające źródło ciepła		Grzałka	Grzałka
Tryb współpracy źródeł ciepła		Biwalentyny równoległy	Biwalentyny równoległy
Temperatura biwalencyjna	°C	-10,00	-10,00
<b>Wyniki obliczeń symulacyjnych</b>			
<b>Wariant 1</b>			
Moc cieplna uzupełniającego źródła ciepła (grzałki)	kW	1,00	2,00
Czas blokady pompy ciepła	h/dobę	0,00	0,00
Godziny blokady	h	brak	brak
Udział pracy grzałki elektrycznej w ciągu roku	%	0,86	1,56
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC	-	3,21	3,20
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC+G	-	3,13	3,07
Maksymalny spadek temperatury pomieszczenia	K	0,00	0,10
<b>Wariant 2</b>			
Moc cieplna uzupełniającego źródła ciepła (grzałki)	kW	2,00	2,00
Czas blokady pompy ciepła	h/dobę	4,00	4,00
Godziny blokady	h	11:00 do 13:00 oraz 18:00 do 20:00	11:00 do 13:00 oraz 18:00 do 20:00
Udział pracy grzałki elektrycznej w ciągu roku	%	2,16	2,16
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC	-	3,22	3,22
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC+G	-	3,11	3,11
Maksymalny spadek temperatury pomieszczenia	K	0,30	0,30

## Tabela 2

### Wyniki obliczeń w Istniejących budynkach EU 80, 120, 150 kWh/m<sup>2</sup> rok z ogrzewaniem grzejnikowym (55/45°C)

Budynek		EU80	EU120	EU150
Lokalizacja. (danke klimatyczne METEONORM)		Warszawa	Warszawa	Warszawa
Ogrzewania powierzchnia	m <sup>2</sup>	150,00	150,00	150,00
Zapotrzebowanie EU	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)	40,00	55,00	55,00
Rodzaj wentylacji		grawitacyjna	grawitacyjna	grawitacyjna
Odzysk ciepła (wentylacja z rekuperacją)	%	brak	brak	brak
Temperatura dzienna/nocna	oC	20,00	20,00	20,00
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,30	0,30	0,30
Pojemność cieplna budynku (konstr. ciężka)	kJ(m <sup>2</sup> •K)	1 000,00	1 000,00	1 000,00
<b>Instalacja przygotowania c.w.u.</b>				
Dzienne zapotrzebowanie c.w.u. (4. osoby)	l/dzień	160,00	160,00	160,00
Zadana temperatura c.w.u.	°C	50,00	50,00	50,00
Straty obiegu cyrkulacji c.w.u.	%	15,00	15,00	15,00
Profil poboru c.w.u.		L	L	L
Zasobnik c.w.u.	litry	200,00	200,00	200,00
<b>Instalacja centralnego ogrzewania</b>				
Rodzaj instalacji		podłogowe	podłogowe	podłogowe
Projektowe parametry instalacji	°C	55/45	55/45	55/45
Regulacja obiegu c.o.		wg Krzywej grzewczej	wg Krzywej grzewczej	wg Krzywej grzewczej
Zasobnik wody grzewczej	litry	90,00	90,00	90,00
<b>Źródła ciepła</b>				
Podstawowe źródło ciepła		Pompa ciepła	Pompa ciepła	Pompa ciepła
Rodzaj pompy ciepła	A/W	Powietrze/woda	Powietrze/woda	Powietrze/woda
Efektywność dla 35 °C, klimat umiarkowany	wg UE nr 813/2013	176,00	175,00	175,00
Efektywność dla 55 °C, klimat umiarkowany	wg UE nr 813/2013	129,00	130,00	130,00
Moc cieplna w pp. A2/W35	KW	5,0	7,0	7,0
Współczynnik efektywności energ. (COP) w pp. A2/W35	-	3,9	3,9	3,9
Uzupełniające źródło ciepła		Grzałka	Grzałka	Grzałka
Tryb współpracy źródeł ciepła		Biwalentny równoległy	Biwalentny równoległy	Biwalentny równoległy
Temperatura biwalencyjna	°C	-10,00	-10,00	-10,00
<b>Wyniki obliczeń symulacyjnych</b>				
Wariant 1				
Moc cieplna uzupełniającego źródła ciepła (grzałki)	kW	3,00	4,00	5,00
Czas blokady pompy ciepła	h/dobę	0,00	0,00	0,00
Godziny blokady	h	brak	brak	brak
Udział pracy grzałki elektrycznej w ciągu roku	%	1,53	1,59	1,80
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC	-	3,48	3,49	3,55
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC+G	-	3,33	3,34	3,37
Maksymalny spadek temperatury pomieszczenia	K	0,20	0,20	0,30
Wariant 2				
Moc cieplna uzupełniającego źródła ciepła (grzałki)	kW	3,00	4,00	5,00
Czas blokady pompy ciepła	h/dobę	4,00	4,00	4,00
Godziny blokady	h	11:00 do 13:00 oraz 18:00 do 20:00	11:00 do 13:00 oraz 18:00 do 20:00	11:00 do 13:00 oraz 18:00 do 20:00
Udział pracy grzałki elektrycznej w ciągu roku	%	1,58	1,36	1,78
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC	-	3,49	3,50	3,58
Roczny współczynnik efektywności energ. (SCOP) PC+G	-	3,33	3,34	3,40
Maksymalny spadek temperatury pomieszczenia	K	0,20	0,20	0,60

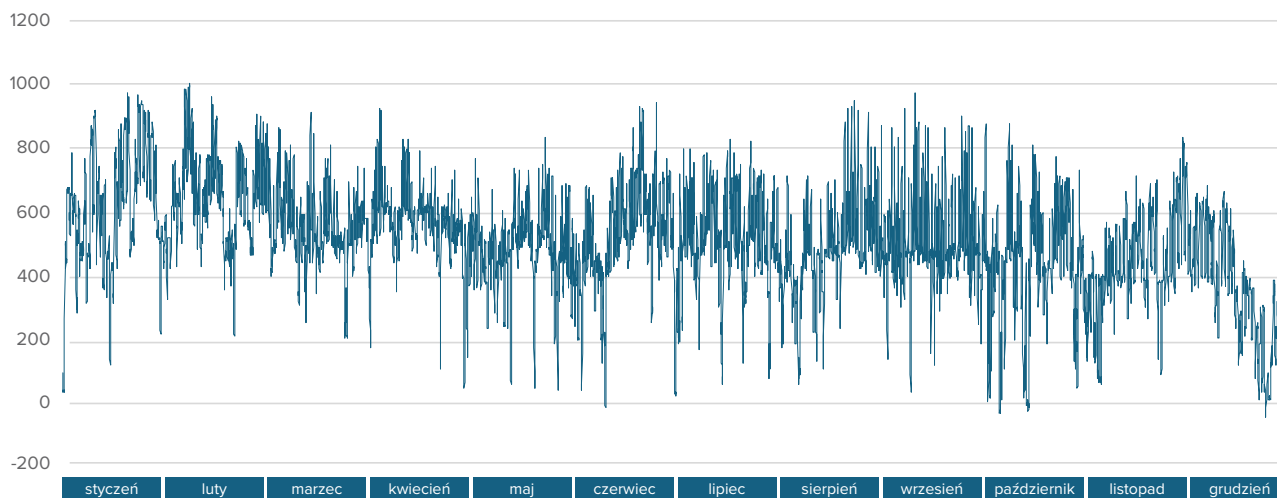
## Aneks nr 4 | Założenia przyjęte do analizy wariantów taryfowych z taryfą dynamiczną

Przyjęto następującą konstrukcję taryfy dynamicznej:

- » Naliczanie opłat za dystrybucję zgodnie z taryfą G13 plus VAT 23%
- » Naliczanie cen za energię elektryczną w interwale godzinowym wg notowań bieżących cen hurtowych na Towarowej Giełdzie Energii na rynku dnia następnego z roku 2023 zwiększonych o następujące składniki kosztowe:
  - » Akcyza – 5 zł/MWh lub wg obowiązujących stawek
  - » Nie jest naliczany koszt profilowania i bilansowania, ponieważ rozliczenie następuje w czasie rzeczywistym
  - » Nie są brane pod uwagę opłaty stałe (tzn. opłata handlowa), ponieważ ona i tak jest płacona przez odbiorcę ze względu na pobór energii na inne cele
  - » Koszty certyfikatów wg kontraktów terminowych na kolejny rok (tzn. stałe przez cały rok) - przyjmujemy do obliczeń 30zł
  - » Marża zysku limitowana do wysokości 15 zł/MWh
  - » VAT 23%

Na poniższym wykresie przedstawiamy godzinowe ceny na TGE w 2023 roku.

**Godzinowe hurtowe ceny energii elektrycznej w 2023 r., zł/MWh**

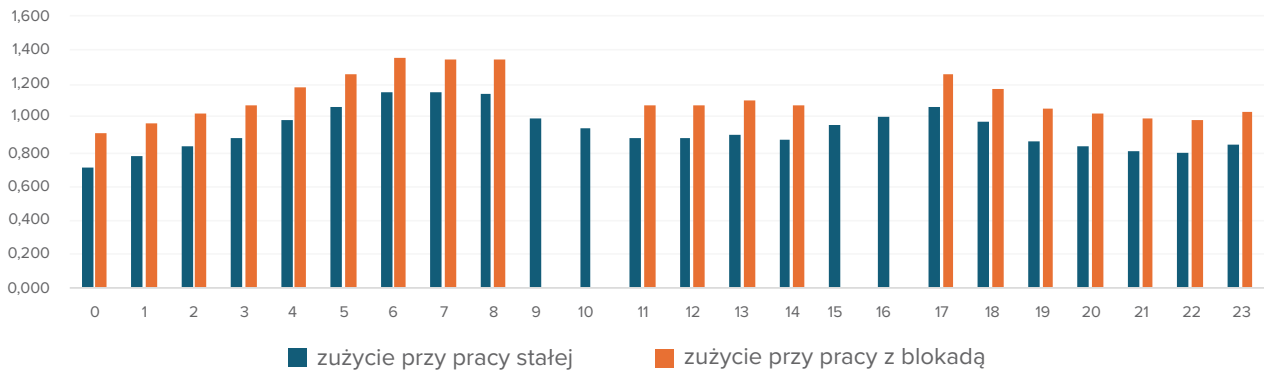


Źródło: TGE

Ocena opłacalności opiera się na obliczeniach dla rzeczywistych cen z giełdy energii z roku 2023. W pierwszym kroku został opracowany profil poboru energii elektrycznej dla pompy ciepła o SCOP = 3, zasilającej budynek 150 m<sup>2</sup> w standardzie EU80 kWh/(m<sup>2</sup>-rok), zamieszkiwany przez 4 osoby.

W drugim kroku profil ten został skorygowany w ten sposób, że w wybranych 4 godzinach doby pompa nie pobierała energii. W przypadku standardowej taryfy G13 odłączenia miały miejsce w godzinach 11.00-13.00 i 17.00-19.00; natomiast w przypadku taryfy dynamicznej - w godzinach o najwyższych cenach w danej dobie (dwa odłączenia po 2h). Niepobrana energia była uzupełniana w pozostałych 20 godzinach doby (rozkładana równomiernie) - co jest zilustrowane na rysunku poniżej. Suma zużycia energii w obu wariantach jest stała.

## Ilustracja zużycia energii przez pompę ciepła przy pracy stałej oraz przy pracy dynamicznej, kWh



Źródło: Analiza własna. Ilustracyjnie.

Jednym z ograniczeń przeprowadzonej analizy jest to, że w 2023 roku obowiązywała cena maksymalna za energię elektryczną dla gospodarstw domowych w wysokości 69,3 gr/kWh. Bez interwencji rządowej byłaby ona wyższa i bardziej zróżnicowana (np. pomiędzy taryfą G11 i G13 strefa dzień/noc).