Opracowanie IGSMiE PAN dla TAURON Ciepło sp. z o.o.

Jak mieszkańcy Europy ogrzewają swoje domy?

Lipiec 2026

Spis treści

WPROWADZENIE 3

1. CIEPŁOWNICTWO SYSTEMOWE – INFORMACJE OGÓLNE 5

2. ROZWÓJ CIEPŁOWNICTWA SYSTEMOWEGO 9

3. CIEPŁOWNICTWO SYSTEMOWE W UNII EUROPEJSKIEJ – STATYSTYKI 12

3.1 PRODUKCJA CIEPŁA SYSTEMOWEGO W UNII EUROPEJSKIEJ 12

3.2 STRUKTURA PRODUKCJI CIEPŁA SYSTEMOWEGO W UNII EUROPEJSKIEJ 13

3.3 DŁUGOŚĆ SIECI CIEPŁOWNICZYCH W UNII EUROPEJSKIEJ 14

4. ANALIZA CIEPŁOWNICTWA SYSTEMOWEGO W WYBRANYCH KRAJACH EUROPEJSKICH 16

5. WAKACYJNE KIERUNKI EUROPY – JAK OGRZEWAJĄ DOMY MIESZKAŃCY POŁUDNIA 33

6. TRANSFORMACJA POLSKIEGO CIEPŁOWNICTWA SYSTEMOWEGO 37

ZAŁĄCZNIK NR 1 39

Wprowadzenie

Głównym celem raportu jest przedstawienie kluczowych informacji dotyczących sektora ciepłownictwa systemowego w wybranych krajach europejskich. Sektor ten stanowi jeden z podstawowych filarów europejskiej energetyki, zapewniając dostawy ciepła do budynków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej oraz odbiorców przemysłowych. Wyniki analiz europejskich systemów ciepłowniczych, zwłaszcza tych charakteryzujących się wysokim udziałem odnawialnych źródeł energii, stanowią wartościowe źródło wiedzy wspierające opracowywanie kierunków transformacji ciepłownictwa systemowego w Polsce.

Obecnie sektor ten podlega intensywnym procesom transformacji energetycznej, których kierunki zostały wyznaczone w dokumentach strategicznych Unii Europejskiej. W *Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie efektywności energetycznej* (tzw. dyrektywa EED) określono cele dotyczące zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii oraz ciepła odpadowego w produkcji ciepła systemowego umożliwiające osiągnięcie statusu systemów efektywnych energetycznie. Jednocześnie *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r.* (tzw. dyrektywa RED III) wskazuje, że państwa członkowskie Unii Europejskiej powinny dążyć do zwiększania udziału energii ze źródeł odnawialnych oraz ciepła odpadowego w sektorze ciepłownictwa i chłodnictwa systemowego o średnio 2,2 punktu procentowego rocznie w latach 2021–2030. Ponadto *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków* (tzw. dyrektywa EPBD) wprowadza definicję budynku bezemisyjnego, zgodnie z którą jest to *budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej […], wymagający zerowej lub bardzo małej ilości energii, niewytwarzający na miejscu emisji dwutlenku węgla z paliw kopalnych i wytwarzający zerowe lub bardzo małe ilości operacyjnych emisji gazów cieplarnianych […].* Przepisy te mają istotne znaczenie dla sektora ciepłownictwa, ponieważ w znacznym stopniu będą determinować poziom zapotrzebowania na ciepło w budynkach oraz warunki rozwoju lokalnych rynków ciepła w procesie transformacji energetycznej.

Ze względu na to, że struktura sektora ciepłowniczego różni się znacząco w zależności od analizowanego państwa, poszczególne kraje realizują odmienne strategie transformacji, dostosowane do krajowych uwarunkowań technicznych i ekonomicznych.

Raport składa się z niniejszego wprowadzenia oraz sześciu zasadniczych rozdziałów.

W rozdziale pierwszym zdefiniowano koncepcję i charakterystykę sektora ciepłownictwa systemowego oraz wskazano jego zalety dla odbiorców. Rozdział drugi przedstawia historię

rozwoju sposobów ogrzewania budynków, począwszy od starożytności do czasów współczesnych. W rozdziale trzecim zawarto dane statystyczne dotyczące wielkości i struktury produkcji ciepła systemowego oraz długości sieci ciepłowniczych w krajach Unii Europejskiej.

W rozdziale czwartym szczególną uwagę poświęcono ciepłownictwu systemowemu w Polsce, Niemczech, Danii, Finlandii, Norwegii, Czechach, na Słowacji oraz na Litwie. Dla każdego z wyżej wymienionych krajów przedstawiono również ciekawostki obrazujące kreatywne koncepcje związane z ciepłem systemowym, które funkcjonują w tych państwach. W rozdziale piątym analizie poddano sposoby ogrzewania wykorzystywane w krajach będących popularnymi kierunkami wakacyjnymi, tj. w Grecji, we Włoszech oraz w Hiszpanii.

W rozdziale szóstym przedstawiono najważniejsze wyzwania związane z transformacją sektora ciepłownictwa systemowego w Polsce, który wyróżnia się na tle europejskim pod względem produkcji ciepła systemowego oraz długości sieci ciepłowniczych.

Integralnym elementem opracowania jest *Załącznik nr 1 – Źródła wykorzystane w opracowaniu*, w którym zawarto spis literatury wykorzystanej w raporcie.

1. Ciepłownictwo systemowe – informacje ogólne

2. Rozwój ciepłownictwa systemowego

3. Ciepłownictwo systemowe w Unii Europejskiej – statystyki



3.1 Produkcja ciepła systemowego w Unii Europejskiej

3.2 Struktura produkcji ciepła systemowego w Unii Europejskiej

3.3 Długość sieci ciepłowniczych w Unii Europejskiej

4. Analiza ciepłownictwa systemowego w wybranych krajach europejskich



5. Wakacyjne kierunki Europy – jak ogrzewają domy mieszkańcy południa



6. Transformacja polskiego ciepłownictwa systemowego

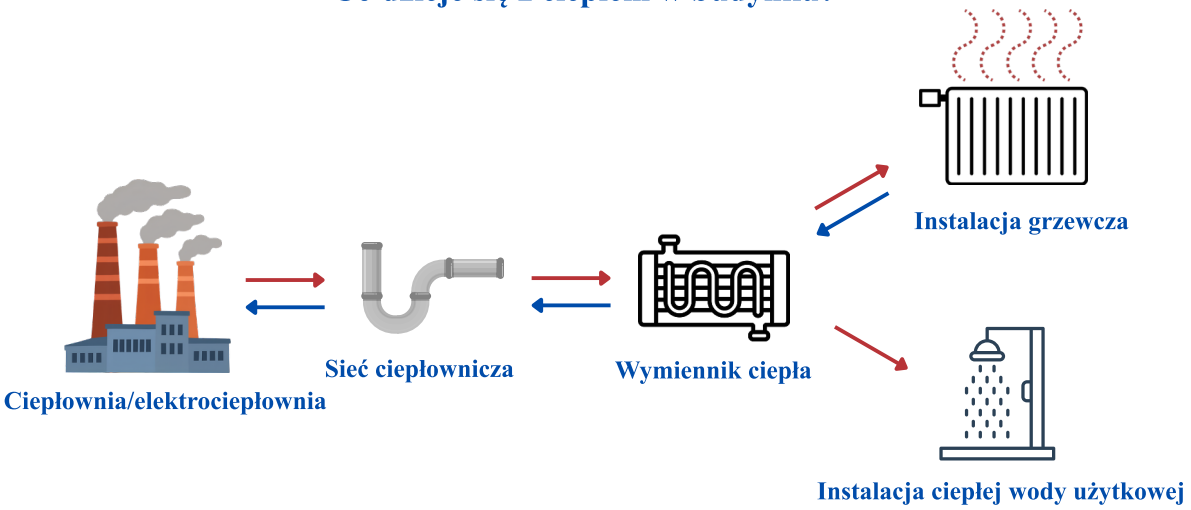
Rys. 1. Struktura raportu

1. Ciepłownictwo systemowe – informacje ogólne

Ciepłownictwo systemowe polega na ogrzewaniu wielu budynków ciepłem wytwarzanym w jednym lub kilku źródłach. Ten sposób ogrzewania można porównać do dużego, wspólnego systemu, który dostarcza ciepło do odbiorcy tak, jak wodociągi dostarczają wodę do domów. Dzięki temu budynki nie muszą mieć własnego pieca ani kotłowni. Źródłem ciepła może być ciepłownia albo elektrociepłownia.

Ciepłownia to zakład, którego głównym zadaniem jest wytwarzanie ciepła, natomiast w elektrociepłowni możliwe jest jednoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w procesie kogeneracji. W źródle ciepła podgrzewana jest woda, która staje się nośnikiem ciepła, co oznacza, że przenosi ciepło z jednego miejsca do drugiego. Podgrzana woda przepływa rurami, które są najczęściej ukryte pod ziemią, np. pod ulicami, chodnikami oraz trawnikami, i transportowana jest do wielu różnych budynków. Tam trafia do wymiennika ciepła, którego zadaniem jest przekazanie ciepła z gorącej wody sieciowej do instalacji grzewczej w budynku. Wymiennik działa więc jak łącznik między siecią ciepłowniczą a instalacją grzewczą w budynku. Po przekazaniu ciepła w wymienniku, woda z sieci ciepłowniczej jest chłodniejsza i wraca rurami do ciepłowni lub elektrociepłowni. Tam zostaje ponownie podgrzana i skierowana do sieci. Cały system działa więc jak duża pętla – gorąca woda sieciowa krąży pomiędzy źródłem ciepła a budynkami i za każdym razem przenosi ciepło tam, gdzie jest ono potrzebne, a woda w instalacji grzewczej budynku przepływa między wymiennikiem a kaloryferami, ogrzewając pomieszczenia. Woda z sieci ciepłowniczej przekazuje ciepło do wody krążącej w kaloryferach bez mieszania się z nią, co warunkuje bezpieczeństwo instalacji grzewczej budynku oraz jej pracę niezależną od głównej sieci ciepłowniczej. Oprócz wody nośnikiem ciepła może być również para wodna.

Co dzieje się z ciepłem w budynku?



Gorąca woda z ciepłowni lub elektrociepłowni dociera do wymiennika ciepła w budynku, gdzie ciepło zostaje przekazane do instalacji grzewczej oraz instalacji ciepłej wody użytkowej. Następnie schłodzona woda wraca rurami do ciepłowni, gdzie jest ponownie podgrzewana i zawracana do sieci.

Kaloryfery są tak zbudowane, aby oddawały ciepło do powietrza w pomieszczeniu. Gdy kaloryfer jest ciepły, ogrzewa powietrze wokół siebie. Ciepło może być przekazywane do pomieszczenia również za pośrednictwem ogrzewania podłogowego. W przypadku stosowania takiego rozwiązania, ciepło rozprowadzane jest za pomocą systemu rur znajdujących się pod podłogą, co pozwala na ogrzewanie lokalu od dołu.

Najważniejszą zaletą ciepłownictwa systemowego jest to, że ciepło nie musi powstawać osobno w każdym budynku, lecz może być produkowane w jednym lub kilku miejscach i dostarczane do wielu odbiorców.

Ciepłownictwo systemowe jest zatem korzystne dla mieszkańców, ponieważ nie muszą oni samodzielnie kupować, transportować i magazynować paliwa, rozpalać pieca ani usuwać popiołu. Dla miasta takie rozwiązanie również jest praktyczne, ponieważ łatwiej zarządzać jednym lub kilkoma źródłami ciepła niż wieloma małymi piecami rozproszonymi w różnych budynkach, co pozwala również obniżyć koszt dostarczania ciepła dzięki efektowi skali.


Rozproszone źródła ciepła
Kolektory słoneczne
Pompy ciepła
Przemysłowe ciepło odpadowe
Instalacje geotermalne
Lokalne ciepłownie i elektrociepłownie
Jednostki biomasowe
Ciepło z centrów danych
Lokalne instalacje termicznego przekształcania odpadów

Generacja	1G (1880–1930)	2G (1930–1980)	3G (1980–2020)	4G (2020–2050)
Nośniki energii/technologie	Magazyn pary wodnej Węgiel Odpady	Magazyn ciepła Węgiel – kogeneracja Olej – kogeneracja Węgiel Odpady	Magazyn ciepła Energia słoneczna Biomasa Ciepło odpadowe Biomasa – kogeneracja Odpady – kogeneracja Olej Gaz ziemny Węgiel – kogeneracja Olej – kogeneracja Węgiel Odpady	Pompa ciepła Biomasa – kogeneracja Biomasa Sezonowy magazyn ciepła Energia słoneczna Geotermia Energia elektryczna Magazyn ciepła Ciepło odpadowe Odpady – kogeneracja
Temperatura	<200°C	>100°C	<100°C	<50–60°C (70°C)

Źródło: Lund (2014)

2. Rozwój ciepłownictwa systemowego

Ludzie szukali sposobu na ogrzanie swoich domów już w dawnych czasach. Na początku wykorzystywano przede wszystkim ogień. Ciepło dawały ogniska, otwarte paleniska, piece i kominki. Były to proste rozwiązania, ale wymagające stałej obsługi. Trzeba było przygotować opał, rozpalić ogień, utrzymywać płomień i usuwać popiół.

Pierwsze rozwiązania przypominające centralne ogrzewanie pojawiły się już w starożytności. W rzymskich łaźniach i bogatszych domach stosowano system zwany *hypocaustum*, stanowiący rzymski system centralnego ogrzewania podłogowego. Ciepłe powietrze z paleniska przepływało pod podłogą i ogrzewało pomieszczenia od dołu. W średniowieczu i późniejszych czasach ogrzewano głównie pojedyncze budynki. W zamkach, klasztorach, pałacach i dużych domach używano kominków, pieców kaflowych oraz kanałów rozprowadzających ciepłe powietrze. Nadal jednak ciepło trzeba było wytwarzać osobno w każdym budynku.

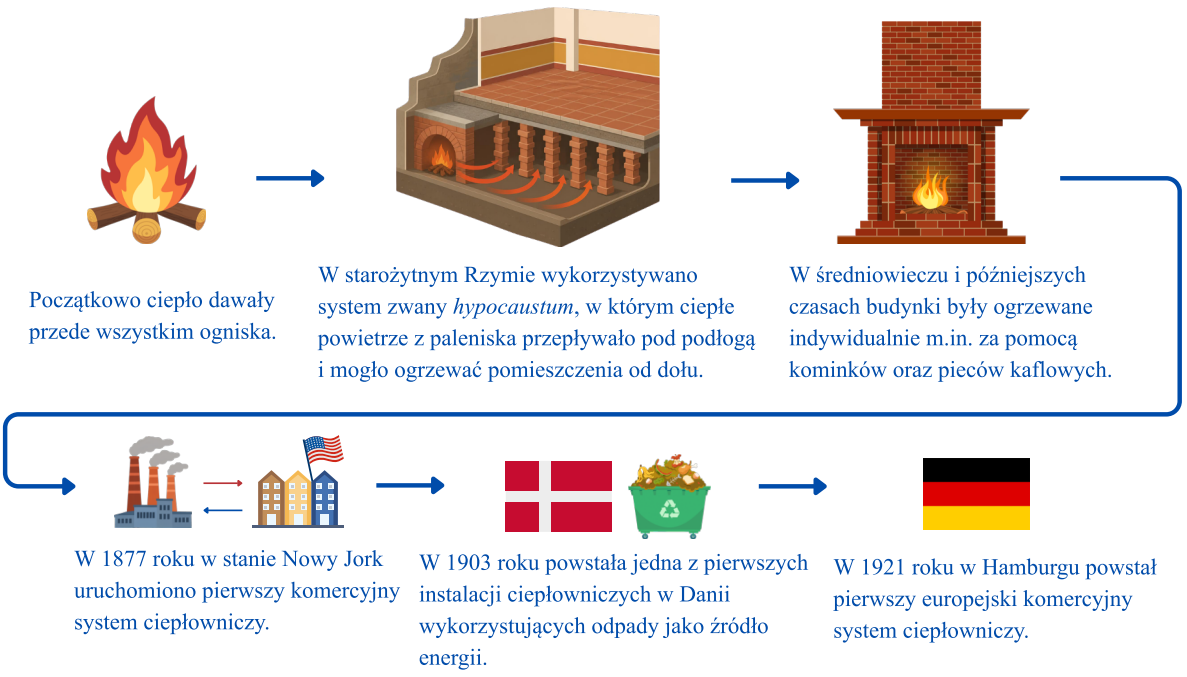
W XIX wieku powstawało coraz więcej fabryk, szkół i dużych budynków mieszkalnych. Ogrzewanie każdego z nich osobnym piecem było niepraktyczne, kosztowne i negatywnie wpływało na jakość powietrza. Zaczęto więc szukać rozwiązania, które pozwalałoby na wytwarzanie ciepła w jednym miejscu, a następnie przesyłanie go do wielu odbiorców.

Za początek nowoczesnego ciepłownictwa systemowego najczęściej uznaje się system uruchomiony w 1877 roku w Lockport w stanie Nowy Jork. W tym systemie para wodna była wytwarzana w źródle centralnym, a następnie przesyłana rurami do odbiorców. Był to pierwszy komercyjnie udany przykład takiego rozwiązania. W Europie nowoczesne ciepłownictwo systemowe zaczęło się rozwijać na początku XX wieku, przede wszystkim w szybko rosnących miastach w odpowiedzi na zwiększającą się liczbę budynków, zadymienie, wzrastające zużycie paliw kopalnych oraz powstawanie odpadów. Jednym z ważnych przykładów był Frederiksberg, znajdujący się koło Kopenhagi, gdzie w 1903 roku uruchomiono pierwszą duńską instalację ciepłowniczą wykorzystującą odpady jako źródło energii. Innym istotnym przykładem był także pierwszy europejski komercyjny system ciepłowniczy, który powstał w 1921 roku w Hamburgu.

Historia ciepłownictwa systemowego pokazuje, że ogrzewanie systemowe rozwijało się stopniowo. Dawniej do produkcji ciepła wykorzystywano głównie drewno oraz paliwa kopalne, takie jak węgiel, gaz ziemny oraz olej opałowy, które podczas spalania zanieczyszczają powietrze. Obecnie coraz częściej wykorzystuje się czystsze źródła energii, takie jak biomasa, energia geotermalna, energia słoneczna, ciepło odpadowe pochodzące z przemysłu lub

odzyskiwane z różnych procesów technologicznych. Ciepło odpadowe to ciepło, które powstaje przy okazji pracy fabryk, zakładów lub urządzeń.

Coraz częściej ciepło odpadowe stanowi również produkt uboczny cyfrowego świata. Każdy obejrzany w Internecie film, rozgrywka online i każde pytanie zadane sztucznej inteligencji uruchamiają tysiące serwerów w centrach danych. Serwery nagrzewają się podczas pracy, podobnie jak laptop, który po dłuższym użytkowaniu robi się ciepły, dlatego trzeba je stale chłodzić. Zamiast wypuszczać odebrane ciepło do atmosfery, można je przekazać do sieci ciepłowniczej. Tak dzieje się już w Danii, gdzie ciepło odpadowe z centrum danych w Odense ogrzewa ponad 12 tysięcy domów, a także w Finlandii, gdzie ciepło z dwóch centrów danych ma docelowo pokrywać około 40% zapotrzebowania na ciepło systemowe w Espoo i okolicznych gminach. Może się więc okazać, że kaloryfer w duńskim czy fińskim mieszkaniu jest ciepły również dzięki filmom oglądanym przez internautów z całego świata.



Początkowo ciepło dawały przede wszystkim ogniska.

W starożytnym Rzymie wykorzystywano system zwany *hypocaustum*, w którym ciepłe powietrze z paleniska przepływało pod podłogą i mogło ogrzewać pomieszczenia od dołu.

W średniowieczu i późniejszych czasach budynki były ogrzewane indywidualnie m.in. za pomocą kominków oraz pieców kaflowych.

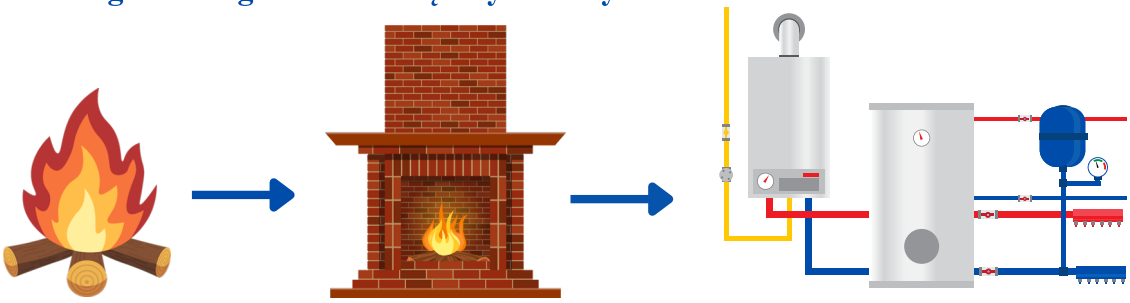
W 1877 roku w stanie Nowy Jork uruchomiono pierwszy komercyjny system ciepłowniczy.

W 1903 roku powstała jedna z pierwszych instalacji ciepłowniczych w Danii wykorzystujących odpady jako źródło energii.

W 1921 roku w Hamburgu powstał pierwszy europejski komercyjny system ciepłowniczy.

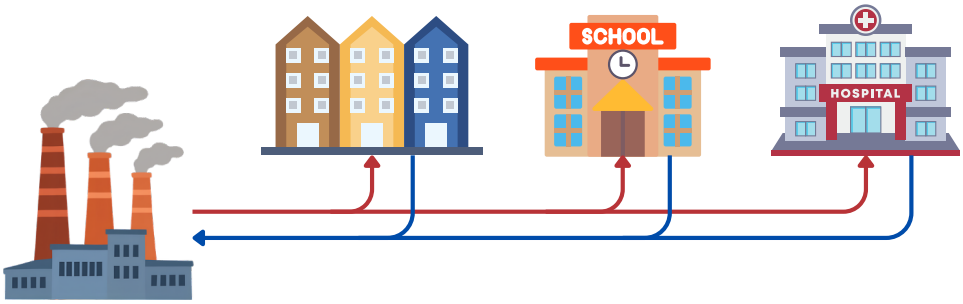
Czy wiesz, że... piec typu *hypocaustum* był wykorzystywany również na zamku w Malborku?

1. Od ognia do ogrzewania większych budynków



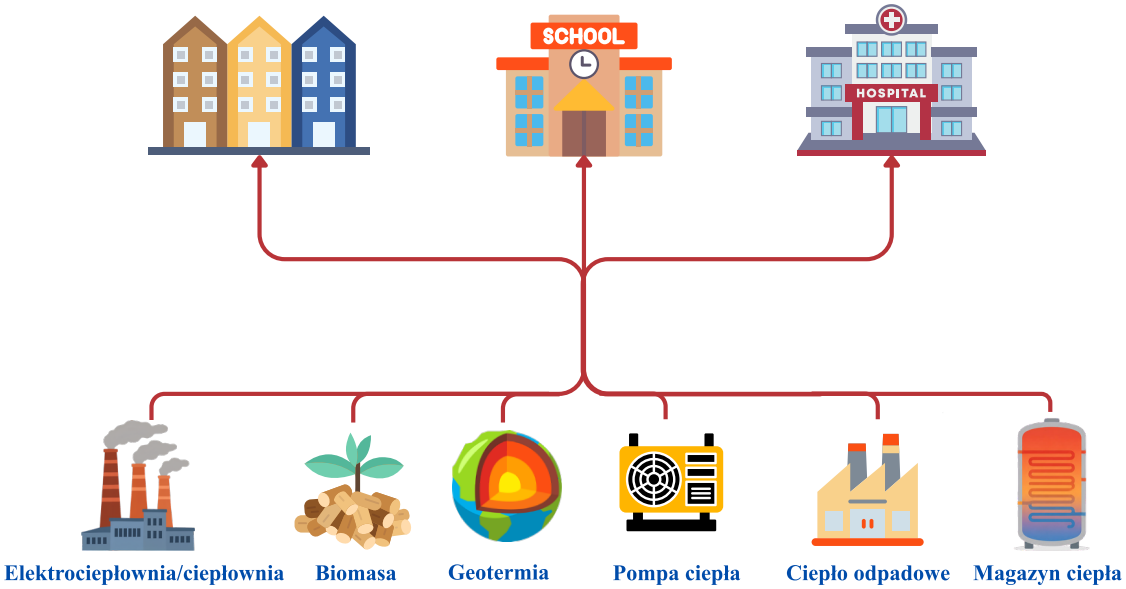
Lokalne źródła ciepła stopniowo zastępowano rozwiązaniami ogrzewającymi większe budynki.

2. Narodziny idei: jedno źródło ciepła dla wielu budynków



Ciepło zaczęto wytwarzać w jednym miejscu i przesyłać do wielu budynków.

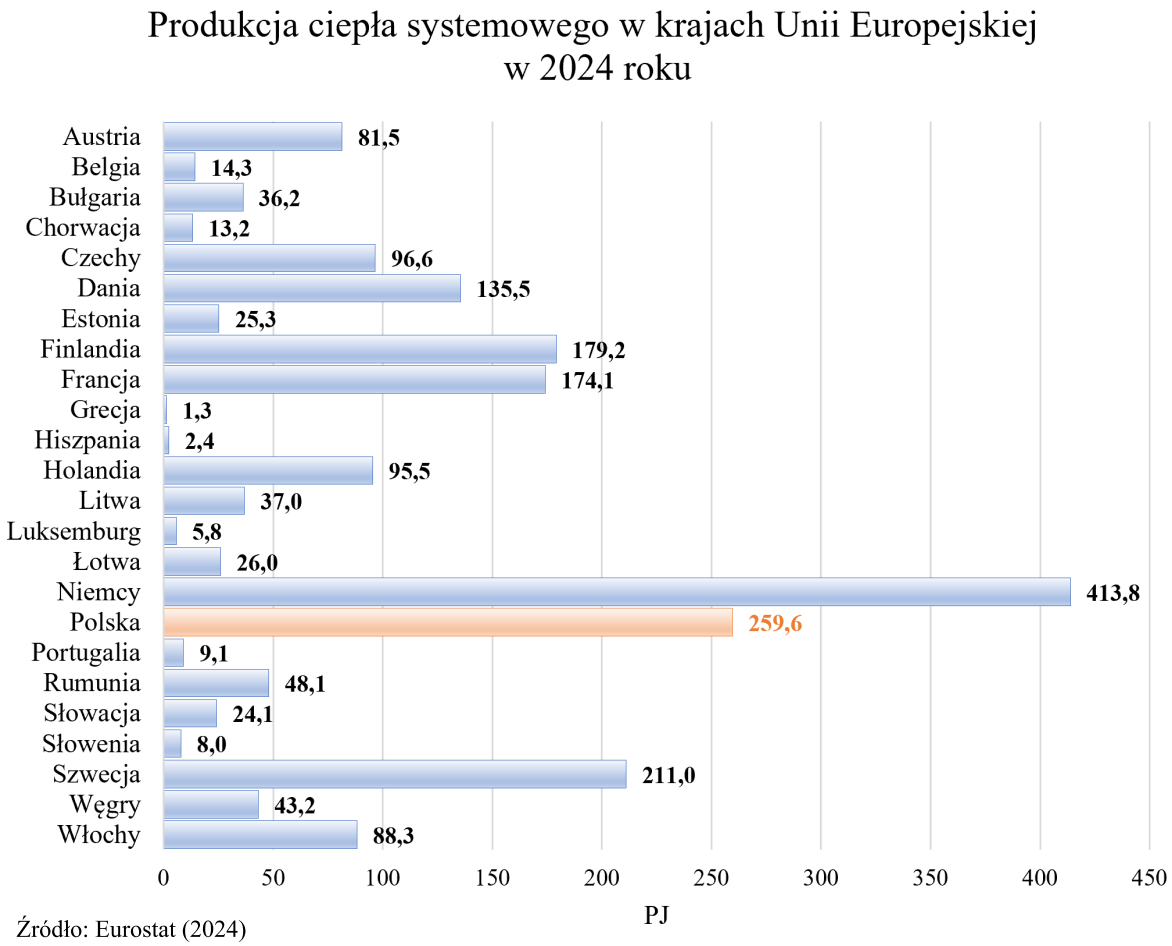
3. Współczesne ciepłownictwo systemowe



Obecnie ciepłownictwo systemowe może korzystać z wielu źródeł ciepła oraz magazynów ciepła.

3. Ciepłownictwo systemowe w Unii Europejskiej – statystyki

3.1 Produkcja ciepła systemowego w Unii Europejskiej

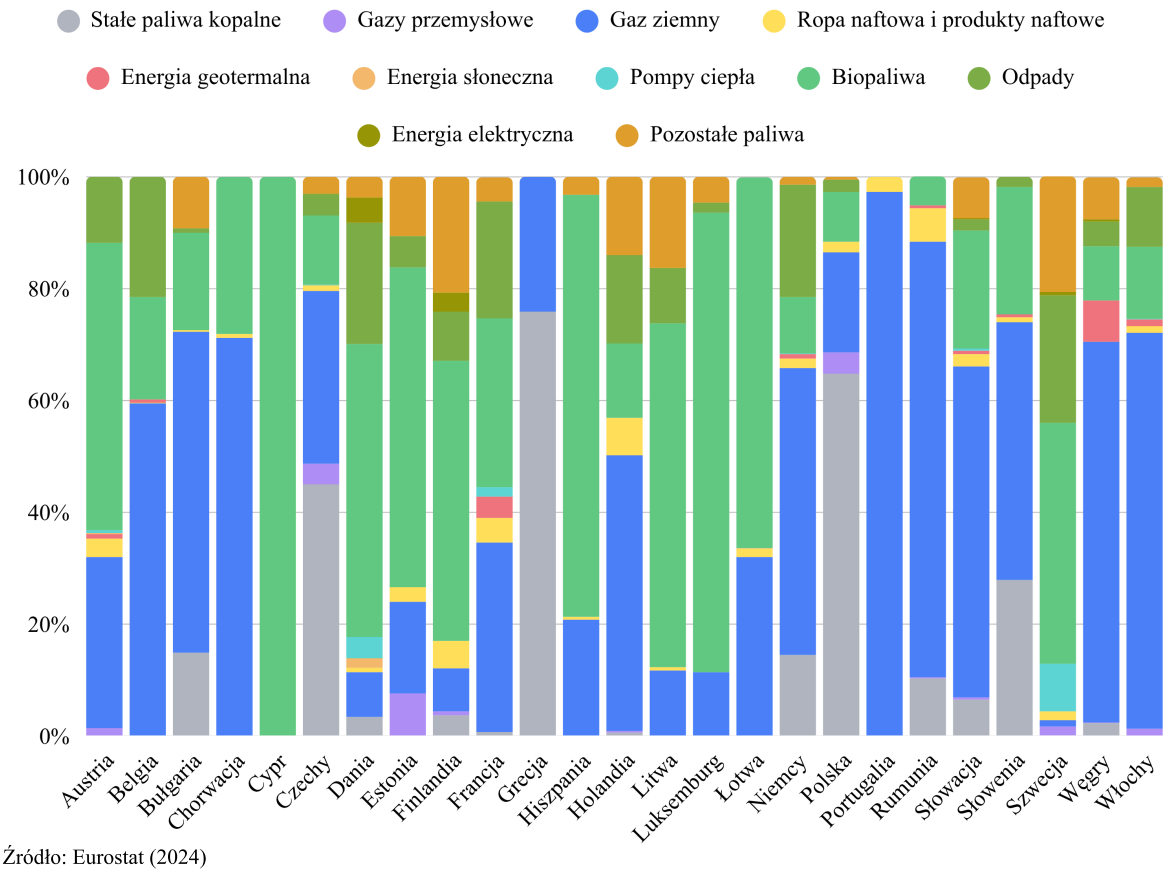


Źródło: Eurostat (2024)

Jak zaprezentowano na powyższym wykresie, w 2024 roku wśród krajów należących do Unii Europejskiej najwięcej ciepła systemowego zostało wyprodukowane w Niemczech oraz w Polsce. Do innych krajów o stosunkowo dużej produkcji ciepła systemowego należą: Szwecja, Finlandia, Francja oraz Dania. Natomiast kraje, w których ciepło systemowe ma mniejsze znaczenie, to przede wszystkim Grecja, Hiszpania, Luksemburg, Słowenia oraz Portugalia.

3.2 Struktura produkcji ciepła systemowego w Unii Europejskiej

Struktura produkcji ciepła systemowego w krajach Unii Europejskiej w 2024 roku



Źródło: Eurostat (2024)

Struktura produkcji ciepła systemowego w krajach należących do Unii Europejskiej jest wyraźnie zróżnicowana. Dominującymi nośnikami energii są gaz ziemny, biopaliwa oraz stałe paliwa kopalne.

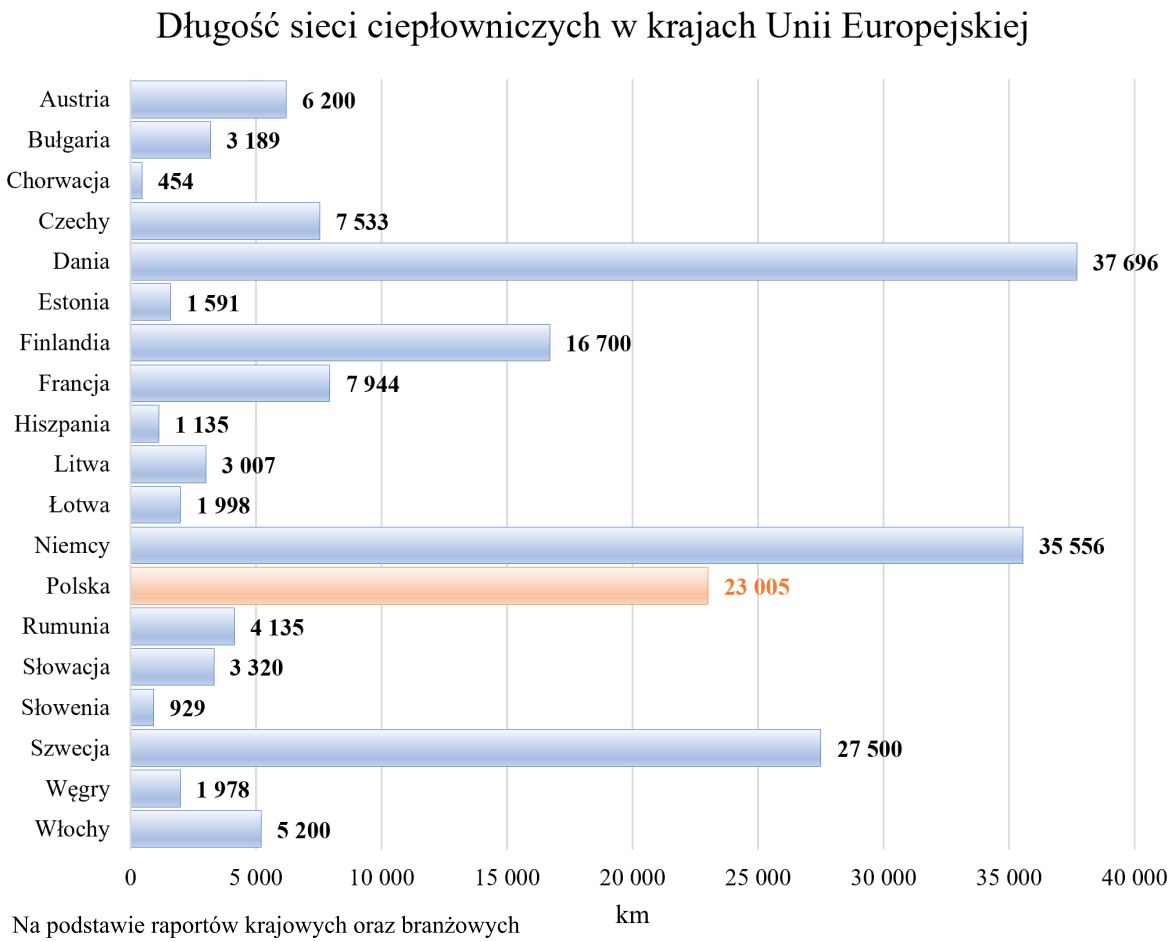
Do krajów, w których ciepło systemowe produkowane jest przede wszystkim z gazu ziemnego, należą: Portugalia (97,3%), Rumunia (77,9%), Chorwacja (71,2%) oraz Włochy (70,8%).

Szczególnie duże udziały biopaliw w produkcji ciepła systemowego w 2024 roku odnotowano na Cyprze (100,0%), w Luksemburgu (82,2%), Hiszpanii (75,5%), a także w krajach skandynawskich oraz bałtyckich, na których terenie występują duże zasoby biomasy. Należy jednak mieć na uwadze, że w przypadku Cypru wartość 100% odpowiada stosunkowo niewielkiej ilości ciepła systemowego (0,03 PJ), które jest wytwarzane w procesie kogeneracji w instalacjach biogazowych i biomasowych.

Natomiast stałe paliwa kopalne odgrywają dominującą rolę w produkcji ciepła systemowego w Grecji (75,9%), Polsce (64,8%), Czechach (45,0%) oraz Słowenii (27,9%).

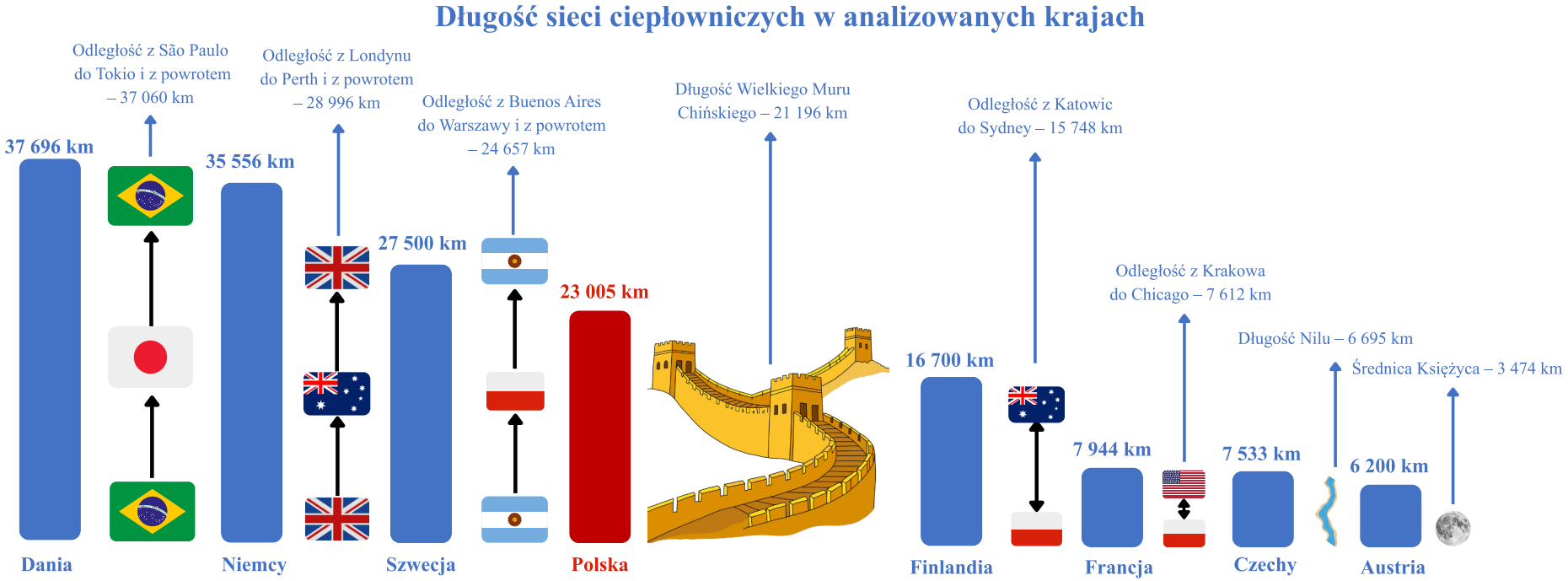
Widoczny jest zróżnicowany poziom zaawansowania transformacji energetycznej ciepłownictwa systemowego w krajach Unii Europejskiej. Polska znajduje się wśród krajów, w których wciąż duże znaczenie w wytwarzaniu ciepła systemowego mają paliwa kopalne, a udział biopaliw jest niższy od średniej dla krajów Unii Europejskiej, która wynosi 33,7%.

3.3 Długość sieci ciepłowniczych w Unii Europejskiej



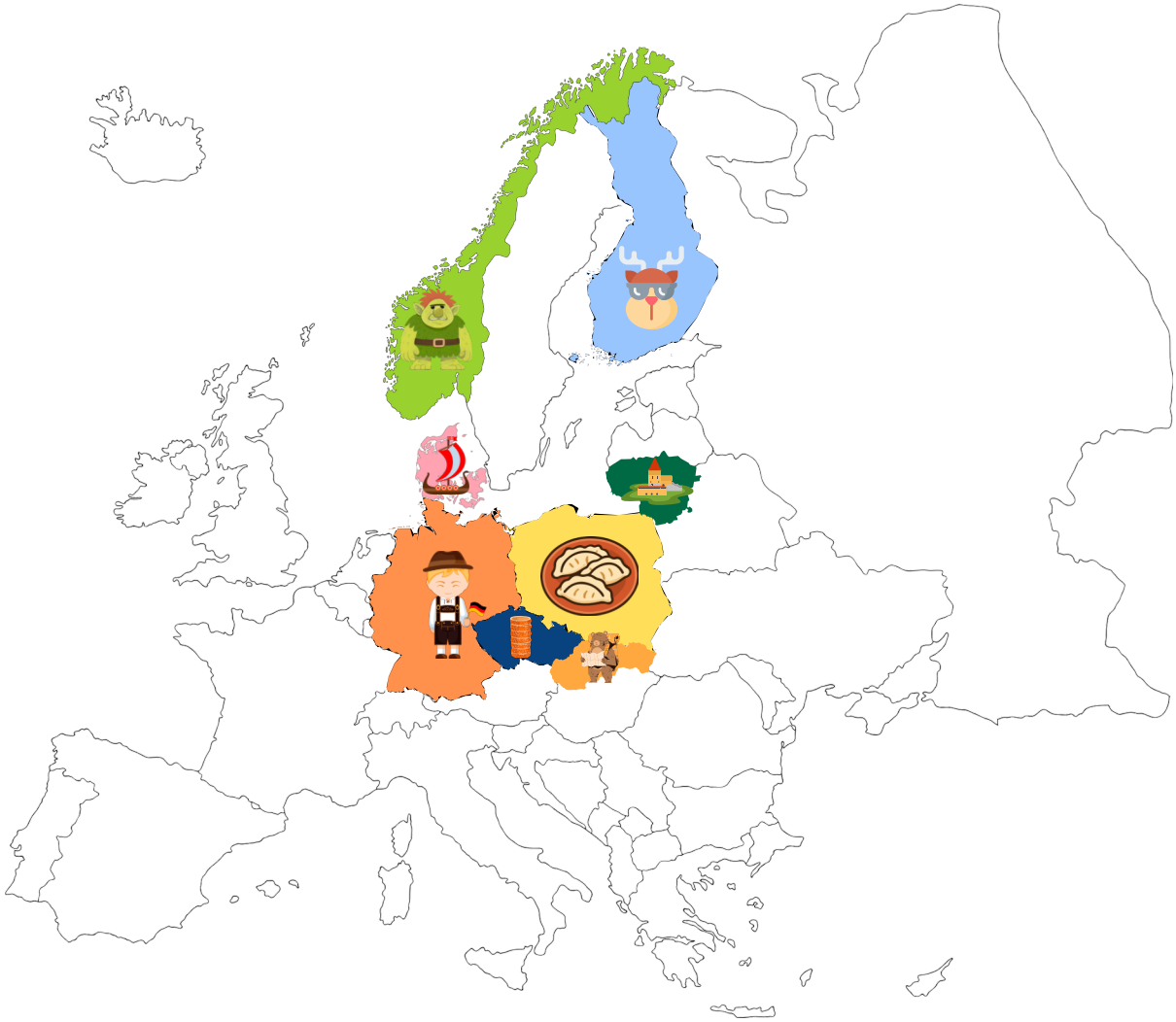
Na podstawie raportów krajowych oraz branżowych

Najdłuższe sieci ciepłownicze funkcjonują w Danii, Niemczech, Szwecji oraz Polsce. Oznacza to, że Polska należy do czołówki krajów pod względem długości sieci ciepłowniczych. Natomiast kraje, w których znajdują się najkrótsze sieci ciepłownicze, to Chorwacja, Słowenia, Hiszpania oraz Estonia.



Wśród analizowanych krajów najdłuższa sieć ciepłownicza funkcjonuje w Danii i jest porównywalna z odległością między São Paulo a Tokio i z powrotem. W Niemczech długość sieci ciepłowniczej jest ponad dwukrotnie większa niż odległość z Katowic do Sydney, a w Szwecji – ponad trzy razy dłuższa od odległości z Krakowa do Chicago. W analizowanym zestawieniu Polska zajmuje czwarte miejsce pod względem długości sieci ciepłowniczej, która jest porównywalna z długością Wielkiego Muru Chińskiego. Długość fińskiej sieci ciepłowniczej jest zbliżona do odległości z Katowic do Sydney, a francuskiej do dystansu między Krakowem a Chicago. Czeska sieć ciepłownicza jest nieco dłuższa od Nilu, a austriacka prawie dwukrotnie dłuższa od średnicy Księżyca.

4. Analiza ciepłownictwa systemowego w wybranych krajach europejskich



W dalszej części rozdziału przedstawiono kluczowe dane oraz ciekawostki dotyczące ciepłownictwa systemowego w Polsce, Niemczech, Danii, Finlandii, Norwegii, Czechach, na Słowacji oraz na Litwie. Dobór analizowanych państw wynika z ich zróżnicowanych uwarunkowań oraz modeli rozwoju sektora ciepłowniczego. Niemcy, Polska, Finlandia oraz Dania stanowią przykłady krajów, w których w 2024 roku produkcja ciepła systemowego osiągnęła jedne z najwyższych wartości w Unii Europejskiej.

Ponadto Litwa, Dania oraz Finlandia wyróżniają się wysokim udziałem odnawialnych źródeł energii w strukturze produkcji ciepła systemowego. Natomiast Czechy i Słowacja charakteryzują się strukturą sektora ciepłowniczego zbliżoną do polskiej. Norwegia stanowi przykład kraju o relatywnie niewielkiej produkcji ciepła systemowego, jednak istotną rolę w jej strukturze paliwowej odgrywają odpady komunalne wykorzystywane do produkcji ciepła.



Polska – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **259,6 PJ**
- Procent odbiorców: **52,2% gospodarstw domowych**
- Długość sieci: **23 005 km**
- Dominujący nośnik energii: **stałe paliwa kopalne (64,8%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **8,9% (biopaliwa)**
- Udział paliw kopalnych: **88,4% (stałe paliwa kopalne, gaz ziemny, gazy przemysłowe, ropa naftowa i produkty naftowe)**

Polska – czy wiesz, że...



...na terenie krakowskiej Ekospalarni odpadów znajdują się ule oraz oczko wodne stanowiące miejsce życia płazów i ryb?

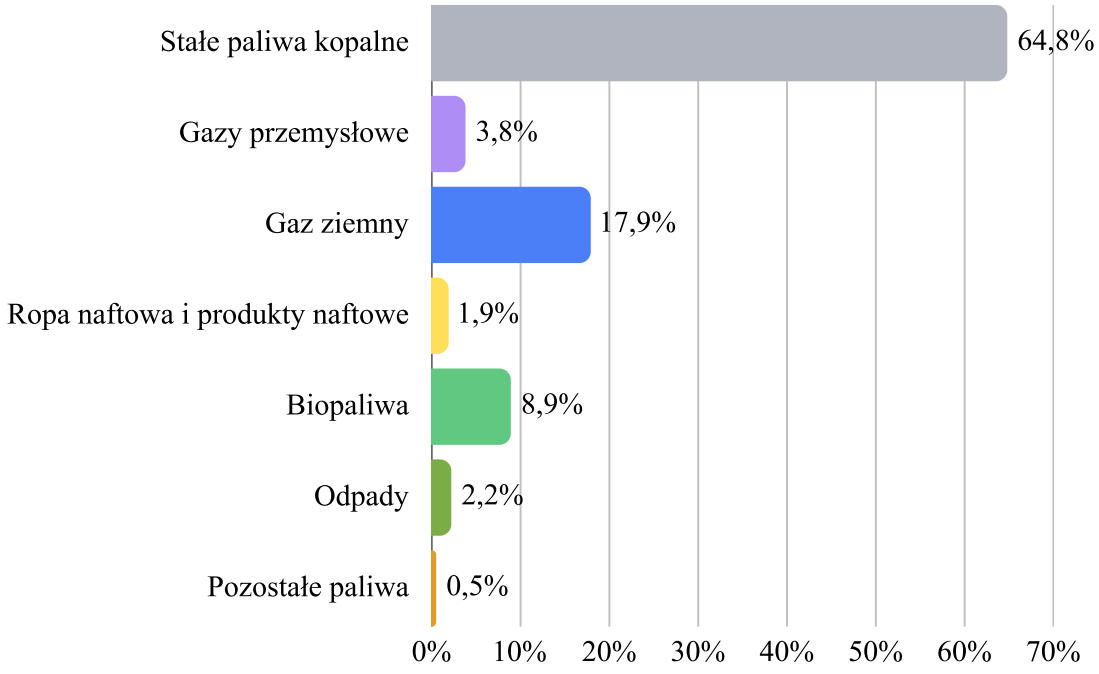


...w elektrociepłowni w Toruniu wykorzystywane są turbiny gazowe, które stanowią również elementy budowy samolotu Boeing 747?



...w Lidzbarku Warmińskim powstał największy w Polsce magazyn ciepła w postaci podziemnego zbiornika?

Polska znajduje się na drugim miejscu wśród krajów Unii Europejskiej pod względem produkcji ciepła systemowego, która w 2024 roku wyniosła 259,6 PJ. Z sieci ciepłowniczych korzysta około 52,2% gospodarstw domowych, a łączna długość tych sieci wynosi 23 tys. km. W 2024 roku najwięcej ciepła systemowego zostało wyprodukowane ze stałych paliw kopalnych, w tym węgla kamiennego, których udział kształtował się na poziomie 64,8% (Rys. 4.1). Mniejsze znaczenie miała produkcja ciepła z gazu ziemnego (17,9%). Pozostałymi nośnikami energii wykorzystanymi w 2024 roku do produkcji ciepła systemowego były: biopaliwa, gazy przemysłowe, ropa naftowa i produkty naftowe oraz odpady. W *Krajowym Planie w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. z perspektywą do 2040 r.* określono cel w zakresie ciepłownictwa systemowego, zgodnie z którym do około 2040 roku systemy ciepłownicze oraz źródła indywidualne o niskiej lub zerowej emisji będą pokrywać całkowite zapotrzebowanie na ciepło w różnych sektorach gospodarki.



Rys. 4.1 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Polsce w 2024 roku



Niemcy – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **413,8 PJ**
- Procent odbiorców: **15,5% gospodarstw domowych**
- Długość sieci: **35 556 km**
- Dominujący nośnik energii: **gaz ziemny (51,3%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **10,9% (biopaliwa, energia geotermalna)**
- Udział paliw kopalnych: **67,5% (stałe paliwa kopalne, gaz ziemny, ropa naftowa)**

Niemcy – czy wiesz, że...



...w Hamburgu dawny bunkier wojenny został przekształcony w zasilaną źródłami odnawialnymi elektrociepłownię z magazynem energii, na której dachu znajduje się kawiarnia?



...w Berlinie powstaje sieć ciepłownicza, która będzie zasilana ciepłem pochodzącym z serwerów centrów danych?

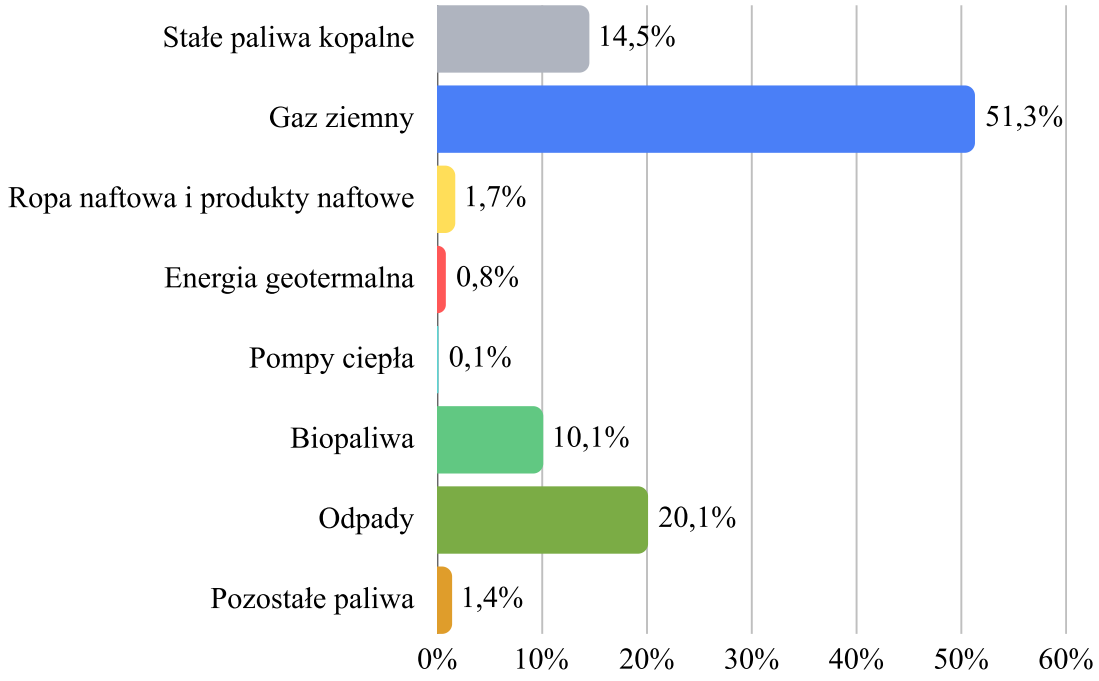


...na terenie dawnej fabryki Opla w Bochum powstaje instalacja ciepłownicza, która wkrótce będzie produkować ciepło wykorzystując energię zgromadzoną w wodzie kopalnianej?

Niemcy są jednym z największych wytwórców ciepła systemowego w Unii Europejskiej. Całkowita produkcja ciepła systemowego w Niemczech w 2024 roku wyniosła około 413,8 PJ, czyli o 59,4% więcej niż ilość wyprodukowanego ciepła systemowego w Polsce. W Niemczech około 15,5% gospodarstw domowych korzysta z ogrzewania systemowego, a łączna długość niemieckich sieci ciepłowniczych wynosi 35 556 km.

Ciepło systemowe w Niemczech produkowane jest przede wszystkim z gazu ziemnego, którego udział w produkcji ciepła wyniósł 51,3% w 2024 roku (Rys. 4.2). Ponadto około 14,5% wyprodukowanego ciepła pochodziło ze stałych paliw kopalnych. Pozostałe nośniki energii wykorzystywane do produkcji ciepła systemowego w Niemczech to odpady, biopaliwa, ropa naftowa i produkty naftowe oraz energia geotermalna.

Niemcy dążą do wyeliminowania emisji gazów cieplarnianych związanych z produkcją ciepła systemowego do 2045 roku. Aby osiągnąć ten cel, prowadzone są programy finansowania, które wspierają budowę nowych sieci ciepłowniczych, dostarczających ciepło ze źródeł odnawialnych, a także modernizację istniejących sieci ciepłowniczych w celu zwiększenia wykorzystania energii odnawialnej oraz ciepła odpadowego.



Rys. 4.2 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Niemczech w 2024 roku



Dania – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **135,5 PJ**
- Procent odbiorców: **70,0% gospodarstw domowych**
- Długość sieci: **37 696 km**
- Dominujący nośnik energii: **biopaliwa (52,4%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **54,1% (biopaliwa, energia słoneczna)**
- Udział paliw kopalnych: **12,2% (gaz ziemny, stałe paliwa kopalne, ropa naftowa i produkty naftowe)**

Dania – czy wiesz, że...



...na dachu jednej z kopenhaskich elektrociepłowni, będącej również spalarnią odpadów, można jeździć na nartach?



...w Odense realizowany jest projekt umożliwiający zasilanie sieci ciepłowniczych ciepłem odpadowym pochodzącym z centrów danych firmy Meta, która jest właścicielem Facebooka, Instagrama czy WhatsAppa?

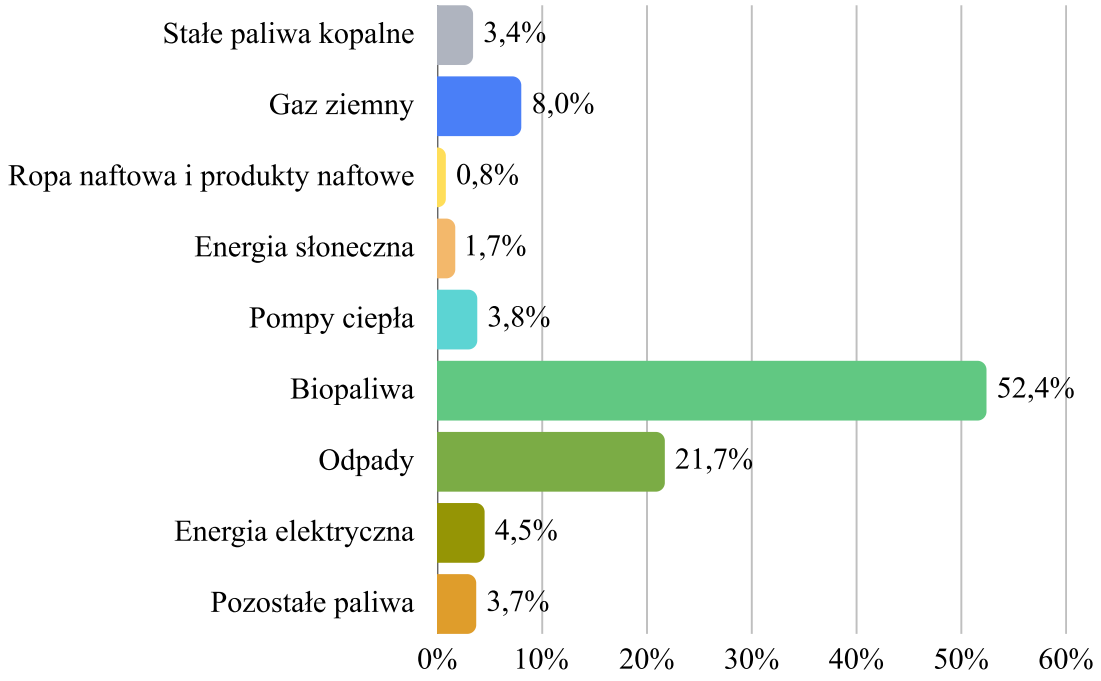


...w Esbjergu część ciepła systemowego dostarczana jest z Morza Północnego za pomocą pompy ciepła?

Duńskie systemy ciepłownicze charakteryzują się dominującym udziałem odnawialnych źródeł energii w produkcji ciepła systemowego, co wyróżnia je na tle systemów ciepłowniczych występujących w pozostałych krajach europejskich. Ponadto Dania należy do krajów o największej produkcji ciepła systemowego, która w 2024 roku wyniosła 135,5 PJ, co przy znacznie mniejszej liczbie ludności stanowi wynik o zaledwie 48,0% niższy niż w Polsce. Obecnie około 70,0% gospodarstw domowych w Danii jest podłączonych do sieci ciepłowniczych, których łączna długość wynosi 37 696 km.

Na Rys. 4.3 przedstawiono udział poszczególnych nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Danii w 2024 roku. Najwięcej ciepła systemowego wyprodukowano z biopaliw (52,4%), a najmniej z ropy naftowej i produktów naftowych (0,8%). Pozostałymi nośnikami energii wykorzystanymi do produkcji ciepła systemowego były: odpady, gaz ziemny, energia elektryczna, stałe paliwa kopalne oraz energia słoneczna. Do produkcji ciepła systemowego wykorzystywano również pompy ciepła.

Rząd duński planuje, aby do 2030 roku co najmniej 90% ciepła systemowego pochodziło ze źródeł energii innych niż węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny.



Rys. 4.3 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Danii w 2024 roku



Finlandia – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **179,2 PJ**
- Procent odbiorców: **54,0% mieszkańców**
- Długość sieci: **16 700 km**
- Dominujący nośnik energii: **biopaliwa (50,1%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **50,1% (biopaliwa)**
- Udział paliw kopalnych: **17,0% (gaz ziemny, ropa naftowa i produkty naftowe, stałe paliwa kopalne, gazy przemysłowe)**

Finlandia – czy wiesz, że...



...w Leppävirta ciepło pochodzące z chłodzenia lodowiska oraz hali narciarskiej zasila sieć ciepłowniczą?



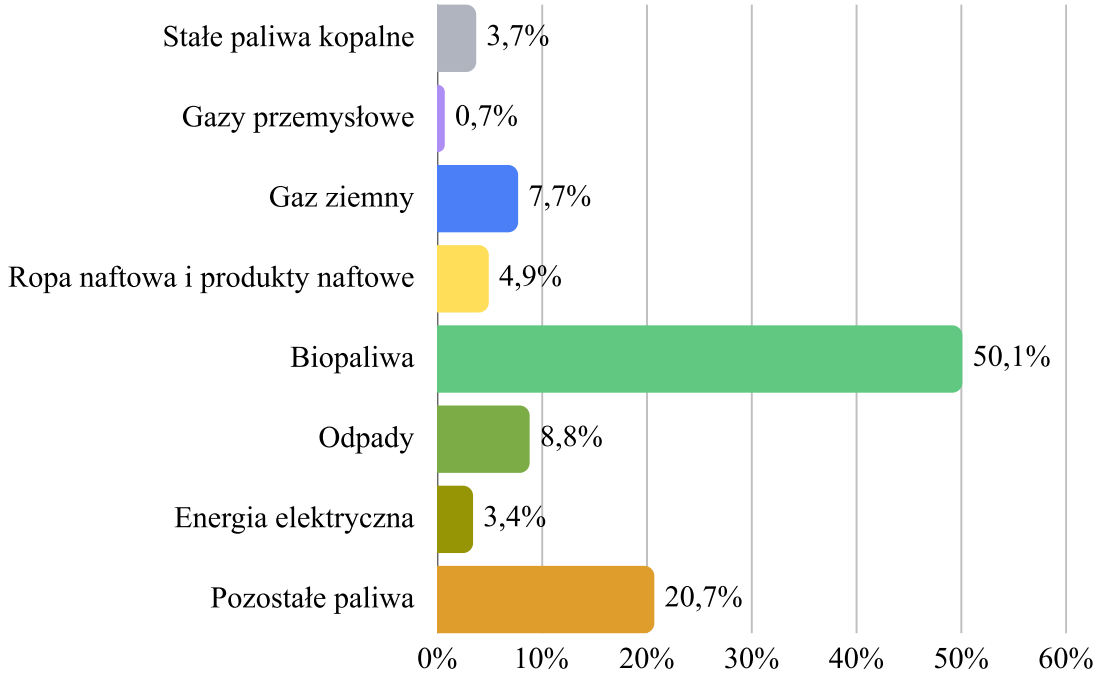
...w Pornainen funkcjonuje magazyn ciepła, który nazywany jest największą na świecie Piaskową Baterią?



...w Helsinkach dawne kawerny olejowe przekształcono w magazyny ciepła wykorzystywane przez sieć ciepłowniczą?

Finlandia, podobnie jak Niemcy i Dania, należy do czołówki państw pod względem produkcji ciepła systemowego. W 2024 roku w Finlandii wyprodukowano łącznie 179,2 PJ ciepła systemowego, czyli około 31,0% mniej niż w Polsce. Obecnie 54,0% mieszkańców Finlandii jest podłączonych do sieci ciepłowniczych, a ich całkowita długość wynosi 16 700 km.

Na Rys. 4.4 przedstawiono udziały poszczególnych nośników energii w produkcji ciepła systemowego w 2024 roku. Głównym wykorzystywanym nośnikiem energii były biopaliwa (50,1%), wśród których największe znaczenie miało drewno opałowe oraz pozostałości drewna przemysłowego. Ciepło produkowano również z odpadów, gazu ziemnego, ropy naftowej i produktów naftowych, węgla, energii elektrycznej oraz gazów przemysłowych. Odchodzenie od paliw kopalnych w Finlandii znajduje się na zaawansowanym poziomie, a w przyszłości planowany jest rozwój technologii magazynowania ciepła oraz wykorzystywania ciepła odpadowego.



Rys. 4.4 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Finlandii w 2024 roku



Norwegia – ciepłownictwo systemowe

- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **31,4 PJ**
- Procent odbiorców: **11,3% gospodarstw domowych**
- Długość sieci: **2 327 km**
- Dominujący nośnik energii: **odpady (33,7%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **27,2% (biopaliwa)**
- Udział paliw kopalnych: **3,7% (ropa naftowa i produkty naftowe, gaz ziemny)**



Norwegia – czy wiesz, że...



...w Oslo sieć ciepłownicza zapewnia ogrzewanie boisk do piłki nożnej w okresie zimowym?



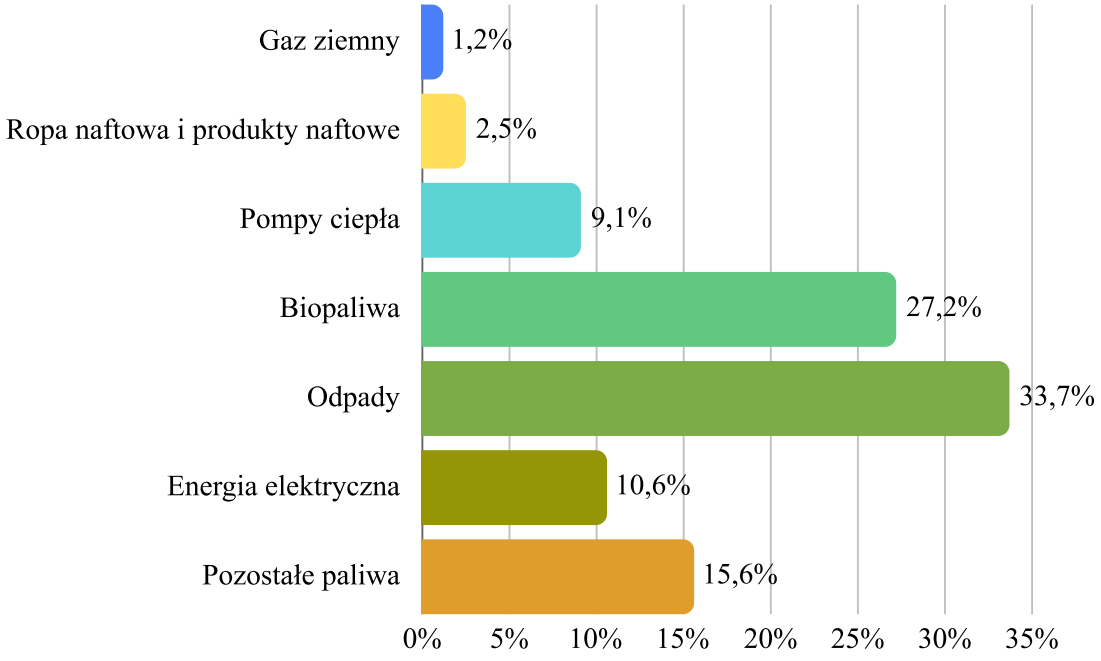
...do produkcji ciepła systemowego w Oslo wykorzystywane są pompy ciepła odbierające ciepło ze ścieków?



...w Drammen wykorzystywane są pompy ciepła, które pobierają wodę z fiordu?

W Norwegii produkcja ciepła systemowego jest wyraźnie niższa niż w Niemczech, Danii, Finlandii i Polsce. W 2024 roku w Norwegii wyprodukowano 31,4 PJ ciepła systemowego, czyli o około 88,0% mniej niż w Polsce. Liczba gospodarstw domowych podłączonych do systemów ciepłowniczych wynosi 300 000, czyli 11,3% wszystkich gospodarstw domowych, a łączna długość sieci ciepłowniczych jest równa 2 327 km.

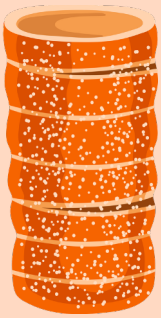
W 2024 roku najwięcej ciepła wyprodukowano z odpadów, których udział wyniósł 33,7% (Rys. 4.5). Znaczny udział miały również biopaliwa (27,2%). Do pozostałych nośników energii należały: energia elektryczna, ropa naftowa i produkty naftowe oraz gaz ziemny. Ciepło systemowe było produkowane również z wykorzystaniem pomp ciepła. Podobnie jak w przypadku Finlandii, Norwegia prowadzi działania mające na celu rozwój wykorzystywania ciepła odpadowego.



Rys. 4.5 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Norwegii w 2024 roku



Czechy – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **96,6 PJ**
- Procent odbiorców: **40,0% mieszkańców**
- Długość sieci: **7 533 km**
- Dominujący nośnik energii: **stałe paliwa kopalne (45,0%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **12,4% (biopaliwa)**
- Udział paliw kopalnych: **80,6% (stałe paliwa kopalne, gaz ziemny, gazy przemysłowe, ropa naftowa i produkty naftowe)**

Czechy – czy wiesz, że...



...na kominie ciepłowni w Vráto zamontowano budkę dla sokołów wędrownych, które co roku tam przybywają i opiekują się swoimi pisklętami?



...teren dawnej ciepłowni w Czeskich Budziejowicach ma zostać przekształcony w Park Energetyczny, na którego terenie mają znajdować się m.in. centrum edukacyjne, technologiczne oraz rozrywkowe?

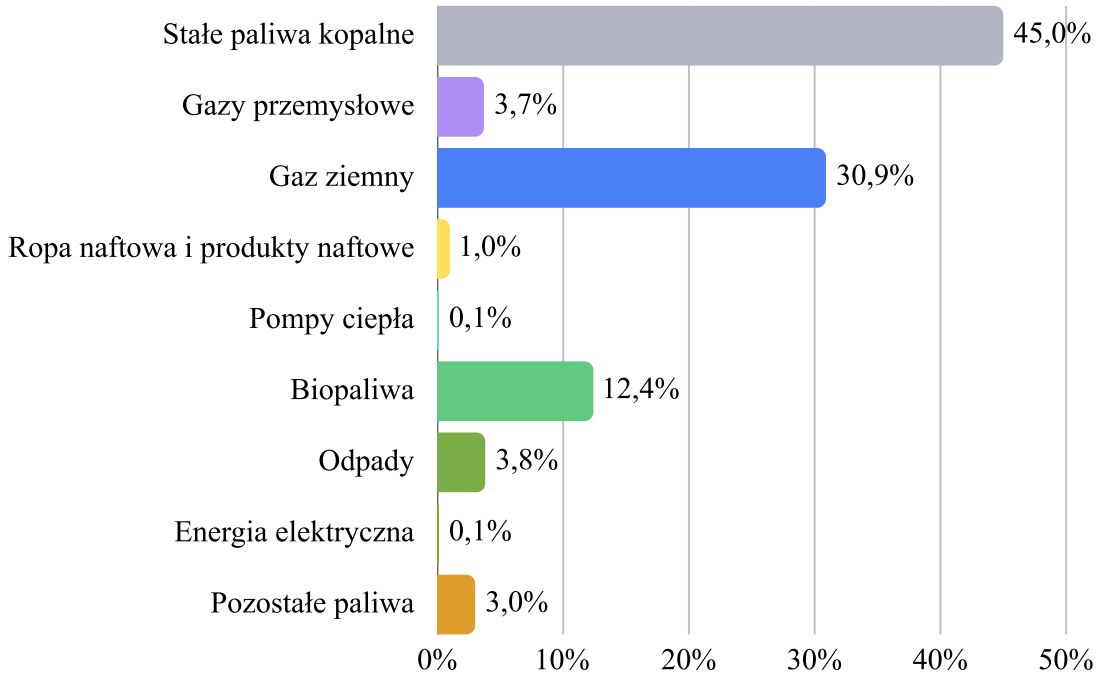


...po okresie świątecznym część choinek z praskich domów wykorzystywana jest jako paliwo do produkcji ciepła systemowego?

Czechy charakteryzują się znaczącą produkcją ciepła systemowego na tle innych krajów Unii Europejskiej. W 2024 roku produkcja ciepła systemowego wyniosła 96,6 PJ, co stanowi wartość o 63,0% mniejszą od ilości ciepła systemowego wytworzonego w Polsce. Z ogrzewania systemowego korzysta około 4 mln mieszkańców Czech, czyli 40,0% ludności kraju. Łączna długość czeskich sieci ciepłowniczych wynosi około 7 533 km, z czego 6 248 km to sieci wodne, a 1 285 km to sieci parowe.

W 2024 roku 45,0% ciepła systemowego w Czechach pochodziło ze stałych paliw kopalnych, a 30,9% z gazu ziemnego (Rys. 4.6). Udział biopaliw w produkcji ciepła systemowego kształtował się na poziomie 12,4%. Ponadto ciepło systemowe wytwarzano również z odpadów, gazów przemysłowych, ropy naftowej i produktów naftowych oraz energii elektrycznej. Około 0,1% ciepła systemowego wyprodukowano przy użyciu pomp ciepła.

Rząd czeski określił cel dla sektora ciepłownictwa, zgodnie z którym ciepłownie zaprzestaną wykorzystywania węgla do 2033 roku.



Rys. 4.6 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego w Czechach w 2024 roku



Słowacja – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **24,1 PJ**
- Procent odbiorców: **35,0% mieszkańców**
- Długość sieci: **3 320 km**
- Dominujący nośnik energii: **gaz ziemny (59,2%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **21,7% (biopaliwa, energia geotermalna)**
- Udział paliw kopalnych: **68,3% (gaz ziemny, stałe paliwa kopalne, ropa naftowa i produkty naftowe, gazy przemysłowe)**

Słowacja – czy wiesz, że...



...w Galancie do produkcji ciepła systemowego wykorzystywana jest woda geotermalna pobierana z głębokości ponad 2 km?



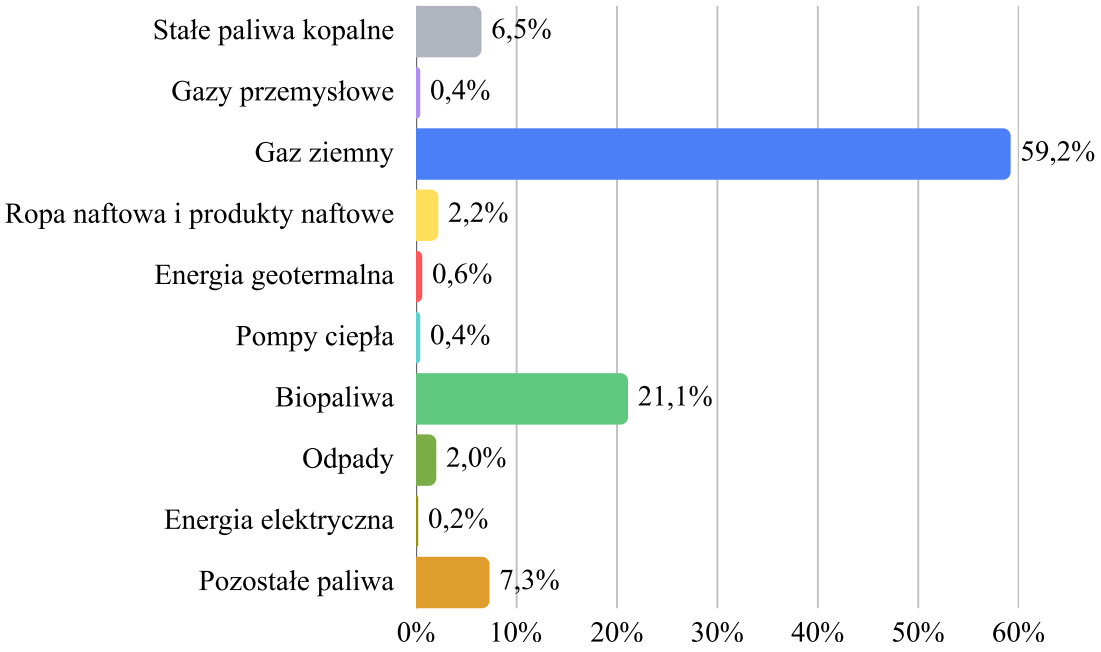
...w budynku dawnej ciepłowni w Bratysławie znajdują się biura, galeria sztuki oraz restauracja?



...na terenie dawnego składowiska węgla w okolicach Prievidzy zbudowano farmę składającą się z 1300 kolektorów słonecznych wykorzystywanych do produkcji ciepła systemowego?

Produkcja ciepła systemowego na Słowacji jest stosunkowo niewielka. W 2024 roku na Słowacji wyprodukowano 24,1 PJ ciepła systemowego, czyli o 91,0% mniej w porównaniu z Polską. Z ciepła systemowego na Słowacji korzysta około 1,8 mln mieszkańców, co odpowiada 35,0% ludności kraju. Długość sieci ciepłowniczych wynosi około 3 320 km.

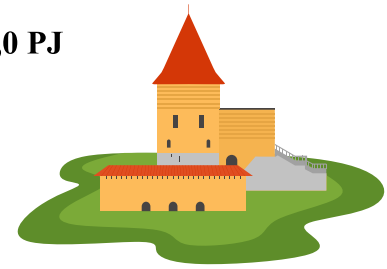
Najważniejszą cechą słowackiego ciepłownictwa systemowego jest duże znaczenie gazu ziemnego, którego udział w produkcji ciepła systemowego w 2024 roku wyniósł 59,2% (Rys. 4.7). Pozostałe nośniki wykorzystywane do produkcji ciepła systemowego stanowiły: biopaliwa, stałe paliwa kopalne, ropa naftowa i produkty naftowe, odpady, energia geotermalna, gazy przemysłowe oraz energia elektryczna. Ponadto ciepło było wytwarzane z wykorzystaniem pomp ciepła. Słowacja prowadzi również inwestycje mające na celu rozwój potencjału energii geotermalnej w produkcji ciepła systemowego.



Rys. 4.7 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego na Słowacji w 2024 roku



Litwa – ciepłownictwo systemowe



- Całkowita produkcja ciepła systemowego: **37,0 PJ**
- Procent odbiorców: **57,0% mieszkańców**
- Długość sieci: **3 007 km**
- Dominujący nośnik energii: **biopaliwa (61,5%)**
- Udział odnawialnych źródeł energii: **61,5% (biopaliwa)**
- Udział paliw kopalnych: **12,3% (gaz ziemny, ropa naftowa i produkty naftowe)**

Litwa – czy wiesz, że...



...możliwe jest zwiedzanie jednej z wileńskich elektrociepłowni o powierzchni ponad 20 ha, która nazywana jest “Potworem Wilna”?



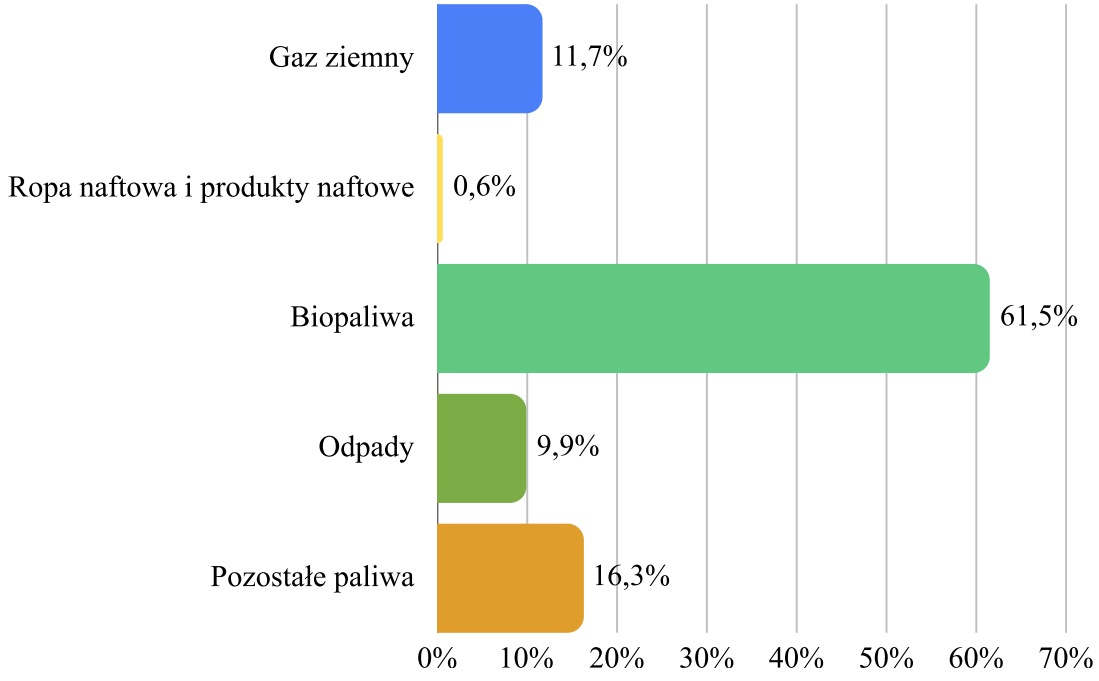
...w 2024 roku w Kłajpedzie powstała pierwsza na Litwie miejska droga rowerowa, do której budowy wykorzystano popiół pozostały po spalaniu odpadów?



...pierwszy w krajach bałtyckich zakład przetwarzania odpadów na energię powstał na Litwie?

Litwa, podobnie jak Słowacja, należy do krajów o stosunkowo niewielkiej produkcji ciepła systemowego, która w 2024 roku osiągnęła wartość 37,0 PJ (o 86,0% mniej niż w Polsce). Około 57,0% mieszkańców Litwy jest podłączonych do sieci ciepłowniczych, których całkowita długość wynosi 3 007 km.

Przez wiele lat dominującym nośnikiem energii w produkcji ciepła systemowego na Litwie był gaz ziemny. Jednak w odpowiedzi na wysokie ceny tego paliwa, litewskie ciepłownictwo uległo transformacji, w efekcie której w strukturze nośników energii obecnie przeważają biopaliwa, w tym lokalne zasoby biomasy. Udział biopaliw w 2024 roku wyniósł 61,5% (Rys. 4.8). Pozostałymi nośnikami energii były: gaz ziemny, odpady oraz ropa naftowa i produkty naftowe. Litwa planuje, aby do 2030 roku udział OZE w produkcji ciepła systemowego osiągnął 90,0%.

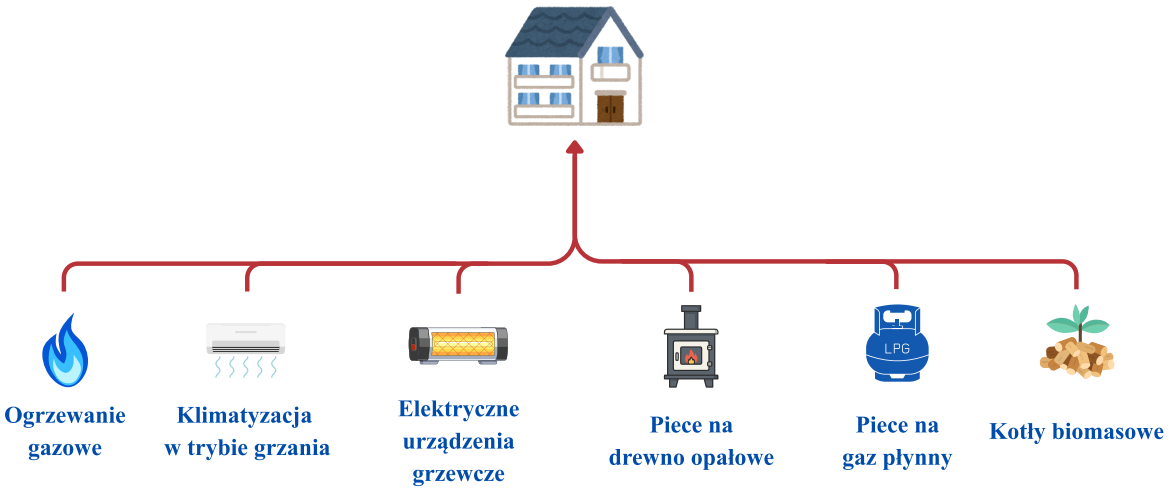


Rys. 4.8 Udział nośników energii w produkcji ciepła systemowego na Litwie w 2024 roku

5. Wakacyjne kierunki Europy – jak ogrzewają domy mieszkańcy południa

W niniejszym rozdziale przedstawiono dane dotyczące krajów, które są popularnymi kierunkami wakacyjnymi oraz charakteryzują się jednocześnie wysokim udziałem ogrzewania indywidualnego. W Grecji, Włoszech oraz Hiszpanii wiele mieszkań nie jest podłączonych do sieci ciepłowniczych, a sposoby ogrzewania są zróżnicowane w zależności od kraju. Często wykorzystywane jest ogrzewanie gazowe, kotły biomasowe oraz elektryczne urządzenia grzewcze.







Grecja – ogrzewanie indywidualne

Główne sposoby ogrzewania:



ogrzewanie indywidualne (**47,9%**),



ogrzewanie centralne (**46,6%**).



Najczęściej wykorzystywane technologie:

- ogrzewanie gazowe (**29,2%**),
- klimatyzacja w trybie grzania (**24,9%**),
- elektryczne urządzenia grzewcze (**14,8%**),
- piece na drewno opałowe (**10,8%**).

W 2024 roku produkcja ciepła systemowego w Grecji wyniosła 1,3 PJ, co stanowi wartość prawie 200 razy mniejszą od ilości ciepła wytworzonego w Polsce. Najwięcej Greków ogrzewa swoje domy w sposób indywidualny (47,9%). Duże znaczenie ma również ogrzewanie centralne (46,6%). Z ciepła systemowego korzysta zaledwie około 0,4% osób.

Ponadto 4,4% Greków nie posiada stałego ogrzewania, co oznacza, że wykorzystują oni przenośne urządzenia grzewcze, takie jak termowentylatory. Około 0,7% mieszkańców Grecji nie korzysta z żadnego systemu ogrzewania.

Do najczęstszych sposobów ogrzewania indywidualnego należą: ogrzewanie gazowe, klimatyzacja w trybie grzania, elektryczne urządzenia grzewcze, piece na drewno opałowe oraz piece na gaz płynny.



Włochy – ogrzewanie indywidualne

Główne sposoby ogrzewania:



ogrzewanie indywidualne (**76,5%**),



ogrzewanie centralne (**15,3%**).



Najczęściej wykorzystywane technologie:

- ogrzewanie gazowe (**81,9%**),
- kotły biomasowe (**8,6%**),
- piece na gaz płynny (**4,7%**),
- elektryczne urządzenia grzewcze (**2,6%**).

W 2024 roku produkcja ciepła systemowego we Włoszech kształtowała się na poziomie 88,3 PJ, czyli prawie trzykrotnie mniej niż w Polsce. Budynki są ogrzewane głównie indywidualnie (76,5%), ogrzewanie centralne wykorzystywane jest przez 15,3% mieszkańców, a ciepło systemowe przez 2,3%.

Około 3,8% Włochów nie korzysta ze stałej instalacji grzewczej, natomiast 1,5% Włochów nie posiada żadnego systemu ogrzewania. Dane dotyczące sposobów ogrzewania wykorzystywanych przez pozostałe 0,6% mieszkańców Włoch nie są publicznie dostępne.

Wśród najbardziej popularnych sposobów ogrzewania indywidualnego znajdują się: ogrzewanie gazowe, kotły biomasowe, piece na gaz płynny oraz elektryczne urządzenia grzewcze. Warto również zwrócić uwagę, że znaczna część gospodarstw domowych wykorzystuje więcej niż jeden system ogrzewania.



Hiszpania – ogrzewanie indywidualne

Główne sposoby ogrzewania:

 ogrzewanie indywidualne (**56,4%**),

 ogrzewanie centralne (**8,7%**).

Najczęściej wykorzystywane technologie:

- ogrzewanie gazowe (**58,6%**),
- elektryczne urządzenia grzewcze (**20,8%**),
- kotły na paliwa kopalne (**20,0%**),
- odnawialne źródła energii (**0,6%**).

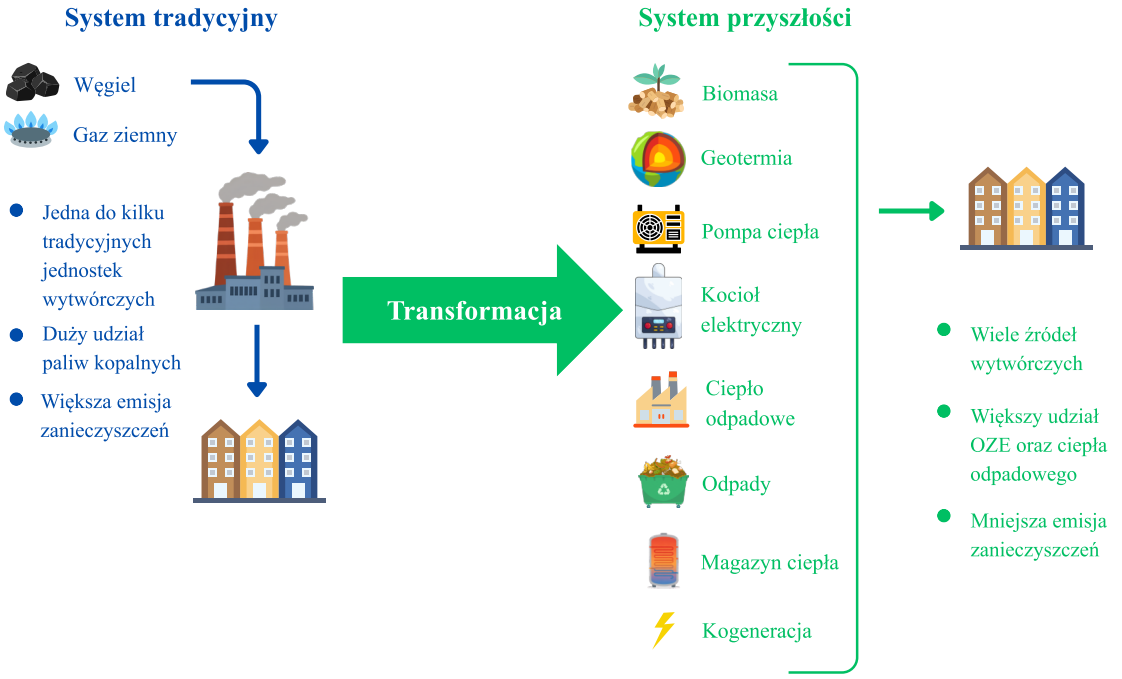


W Hiszpanii w 2024 roku wyprodukowano 2,4 PJ ciepła systemowego, co stanowi wartość ponad 100 razy mniejszą od ilości ciepła wytworzonego w Polsce. Zdecydowanie dominuje ogrzewanie indywidualne (56,4%), natomiast z ogrzewania centralnego oraz ciepła systemowego korzysta odpowiednio 8,7% oraz 0,8% mieszkańców.

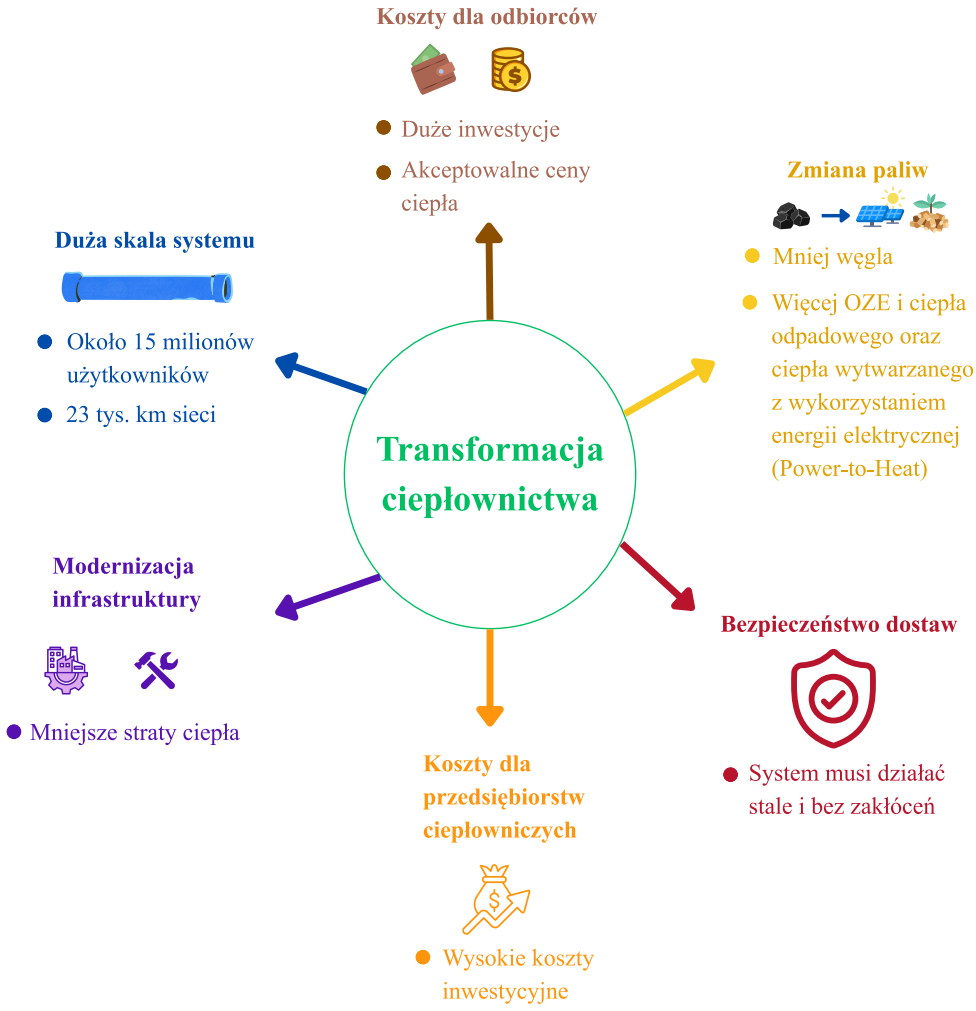
Brak stałej instalacji grzewczej dotyczy 17,1% mieszkańców Hiszpanii. Ponadto 16,4% Hiszpanów nie korzysta z żadnego systemu ogrzewania. Dla około 0,6% mieszkańców kraju nie ma dostępnych danych dotyczących sposobu ogrzewania.

Najpopularniejsze sposoby ogrzewania indywidualnego obejmują: ogrzewanie gazowe, elektryczne urządzenia grzewcze, kotły na paliwa kopalne oraz odnawialne źródła energii.

6. Transformacja polskiego ciepłownictwa systemowego



Dlaczego transformacja polskiego ciepłownictwa jest dużym wyzwaniem?



Transformacja energetyczna oznacza przejście od wykorzystania paliw kopalnych na rzecz efektywnych systemów energetycznych opartych na odnawialnych źródłach energii w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. W przypadku ciepłownictwa oznacza to przede wszystkim zmianę sposobu wytwarzania i dostarczania ciepła do odbiorców. Stopniowo wprowadzane modyfikacje dotyczą przede wszystkim nośników energii wykorzystywanych do produkcji ciepła systemowego, w tym ograniczania spalania paliw kopalnych oraz zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii, takich jak biomasa, energia słoneczna i geotermalna, a także wykorzystania ciepła odpadowego w ciepłownictwie systemowym.

Główną przyczyną transformacji jest konieczność ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wynikającego z wieloletniego wykorzystywania paliw kopalnych, przede wszystkim węgla kamiennego oraz gazu ziemnego, w różnych sektorach gospodarki, w tym w sektorze ciepłowniczym. Spalanie paliw kopalnych jest źródłem emisji dwutlenku węgla oraz innych związków chemicznych przyczyniających się do globalnego ocieplenia i negatywnie wpływających na zdrowie ludzi. Transformacja ciepłownictwa ma również duże znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju, ponieważ pozwala wykorzystywać różne źródła energii, dzięki czemu sektor jest mniej zależny od jednego paliwa.

Jednak biorąc pod uwagę wysoki stopień rozwoju ciepłownictwa systemowego w Polsce oraz skalę istniejącej infrastruktury, transformacja polskiego systemu ciepłowniczego stanowi złożone przedsięwzięcie i wiąże się z licznymi wyzwaniami. Najważniejszym z nich jest konieczność modernizacji źródeł ciepła oraz infrastruktury sieciowej odpowiedzialnej za przesył i dystrybucję ciepła, co wiąże się z wysokimi kosztami, a także wymaga opracowania długoterminowej strategii transformacji, która zapewni bezpieczeństwo i stabilność dostaw ciepła do odbiorców przy zachowaniu akceptowalnego poziomu cen.

Realizacja tego procesu jest szczególnie wymagająca, ponieważ w Polsce do sieci ciepłowniczych podłączonych jest około 15 milionów osób, a łączna długość tych sieci przekracza 23 000 km, co oznacza, że transformacja ciepłownictwa systemowego obejmuje jedną z największych sieci infrastrukturalnych w kraju, z której na co dzień korzysta około 40% Polaków.

Załącznik nr 1

Jak mieszkańcy Europy ogrzewają swoje domy?

Materiały źródłowe wykorzystane w opracowaniu

Wprowadzenie

1. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (2023). *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652 (Dz.U. L, 2023/2413, 31.10.2023).*
2. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (2023). *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie efektywności energetycznej oraz zmieniająca rozporządzenie (UE) 2023/955 (wersja przekształcona)*. Dostępne online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791 [dostęp: 25.07.2026].
3. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (2024). *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona).* Dostępne online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275 [dostęp: 25.07.2026].
4. Komisja Europejska (2021). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. „Gotowi na 55": osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej.* Dostępne online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550 [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 1 – Ciepłownictwo systemowe – informacje ogólne

1. De la Cruz, I., Ugalde-Loo, C. (2021). *District Heating and Cooling Systems*. Microgrids and Local Energy Systems. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99740.
2. IEA DHC. (2024). *District Heating Network Generation Definitions*. Dostępne online: https://www.iea-dhc.org/fileadmin/public_documents/2402_IEA_DHC_DH_generations_definitions.pdf [dostęp: 25.07.2026].
3. International Energy Agency (2009). *Cogeneration and District Energy: Sustainable Energy Technologies for Today... and Tomorrow.* Dostępne online: https://www.iea.org/reports/co-generation-and-district-energy [dostęp: 25.07.2026].
4. International Energy Agency (2011). *Co-Generation and Renewables: Solutions for a Low-Carbon Energy Future.* Dostępne online: https://www.iea.org/reports/co-generation-and-renewables [dostęp: 25.07.2026].
5. Jodeiri, A. M., Goldsworthy, M. J., Buffa, S., Cozzini, M. (2022). *Role of sustainable heat sources in transition towards fourth generation district heating: A review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112156. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112156.
6. Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen, S., Thorsen, J. E., Hvelplund F., Mathiesen, B. V. (2014). *4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems.* Energy, 68, 1–11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089.
7. Pažėraitė, A., Lekavičius, V., Gatautis, R. (2022). *District heating system as the infrastructure for competition among producers in the heat market.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, 112888. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112888.
8. Rezaie, B., Rosen, M. A. (2012). *District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements.* Applied Energy, 93, 2–10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.04.020.
9. Sleptsov, A., Crisostomi, E., Bischi, A. (2021). *Control schemes for district heating substations considering user-defined building's indoor temperature*. Building and Environment, 191, 107598. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107598.

10. Vaillant. *Ogrzewanie podłogowe – na czym polega?* Dostępne online: https://www.vaillant.pl/klienci-indywidualni/porady-i-wiedza/poradnik/inne/ogrzewanie-podlogowe-na-czym-polega/ [dostęp: 25.07.2026].
11. Werner, S. (2017). *International review of district heating and cooling*. Energy, 137, 617–631. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045.

Rozdział 2 – Rozwój ciepłownictwa systemowego

1. Cartwright, M. (2013). *Roman Baths*. World History Encyclopedia. Dostępne online: https://www.worldhistory.org/Roman_Baths/ [dostęp: 25.07.2026].
2. De Decker, K. (2017). *Heat Storage Hypocausts: Air Heating in the Middle Ages*. Low-Tech Magazine. Dostępne online: https://solar.lowtechmagazine.com/2017/03/heat-storage-hypocausts-air-heating-in-the-middle-ages/ [dostęp: 25.07.2026].
3. De la Cruz, I., Ugalde-Loo, C. (2021). *District Heating and Cooling Systems*. Microgrids and Local Energy Systems. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99740.
4. Jodeiri, A. M., Goldsworthy, M. J., Buffa, S., Cozzini, M. (2022). *Role of sustainable heat sources in transition towards fourth generation district heating: A review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112156. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112156.
5. Johansen, K. (2022). *A brief history of district heating and combined heat and power in Denmark: Promoting energy efficiency, fuel diversification, and energy flexibility*. Energies, 15(24), 9281. DOI: https://doi.org/10.3390/en15249281.
6. Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen, S., Thorsen, J. E., Hvelplund F., Mathiesen, B. V. (2014). *4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems.* Energy, 68, 1–11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089.
7. Muzeum Zamkowe w Malborku (2024). *Odkryty piec ziemny typu hypocaustum*. Dostępne online: https://zamek.malbork.pl/odkryty-piec-ziemny-typu-hypocaustum/ [dostęp: 25.07.2026].
8. Netchev, S. (2026). *The Baths of the Roman Empire*. World History Encyclopedia. Dostępne online: https://www.worldhistory.org/image/17538/the-baths-of-the-roman-empire/ [dostęp: 25.07.2026].
9. Pažėraitė, A., Lekavičius, V., Gatautis, R. (2022). *District heating system as the infrastructure for competition among producers in the heat market.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, 112888. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112888.
10. Rezaie, B., Rosen, M. A. (2012). *District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements.* Applied energy, 93, 2–10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.04.020.
11. Werner, S. (2017). *International review of district heating and cooling*. Energy, 137, 617–631. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045.
12. Werner, S. (2025). *Moving Heat and Cold – Concerning the First Steps in the Development and Deployment of District Heating and Cooling*. Dostępne online: https://hh.diva-portal.org/smash/get/diva2:2013033/FULLTEXT01.pdf [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 3 – Ciepłownictwo systemowe – statystyki

Rozdział 3.1 – Produkcja ciepła systemowego w Unii Europejskiej

1. Eurostat (2026). *Gross and net production of electricity and derived heat by type of plant and operator*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_peh__custom_22053639/default/table [dostęp: 25.07.2026].
2. Fortum Corporation Communications (2026). *Fortum has started heat production at two large data centre sites in Finland*. Dostępne online: https://www.fortum.com/media/2026/05/fortum-has-started-heat-production-two-large-data-centre-sites-finland [dostęp: 25.07.2026].
3. Ramboll (2026). *Meta: surplus heat to district heating*. Dostępne online: https://www.ramboll.com/projects/energy/meta-surplus-heat-to-district-heating [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 3.2 – Struktura produkcji ciepła systemowego w Unii Europejskiej

1. Björheden, R. (2020). *Climate effects of forestry in the Nordic-Baltic Region.* Dostępne online: https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2021/03/NB-Nord-rapport-210323.pdf [dostęp: 25.07.2026].
2. European Commission (2024). *Final Update. Consolidated Cyprus' National Energy and Climate Plan 2021–2030.* Dostępne online: https://commission.europa.eu/publications/cyprus-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en [dostęp: 25.07.2026].
3. Eurostat (2026). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_peh__custom_22089010/default/table [dostęp: 25.07.2026].
4. Fylaktos, N., Zachariadis, T., Charalambous, A., Sotiriou, C., Magou, A. (2023). *Support to REPowerEU. Country Report. Cyprus.* Dostępne online: https://www.energy.gov.cy/assets/modules/wnp/articles/202306/220/docs/repowereufinal.pdf [dostęp: 25.07.2026].
5. Jonynas, R., Puida, E., Poškas, R., Paukštaitis, L., Hussam, J., Jouhara, H., Gudzinskas, J., Miliauskas, G., Lukoševičius, V. (2020). *Renewables for district heating: The case of Lithuania*. Energy, 211, 119064. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119064.

Rozdział 3.3 – Długość sieci ciepłowniczych w Unii Europejskiej

1. Exploruj.pl (2026). *Lista wypraw. Wyprawy Himalaje*. Dostępne online: https://www.exploruj.pl/gora/himalaje/ [dostęp: 25.07.2026].
2. FlightConnections (2026). *Bezpośrednie loty z Warszawy do Tokio*. Dostępne online: https://www.flightconnections.com/pl/loty-z-waw-do-nrt [dostęp: 25.07.2026].
3. NASA (2020). *December 2020: Interesting Facts about the Earth*. Dostępne online: https://www.nasa.gov/space-science-and-astrobiology-at-ames/interesting-fact-of-the-month-current/interesting-fact-of-the-month-2020 [dostęp: 25.07.2026].
1. ADHAC (2025). *Censo de Redes de Calor y Frío 2025*. Dostępne online: https://www.adhac.es/portalsSrvcs/publicaciones/archivos/10_Presentacion_censo_2025.pdf [dostęp: 25.07.2026].
2. Agencija za energijo (2026). *Poročilo o stanju na področju energetike v Sloveniji v letu 2025*. Dostępne online: https://www.agen-rs.si/documents/10926/38704/Poro%C4%8Dilo-stanju-na-podro%C4%8Dju-energetike-za-leto-2025/86f978f2-3492-48fe-b780-5a055954cb11 [dostęp: 25.07.2026].
3. AGFW (2025). *Hauptbericht 2024*. Dostępne online: https://www.agfw.de/zahlen-und-statistiken/agfw-hauptbericht [dostęp: 25.07.2026].
4. Air Miles Calculator. *How Far Is Warsaw from Buenos Aires?* Dostępne online: https://www.airmilescalculator.com/distance/eze-to-waw/ [dostęp: 25.07.2026].
5. AIRU (2026). *Annuario 2025*. Dostępne online: https://www.airu.it/e-ora-disponibile-lannuario-2025-il-teleriscaldamento-come-leva-strategica-per-la-transizione-energetica/ [dostęp: 25.07.2026].
6. ANRE (2026). *Energie termică*. Dostępne online: https://anre.ro/participanti-la-piata-de-energie/persoane-juridice/energie-termica/ [dostęp: 25.07.2026].
7. Energi Företagen (2025). *Energiåret 2025*. Dostępne online: https://www.energiforetagen.se/statistik/energiaret/ [dostęp: 25.07.2026].
8. Euroheat & Power (2026). *DHC Market Outlook 2026*. Dostępne online: https://www.euroheat.org/data-insights/outlooks/dhc-market-outlook-2026-1 [dostęp: 25.07.2026].
9. FEDENE (2026). *Enquê tê dês rê sêaux dê chalêur êt froid Édition 2025*. Dostępne online: https://fedene.fr/ressource/rapport-annuel-enquete-reseaux-chaleur-et-de-froid-2025/ [dostęp: 25.07.2026].
10. Fernwarme (2026). *Sicher & flexible*. Dostępne online: https://www.fernwaerme.at/fernwaerme-sicher-flexibel [dostęp: 25.07.2026].
11. Finnish Energy (2026). *Energy Year 2025 District Heating*. Dostępne online: https://energia.fi/en/statistics/statistics-on-district-heating/district-heating-and-cooling/ [dostęp: 25.07.2026].

12. Geodatos. *Distance from São Paulo to Tokyo*. Dostępne online: https://www.geodatos.net/en/distances/from-sao-paulo-to-tokyo [dostęp: 25.07.2026].
13. Górska, A. (2024). *Wielki Mur Chiński – poznaj historię najdłuższej budowli stworzonej przez człowieka*. Dostępne online: https://r.pl/blog/wielki-mur-chinski [dostęp: 25.07.2026].
14. Heathrow (2018). *Non-stop to Australia.* Dostępne online: https://www.heathrow.com/heathrow-blog/non-stop-london-australia [dostęp: 25.07.2026].
15. Himmera.com (2026). *Odległość Kraków Chicago*. Dostępne online: https://pl.odleglosci-drogowe.himmera.com/odleglosc-krakow-chicago-trasy-12453.html [dostęp: 25.07.2026].
16. Klimata un enerģētikas ministrija (2026). *Enerģētikas pētījumi*. Dostępne online: https://www.kem.gov.lv/lv/energetikas-petijumi [dostęp: 25.07.2026].
17. LŠTA (2023). *CŠT sektoriaus apžvalga*. Dostępne online: https://lsta.lt/silumos-ukis/cst-sektoriaus-apzvalga/ [dostęp: 25.07.2026].
18. Matászsz (2024). *Data of the Hungarian District Heating Sector 2024*. Dostępne online: https://tavho.org/tudaskozpont/statisztika [dostęp: 25.07.2026].
19. Ministarstvo gospodarstva (2025). *Energija U Hrvatskoj Energy In Croatia 2024*. Dostępne online: https://mingo.gov.hr/energija-u-hrvatskoj/5330 [dostęp: 25.07.2026].
20. Momondo.pl. *Loty Katowice – Sydney*. Dostępne online: https://www.momondo.pl/loty/katowice/sydney [dostęp: 25.07.2026].
21. National Statistical Institute (2026). *District heating and cooling systems*. Dostępne online: https://www.nsi.bg/en/statistical-data/76/270 [dostęp: 25.07.2026].
22. Nile Basin Initiative. *Major Subbasins*. Dostępne online: https://nilebasin.org/en/media-center/maps/major-subbasins [dostęp: 25.07.2026].
23. SAPI (2023). *Štúdia rozvoja OZE ako súčasti udržateľného vykurovania na Slovensku*. Dostępne online: https://www.sapi.sk/files/SAPI_Heating_Study_final.pdf [dostęp: 25.07.2026].
24. Statistics Norway (2026). *Statistics on district heating and district cooling*. Dostępne online: https://www.ssb.no/en/energi-og-industri/energi/statistikk/fjernvarme-og-fjernkjoling [dostęp: 25.07.2026].
25. Teplárenské sdružení České republiky (2025). *The current state and future plans of the Czech district heating sector*. Dostępne online: https://tavho.org/uploads/rendezvenyeink/2025%20Konfi/Eloadasok/02_Vecka_v2.pdf [dostęp: 25.07.2026].
26. Urząd Regulacji Energetyki (2026). *Raport Rynkowy Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Energetyka cieplna w liczbach. 2025 rok.* Dostępne online: https://www.ure.gov.pl/pl/cieplo/energetyka-cieplna-w-l/13361,dok.html [dostęp: 25.07.2026].
27. Żebruń, KM. (2023). *Księżyc skrywa jeszcze wiele sekretów. Jak dobrze go znacie?* Dostępne online: https://tech.wp.pl/ksiezyc-skrywa-jeszcze-wiele-sekretow-jak-dobrze-go-znacie,6897510588668672a [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 4 – Analiza ciepłownictwa systemowego w wybranych krajach Unii Europejskiej

Polska

1. Ekospalarnia Kraków (2026). *Pasieka przy Ekospalarni*. Dostępne online: https://khk.krakow.pl/pl/ekospalarnia/ztpo-ule [dostęp: 25.07.2026].
2. Euros Energy (2024). *W Lidzbarku Warmińskim powstała Ciepłownia Przyszłości wykorzystująca 100 proc. OZE.* Dostępne online: https://www.eurosenergy.com/in_the_media/w-lidzbarku-warminskim-powstala-cieplownia-przyszlosci-wykorzystujaca-100-proc-oze/ [dostęp: 25.07.2026].
3. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
4. Komorowska, A., Surma, T. (2024). *Comparative analysis of district heating markets: Examining recent prices, regulatory frameworks, and pricing control mechanisms in Poland and selected neighbouring countries*. Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, 27(1), 95–118. DOI: https://doi.org/10.33223/epj/175328.

5. Ministerstwo Energii (2026). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. z perspektywą do 2040 r.* Dostępne online: https://www.gov.pl/web/energia/krajowy-plan-w-dziedzinie-energii-i-klimatu-przyjety-przez-rade-ministrow-dokument-opracowalo-ministerstwo-energii [dostęp: 25.07.2026].
6. PGE Energia Ciepła (2020). *Elektrociepłownia gazowa PGE Toruń kończy 3 lata*. Dostępne online: https://pgeenergiaciepla.pl/aktualnosci/elektrocieplownia-gazowa-pge-torun-konczy-3-lata [dostęp: 25.07.2026].
7. Polskie Towarzystwo Energetyki Cieplnej (2024). *Wpływ regulacji UE na transformację sektora ciepłownictwa systemowego w Polsce. Ocena skutków i rekomendacje w zakresie regulacji krajowych*. Dostępne online: https://ptec.org.pl/wp-content/uploads/2024/10/PTEC-Raport-Wplyw-regulacji-UE-na-transformacje-sektora-cieplownictwa-systemowego-w-Polsce.pdf [dostęp: 25.07.2026].
8. Tylko Toruń (2025). *40-lecie elektrociepłowni PGE Toruń – od węgla do nowoczesnej gazowej technologii.* Dostępne online: https://tylkotorun.pl/wiadomosci/40-lecie-elektrocieplowni-pge-torun-od-wegla-do-nowoczesnej-gazowej-technologii/ [dostęp: 25.07.2026].
9. Urząd Regulacji Energetyki (2026). *Raport Rynkowy Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Energetyka cieplna w liczbach. 2025 rok.* Dostępne online: https://www.ure.gov.pl/pl/cieplo/energetyka-cieplna-w-l/13361,dok.html [dostęp: 25.07.2026].

Niemcy

1. AGFW (2025). *Hauptbericht 2024*. Dostępne online: https://www.agfw.de/zahlen-und-statistiken/agfw-hauptbericht [dostęp: 25.07.2026].
2. BDEW (2026). *Wärmemarkt in Zahlen*. Dostępne online: https://www.bdew.de/energie/waerme-waermewende-heizung/heizung-statistik/ [dostęp: 25.07.2026].
3. BGBl. 2023 I Nr. 394. *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*. Dostępne online: https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/394/VO.html [dostęp: 25.07.2026].
4. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2026). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Dostępne online: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html [dostęp: 25.07.2026].
5. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
6. Fraunhofer IEG (2022). *Geothermiebohrungen auf MARK 51°7 erfolgreich abgeschlossen*. Dostępne online: https://www.ieg.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/2022/erfolgreiche-geothermiebohrungen-auf-mark-51-7.html [dostęp: 25.07.2026].
7. Fraunhofer IEG (2023). *Energiekonzept mit Grubenwasser kann wie geplant umgesetzt werden*. Dostępne online: https://www.ieg.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/2023/energiekonzept-grubenwasser-mark51-7.html [dostęp: 25.07.2026].
8. KfW (2023). *From bunker to power plant*. Dostępne online: https://www.kfw.de/stories/environment/renewable-energy/energiebunker-wilhelmsburg [dostęp: 25.07.2026].
9. NTT DATA (2025). *Waste Heat from NTT DATA's Existing Data Centers to Provide Climate-Friendly Heating in Berlin District*. Dostępne online: https://services.global.ntt/en-us/newsroom/ntt-data-data-centers-to-provide-eco-friendly-heating-in-berlin-district-using-waste-heat [dostęp: 25.07.2026].
10. Stadtwerke Bochum Holding GmbH (2026). *Geschäftsbericht 2025*. Dostępne online: https://www.stadtwerke-bochum.de/fileadmin/Dateien/PDF/Geschaeftsberichte/Stadtwerke_Bochum_Holding_GmbH_Geschaeftsbericht_2025.pdf [dostęp: 25.07.2026].

Dania

1. ARC (2026). *Amager Bakke – vartegn med biodiversitet*. Dostępne online: https://a-r-c.dk/amager-bakke/ [dostęp: 25.07.2026].

2. CopenHill (2026). *Welcome to CopenHill.* Dostępne online: https://www.copenhill.dk/en [dostęp: 25.07.2026].
3. Danish District Heating Association (2026). *Facts and figures. Data and key figures for the district heating sector in Denmark*. Dostępne online: https://danskfjernvarme.dk/english/english/statistics [dostęp: 25.07.2026].
4. DBDH (2025). *Closing the Loop: How Industrial-Utility Symbiosis in Odense Forges a Blueprint for Decarbonization.* Dostępne online: https://dbdh.org/closing-the-loop-how-industrial-utility-symbiosis-in-odense-forges-a-blueprint-for-decarbinization/ [dostęp: 25.07.2026].
5. Din Forsyning (2024). *Nu kommer der varme fra havvandet til Varde og Esbjerg*. Dostępne online: https://dinforsyning.dk/da-dk/nyheder-1?itemId=News_Item%3A3340 [dostęp: 25.07.2026].
6. Energistyrelsen (2024). *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021–2030*. Dostępne online: https://ens.dk/globalt-samarbejde/national-energi-og-klimaplan-til-eu [dostęp: 25.07.2026].
7. Euroheat & Power (2026). *DHC Market Outlook 2026*. Dostępne online: https://www.euroheat.org/data-insights/outlooks/dhc-market-outlook-2026-1 [dostęp: 25.07.2026].
8. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
9. Johansen, K. (2022). *A brief history of district heating and combined heat and power in Denmark: Promoting energy efficiency, fuel diversification, and energy flexibility*. Energies, 15(24), 9281. DOI: https://doi.org/10.3390/en15249281.

Finlandia

1. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
2. Finnish Energy (2026). *District Heating in Finland 2024.* Dostępne online: https://energia.fi/en/statistics/statistics-on-district-heating/district-heating-and-cooling/ [dostęp: 25.07.2026].
3. Finnish Energy (2026). *District heating statistics*. Dostępne online: https://energia.fi/en/statistics/district-heating-statistics [dostęp: 25.07.2026].
4. Finnish Energy (2026). *Energy Year 2025. District Heating*. Dostępne online: https://energia.fi/wp-content/uploads/2026/01/Energy-Year-2025_DistrictHeating_preliminary_graphs.pdf [dostęp: 25.07.2026].
5. Helen (2020). *Climate deed under our feet: filling of Mustikkamaa heat caverns is started*. Dostępne online: https://www.helen.fi/en/news/2020/mustikkamaa [dostęp: 25.07.2026].
6. Helen (2026). *Mustikkamaan alla sijaitsee Helsingin suurin lämpövarasto – pakkasella se riittää neljäksi tunniksi.* Dostępne online: https://www.helen.fi/artikkelit/2026/mustikkamaalla-helsingin-suurin-lampovarasto [dostęp: 25.07.2026].
7. Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland (2026). *Heating market*. Dostępne online: https://tem.fi/en/heating-market [dostęp: 25.07.2026].
8. Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland (2026). *Waste heat*. Dostępne online: https://tem.fi/en/waste-heat [dostęp: 25.07.2026].
9. Polar Night Energy (2025). *World's Largest Sand Battery Now in Operation.* Dostępne online: https://polarnightenergy.com/news/worlds-largest-sand-battery-now-in-operation/ [dostęp: 25.07.2026].
10. Savon Voima (2022). *Leppävirralla tehdään kaukolämpöä jäähallin ja hiihtoareenan hukkalämmöistä.* Dostępne online: https://savonvoima.fi/leppavirralla-tehdaan-kaukolampoa-jaahallin-ja-hiihtoareenan-hukkalammoista/ [dostęp: 25.07.2026].

Norwegia

1. Energiteknikk (2023). *Drammen Fjernvarme størst på sjøvarme*. Dostępne online: https://energiteknikk.net/2023/11/drammen-fjernvarme-storst-pa-sjovarme/ [dostęp: 25.07.2026].
2. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
3. Hafslund (2024). *Suksess med fjernvarme under matta*. Dostępne online: https://www.hafslund.no/no/produkter-og-tjenester/fjernvarme/suksess-med-fjernvarme-under-matta [dostęp: 25.07.2026].
4. KlimaOslo (2019). *Bringing you heat that's been extracted from your sewage*. Dostępne online: https://www.klimaoslo.no/district-heating-from-sewage/ [dostęp: 25.07.2026].
5. NVE (2025). *Kost-nytteanalyse av mulighetene for å utnytte overskuddsvarme*. Dostępne online: https://www.nve.no/energi/virkemidler/kost-nytteanalyse-av-mulighetene-for-aa-utnytte-overskuddsvarme/ [dostęp: 25.07.2026].
6. Oslofjord Varme (2026). *Drammen Fjernvarme blir nå heleid av Oslofjord Varme*. Dostępne online: https://oslofjordvarme.no/drammen-fjernvarme-blir-na-heleid-av-oslofjord-varme/ [dostęp: 25.07.2026].
7. Regjeringen.no (2025). *Norgespris og strømstønad til husholdninger som bruker fjernvarme*. Dostępne online: https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norgespris-og-stromstonad-til-husholdninger-som-bruker-fjernvarme/id3094397/ [dostęp: 25.07.2026].
8. Statistics Norway (2025). *Statistics on families and households*. Dostępne online: https://www.ssb.no/en/befolkning/barn-familier-og-husholdninger/statistikk/familier-og-husholdninger [dostęp: 25.07.2026].
9. Statistics Norway (2026). *Statistics on district heating and district cooling*. Dostępne online: https://www.ssb.no/en/energi-og-industri/energi/statistikk/fjernvarme-og-fjernkjoling [dostęp: 25.07.2026].

Czechy

1. Archiweb (2024). *Ateliér A8000 a organizátor festivalu Maker Faire mění areál českobudějovické výtopny na největší český FabLab.* Dostępne online: https://www.archiweb.cz/n/press/atelier-a8000-a-organizator-festivalu-maker-faire-meni-areal-ceskobudejovicke-vytopny-na-nejvetsi-cesky-fablab [dostęp: 25.07.2026].
2. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
3. Ministerstvo průmyslu a obchodu (2024). *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu.* Dostępne online: https://mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/2025/10/Vnitrostatni-plan-Ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu.pdf [dostęp: 25.07.2026].
4. Pražské služby (2025). *Stromečky noste po svátcích k venkovním popelnicím, prosí občany Pražské* služby. Dostępne online: https://www.psas.cz/stromecky-noste-po-svatcich-k-venkovnim-popelnicim-prosi-obcany-prazske-sluzby [dostęp: 25.07.2026].
5. Teplárna České Budějovice, a. s. (2025). *První čeští sokoli se opět narodili na komíně českobudějovické teplárny.* Dostępne online: https://www.teplarna-cb.cz/prvni-cesti-sokoli-se-opet-narodili-na-komine-ceskobudejovicke-teplarny/ [dostęp: 25.07.2026].
6. Vecka, J. (2025). *The current state and future plans of the Czech district heating sector*. Dostępne online: https://tavho.org/uploads/rendezvenyeink/2025%20Konfi/Eloadasok/02_Vecka_v2.pdf [dostęp: 25.07.2026].
7. ZEVO Vráto (2026). *Hnízdění sokolů na komínu*. Dostępne online: https://www.zevovrato.cz/hnizdo/ [dostęp: 25.07.2026].

Słowacja

1. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
2. Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky (2024). *MIRRI SR: Spúšťame najväčší geotermálny projekt v strednej Európe, vyše 56 miliónov eur prinesie Košiciam štvrtinu tepla z obnoviteľných zdrojov*. Dostępne online: https://mirri.gov.sk/aktuality/fond-na-spravodlivu-transformaciu/mirri-sr-spustame-najvacsi-geotermalny-projekt-v-strednej-europe-vyse-56-milionov-eur-prinesie-kosiciam-stvrtinu-tepla-z-obnovitelnych-zdrojov/ [dostęp: 25.07.2026].
3. SAPI (2023). *Štúdia rozvoja OZE ako súčasti udržateľného vykurovania na Slovensku*. Dostępne online: https://www.sapi.sk/files/SAPI_Heating_Study_final.pdf [dostęp: 25.07.2026].
4. Slovgeoterm a.s (2026). *Galanta*. Dostępne online: https://www.slovgeoterm.sk/galanta/ [dostęp: 25.07.2026].
5. Teraz.sk (2024). *Nový zdroj vykurovania by mal priniesť nižšiu cenu tepla pre Prievidzu*. Dostępne online: https://www.teraz.sk/spravy/novy-zdroj-vykurovania-by-mal-priniest/778552-clanok.html [dostęp: 25.07.2026].
6. Visit Bratislava (2021). *Jurkovič heating plant in Bratislava reinvigorated*. Dostępne online: https://www.visitbratislava.com/convention-news/jurkovic-heating-plant-in-bratislava-reinvigorated/ [dostęp: 25.07.2026].

Litwa

1. EU Covenant of Mayors. (2025). *The Greenest City in the Making: Vilnius Decarbonising Its District Heating*. Dostępne online: https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/The-greenest-city-in-the-making-Vilnius-decarbonising-its-district-heating [dostęp: 25.07.2026].
2. Eurostat (2025). *Production of electricity and derived heat by type of fuel*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH__custom_18640251/default/table [dostęp: 25.07.2026].
3. Gren (2023). *Ten years for the Waste-to-Energy industry in Lithuania*. Dostępne online: https://gren.com/news/ten-years-for-the-waste-to-energy-industry-in-lithuania/ [dostęp: 25.07.2026].
4. Gren (2026). *Bottom ash reuse*. Dostępne online: https://gren.com/bottom-ash/ [dostęp: 25.07.2026].
5. IEA (2025). *Energy Policy Review. Lithuania 2025*. Dostępne online: https://iea.blob.core.windows.net/assets/0f37fbed-856d-4fde-8f2b-4db10d9bfd2a/Lithuania2025.pdf [dostęp; 25.07.2026].
6. Lietuvos Respublikos Energetikos Ministerija (2024). *Galutinis Atnaujintas Lietuvos Respublikos Nacionalinio Energetikos ir Klimato Srities Veiksmų Planas 2021–2030 m. (Submission of The Final Update of the Integrated National Energy and Climate Plan of the Republic of Lithuania)*. Dostępne online: https://commission.europa.eu/publications/lithuania-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en [dostęp: 25.07.2026].
7. LŠTA (2023). *CŠT sektoriaus apžvalga*. Dostępne online: https://lsta.lt/silumos-ukis/cst-sektoriaus-apzvalga/ [dostęp: 25.07.2026].
8. LŠTA. *About DH sector*. Dostępne online: https://lsta.lt/en/about-dh-sector/https://lsta.lt/en/about-dh-sector/ [dostęp: 25.07.2026].
9. Miesto Gijos (2026). *Excursions*. Dostępne online: https://miestogijos.lt/en/ekskursijos/ [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 5 – Wakacyjne kierunki Europy – jak ogrzewają domy mieszkańcy południa

Grecja

1. European Commission. Eurostat (2024). *Methodological Guidelines and Description of EU-SILC Target Variables*. Dostępne online: *https://circabc.europa.eu/ui/group/853b48e6-a00f-4d22-87db-c40bafd0161d/library/5374d060-f1a6-4977-96b2-e9ce773f89c5/details* [dostęp: 25.07.2026].

2. Eurostat (2026). *Persons living in private households by heating system used in the dwelling, household composition and degree of urbanisation*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_lvhe02/default/table [dostęp: 25.07.2026].
3. Hellenic Statistical Authority (2024). *Household Energy Efficiency and Housing Difficulties Indicators 2023. Survey on Income and Living Conditions.* Dostępne online: https://www.statistics.gr/documents/20181/0115b23b-fbd1-bb02-a10c-d1f7d6e58476 [dostęp: 25.07.2026].
4. Hellenic Statistical Authority (2025). *Household Budget Survey 2024*. Dostępne online: https://www.statistics.gr/documents/20181/2de55fc0-c2b5-c2ae-21d6-c31a98233a6e [dostęp: 25.07.2026].

Włochy

1. Eurostat (2026). *Persons living in private households by heating system used in the dwelling, household composition and degree of urbanisation*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_lvhe02/default/table [dostęp: 25.07.2026].
2. Istat (2022). *Consumi energetici delle famiglie – Anno 2021*. Dostępne online: https://www.istat.it/comunicato-stampa/i-consumi-energetici-delle-famiglie-anno-2021/ [dostęp: 25.07.2026].
3. Istat (2026). *Household energy equipment – Year 2024*. Dostępne online: https://www.istat.it/en/press-release/household-energy-equipment-year-2024/ [dostęp: 25.07.2026].

Hiszpania

1. Eurostat (2026). *Persons living in private households by heating system used in the dwelling, household composition and degree of urbanisation*. Dostępne online: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_lvhe02/default/table [dostęp: 25.07.2026].
2. Galindo, J., Fernández, Á. (2025). *Radiografía de la adopción de tecnologías limpias en los hogares españoles.* Dostępne online: https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/radiografia-de-la-adopcion-de-tecnologias-limpias-en-los-hogares-espanoles/ [dostęp: 25.07.2026].
3. IDAE (2019). *SPAHOUSEC II: Análisis estadístico del consumo de gas natural en las viviendas principales con calefacción individual.* Dostępne online: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/estudio_spahousec-ii_270619.pdf [dostęp: 25.07.2026].

Rozdział 6 – Transformacja polskiego ciepłownictwa systemowego

1. European Environment Agency. (2023). *Europe's Air Quality Status 2023.* EEA Briefing No. 05/2023. DOI: https://doi.org/10.2800/59526. Dostępne online: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-air-quality-status-2023 [dostęp: 25.07.2026].
2. Forum Energii. (2025). *Heating Sector Transition in Poland. 2025 Edition*. Dostępne online: https://www.forum-energii.eu/en/heating-sector-transition-in-poland-2025-edition [dostęp: 25.07.2026].
3. International Energy Agency (2011). *Co-Generation and Renewables: Solutions for a Low-Carbon Energy Future.* Dostępne online: https://www.iea.org/reports/co-generation-and-renewables [dostęp: 25.07.2026].
4. Jodeiri, A. M., Goldsworthy, M. J., Buffa, S., Cozzini, M. (2022). *Role of sustainable heat sources in transition towards fourth generation district heating: A review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112156. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112156.
5. Komorowska, A., Surma, T. (2024). *Comparative analysis of district heating markets: Examining recent prices, regulatory frameworks, and pricing control mechanisms in Poland and selected neighbouring countries*. Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, 27(1), 95–118. DOI: https://doi.org/10.33223/epj/175328.
6. Ministerstwo Energii (2026). *Nowa architektura polskiego ciepłownictwa. Ministerstwo Energii wyznacza kierunek rozwoju dla sektora do 2040 roku*. Dostępne online:

https://www.gov.pl/web/energia/nowa-architektura-polskiego-cieplownictwa-ministerstwo-energii-wyznacza-kierunek-rozwoju-dla-sektora-do-2040-roku [dostęp: 25.07.2026].