

**Projekt Założeń do
planu zaopatrzenia
Gminy Miejskiej Kraków
w ciepło, energię
elektryczną i paliwa gazowe
na lata 2023 - 2038**

Kraków, sierpień 2023

Opracowanie: **Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038**

KRAJOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII S.A.

Al. Jerozolimskie 65/79

00-697 Warszawa

www.kape.gov.pl

e-mail: kape@kape.gov.pl



Zespół autorów:

dr hab. inż. Arkadiusz Węglarz

dr inż. Anna Dyląg

mgr inż. Antonina Kaniszewska

mgr inż. Andrii Biniuk

mgr inż. Piotr Gutowski

mgr inż. Piotr Kępa

inż. Ewa Pijus

Michał Kaczmarski

mgr inż. Krzysztof Skowroński

Spis treści

1.	Wprowadzenie	10
1.1.	Podstawa, cel i z zakres dokumentu	10
1.2.	Polityka i planowanie energetyczne	11
1.2.1.	Dokumenty na poziomie unijnym	12
1.2.2.	Dokumenty na poziomie krajowym	14
1.2.3.	Dokumenty na poziomie regionalnym	18
1.2.4.	Dokumenty na poziomie lokalnym	19
2.	Charakterystyka Gminy Miejskiej Kraków	21
2.1.	Tło sytuacyjne	21
2.2.	Uwarunkowania gospodarcze	26
2.2.1.	Ludność	26
2.2.2.	Zasoby mieszkaniowe i użyteczności publicznej	27
2.2.3.	Podmioty gospodarcze	29
2.3.	Gospodarka odpadami komunalnymi oraz wodno-ściekowa	31
2.4.	Kierunki zagospodarowania przestrzennego	32
2.5.	Ograniczenia terenowe w rozwoju systemów energetycznych	34
3.	Ocena stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na energię	35
3.1.	System zaopatrzenia miasta w ciepło	35
3.1.1.	Źródła ciepła	36
3.1.1.1.	Źródła systemowe	36
3.1.1.2.	Kotłownie lokalne należące do MPEC S.A. w Krakowie	45
3.1.1.3.	Źródła indywidualne	48
3.2.	Miejska sieć ciepłownicza	50
3.3.	Zapotrzebowanie na ciepło i sposób zaspokojenia – bilans stanu istniejącego	60
3.4.	Ocena stanu istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło	72
3.5.	System elektroenergetyczny	79
3.6.	Źródła energii elektrycznej	81
3.6.1.	Sieć przesyłowa najwyższych napięć	81
3.6.1.	Elektrownie i elektrociepłownie	82
3.6.2.	Źródła rozproszone energii odnawialnej	86
3.7.	Sieć dystrybucyjna	86
3.8.	Odbiorcy i zużycie energii elektrycznej – bilans stanu istniejącego	89
4.	System zaopatrzenia w gaz ziemny	97



4.1.	Źródła gazu.....	97
4.2.	Sieć dystrybucyjna – system przesyłowy	97
4.3.	Charakterystyka odbiorców i zużycia gazu	101
4.4.	Ocena stanu systemu gazowniczego	103
5.	Podsumowanie aktualnego stanu zaspokojenia potrzeb energetycznych Krakowa.....	106
6.	Przedsięwzięcia racjonalizujące wytwarzanie i użytkowanie energii.....	122
7.	Możliwości wykorzystania kogeneracji oraz efektywnych systemów ciepłowniczych	128
8.	Możliwości wykorzystania energii odpadowej i OZE.....	134
8.1.	Ciepło odpadowe z instalacji przemysłowych	134
8.2.	Odnawialne źródła energii	134
8.2.1.	Energia słońca	134
8.2.2.	Energia wody i ścieków	136
8.2.3.	Energia geotermalna.....	136
8.2.4.	Energia wiatru.....	141
8.2.5.	Energia z biomasy	142
9.	Środki poprawy efektywności energetycznej w zasobach budynkowych Miasta	144
10.	Zaopatrzenie w energię gmin sąsiednich i możliwości współpracy	148
11.	Plany/Kierunki rozwojowe Miasta.....	153
11.1.	Obszary rozwojowe.....	153
11.2.	Zwiększenie efektywności energetycznej, wykorzystania OZE, ciepła sieciowego i odpadowego.....	155
11.2.1.	Plany wykorzystania energii geotermalnej płytkiej i głębokiej.....	155
11.2.2.	Plany budowy instalacji PV i farm PV.....	156
11.2.3.	Plany utworzenia w Krakowie obszaru dodatniego energetycznie	157
11.2.4.	Plany wytwarzania chłodu	158
11.2.5.	Rozwój programu ciepłej wody użytkowej	159
11.2.6.	Magazyny energii	159
11.2.7.	Ciepło odpadowe	161
11.2.8.	Rozwój inteligentnej, niskoemisyjnej sieci ciepłowniczej.....	161
11.2.9.	Rozwój energetyki rozproszonej – źródła wyspowe z uwzględnieniem OZE	163
11.2.10.	Rozwój energetyki społecznej oraz klastrów/spółdzielni energetycznych	163
11.2.11.	Rozwój elektromobilności i paliw alternatywnych	166
11.2.12.	Termomodernizacja budynków	170
11.2.13.	Zarządzanie zużyciem energii w gminnych obiektach użyteczności publicznej.....	173
11.3.	Ocena aktualnego stanu powietrza na terenie GMK.....	174

11.4.	Plan działań w zakresie minimalizacji zanieczyszczeń powietrza	178
11.5.	Transformacja w kierunku neutralności klimatycznej miasta nie później niż do 2050 r.	180
12.	Prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną, ciepło i gaz	182
12.1.	Scenariusze rozwoju miasta i wybór scenariusza bazowego.....	184
12.1.1.	Zasoby budowlane	186
12.1.2.	Oświetlenie miejskie oraz transport	192
12.1.3.	Sumaryczne zużycie wyszczególnionych mediów.....	194
12.2.	Analiza uzyskanych prognoz wynikających ze Scenariuszy oraz tło ekonomiczne zmian ...	196
12.3.	Warianty rozwoju systemu ciepłowniczego	197
12.4.	Finansowanie wariantów rozwoju m.s.c. i innych działań energooszczędnych	212
13.	Aktualne plany rozwoju spółek energetycznych i komunalnych.....	220
13.1.	Plany rozwoju wytwórców ciepła i energii elektrycznej	220
13.2.	Plany rozwoju przesyłu i dystrybucji ciepła	223
13.3.	Plany rozwoju systemu przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej.....	225
13.4.	Plany rozwoju systemu gazowniczego.....	226
13.5.	Plany rozwojowe spółek komunalnych.....	227
13.5.1.	KHK S.A.....	227
13.5.2.	MPEC S.A.....	228
13.5.3.	MPK S.A.....	230
13.5.4.	MPO Sp. z o.o.....	231
13.5.5.	WMK S.A.	232
14.	Zaopatrzenie w energię w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa dostaw	233
14.1.	Zagrożenia mogące wystąpić na poziomie lokalnym.....	233
14.2.	Odporność poszczególnych systemów na zagrożenia	235
14.3.	Procedury zapobiegawcze i awaryjne.....	240
14.4.	Analiza ryzyka zaopatrzenia w sytuacjach awaryjnych.....	241
15.	Ocena bezpieczeństwa energetycznego w perspektywie do 2038 oraz do 2050 roku.....	243
16.	Prognozowany efekt ekologiczny powyższych zaplanowanych działań.....	245
16.1.	Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, ciepłej oraz paliw gazowych do 2050r.	245
16.2.	Zwiększenie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych	245
16.3.	Zmniejszenie emisji CO ₂ , pyłu całkowitego, dwutlenku siarki (SO ₂) i tlenków azotu (NO _x)	245
17.	Wskaźniki monitoringu i ewaluacji.....	250
18.	Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko	252
19.	Podsumowanie	253

20.	Literatura	256
-----	------------------	-----

SŁOWNIK

Jednostki:

Dżul (J) - jednostka pracy i energii – w tym ciepła – w układzie SI.

Gigadżul (GJ) - jednostka pracy, energii oraz ciepła w układzie SI równa 1 miliardowi dżuli.

Gigawat (GW) - jednostka mocy równa miliardowi watów.

Gigawatogodzina (GWh) - ilość energii elektrycznej równa pracy wykonywanej przez prąd o mocy 1 gigawata w ciągu jednej godziny.

Kilowatogodzina (kWh) - odpowiada ilości energii zużywanej przez urządzenie o mocy 1 000 watów (W) w ciągu godziny.

Megawat (MW) – jednostka mocy elektrycznej, mechanicznej oraz cieplnej równa milionowi watów.

Teradżul (TJ) - jednostka pracy, energii oraz ciepła w układzie SI równa 1 000 miliardów dżuli.

Wat (W) – jednostka mocy i strumienia energii w układzie SI.

Watogodzina (Wh) - jednostka pracy i energii, odpowiada ilości energii zużywanej przez urządzenie o mocy 1 wata (W) w ciągu godziny.

Pojęcia i skróty:

Jednostka (Jedn.) - umowna, ściśle określona wartość jakiejś wielkości służąca do pomiaru tej wielkości.

Battery Electric Vehicle (BEV) - maszyna w pełni elektryczna, która wprawiana jest w ruch akumulatorami trakcyjnymi ładowanymi z gniazdka bądź przy użyciu pantografu.

Best Available Techniques (BAT) - termin stosowany w dziedzinie ochrony środowiska i regulacji dotyczących przemysłu. Oznacza najlepsze dostępne techniki, procesy i metody, które prowadzą do osiągnięcia najwyższych standardów ochrony środowiska i minimalizowania negatywnego wpływu działalności przemysłowej na środowisko.

Centralne ogrzewanie (c.o.) - dystrybucja ciepła wewnątrz budynku. Ciepło uzyskuje się w jednym, specjalnie przeznaczonym do tego urządzeniu – np. węźle cieplnym.

CEZ Skawina - elektrownia ciepłownicza zlokalizowana w Skawinie, w Polsce. Elektrownia należy do koncernu energetycznego CEZ Group, który jest jednym z największych graczy w branży energetycznej w Europie Środkowej i Wschodniej, działającym w zakresie wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży energii elektrycznej oraz ciepła.

Ciepła woda użytkowa (c.w.u.) - woda znajdująca się w instalacji wodociągowej, spełniająca wymogi stawiane wodzie pitnej i przeznaczonej na cele użytkowe o temperaturze 55-60°C z możliwością okresowego podgrzewania do 70°C w celu dezynfekcji termicznej.

Pakiet „Fit for 55” - zestaw wniosków ustawodawczych mających zmienić i uaktualnić unijne przepisy oraz ustanowić nowe inicjatywy, tak by polityka Unii Europejskiej była zgodna z celami klimatycznymi uzgodnionymi przez Radę i Parlament Europejski. Pakiet wprowadza zmiany w m.in.: dyrektywie

w sprawie systemu handlu uprawnieniami do emisji (ETS) czy dyrektywie w sprawie udziału energii ze źródeł odnawialnych (RES).

Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) - samochody napędzane ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem.

Główny Urząd Statystyczny (GUS) - urząd centralny administracji rządowej zajmujący się zbieraniem i udostępnianiem informacji statystycznych na temat większości dziedzin życia publicznego i niektórych stron życia prywatnego.

Gmina Miejska Kraków (GMK) - Mieszkańcy Krakowa tworzą wspólnotę samorządową - gminę miejską (od 1 stycznia 1999 roku, po kolejnej reformie administracji publicznej kraju, Kraków jest jednocześnie miastem na prawach powiatu).

Grupowy węzeł cieplny - węzeł cieplny obsługujący więcej niż jeden obiekt.

Indywidualny węzeł cieplny - zespół urządzeń służących do transformacji czynnika grzewczego pochodzącego z sieci ciepłowniczej na czynnik o parametrach wymaganych przez wewnętrzne instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (ciepłej wody bez piecyka) dla potrzeb jednego budynku. Węzeł cieplny obsługujący instalację centralnego ogrzewania oraz instalację centralnej ciepłej wody to węzeł dwufunkcyjny, a obsługujący tylko jedną z nich – to węzeł jednofunkcyjny.

Kogeneracja - proces technologiczny, w trakcie którego w tym samym czasie wytwarzane są ciepło i energia elektryczna lub mechaniczna.

Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. (KAPE S.A.) – agencja przygotowująca i realizująca zasady zrównoważonej polityki energetycznej Polski, prowadząca działania zmierzające do racjonalizacji gospodarki energetycznej przy zachowaniu zasad ochrony środowiska oraz poprzez inicjowanie przedsięwzięć proekologicznych związanych z wytwarzaniem, przesyłaniem i użyciem energii.

Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) - instytucja zajmująca się zarządzaniem uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych oraz innych substancji o powiązaniem działaniu przez przedsiębiorstwa przemysłowe.

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (MPZP) - akt prawa miejscowego przyjmowany w formie uchwały rady gminy, określający przeznaczenie, warunki zagospodarowania i zabudowy terenu, a także rozmieszczenie inwestycji celu publicznego.

Miejska sieć ciepłownicza (MSC) - połączone ze sobą urządzenia lub instalacje, służące do przesyłania i dystrybucji ciepła ze źródeł ciepła do węzłów cieplnych.

Miejskie Centrum Obsługi Oświaty w Krakowie (MCOO) - do głównych zadań MCOO należy prowadzenie obsługi administracyjnej, finansowo - księkowej oraz organizacyjnej na rzecz krakowskich jednostek oświatowych oraz realizacja innych zadań np. organizowanie przetargów i realizacja remontów oraz inwestycji związanych z oświatą w Gminie Miejskiej Kraków.

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie (MPEC) - jedna z kluczowych krakowskich spółek komunalnych zapewniająca obecnie ciepło dla ponad 65 procent mieszkańców miasta.

Moc cieplna - ilość ciepła odebranego z nośnika ciepła w ciągu jednostki czasu. Jednostką mocy w układzie SI jest wat (W).

Odbiorca ciepła – podmiot pobierający ciepło na podstawie umowy zawartej z przedsiębiorstwem energetycznym.

Operator systemu dystrybucyjnego (OSD) - przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej, odpowiedzialne za ruch sieciowy w systemie dystrybucyjnym, bieżące i długookresowe bezpieczeństwo funkcjonowania tego systemu, eksploatację, konserwację i remonty sieci dystrybucyjnej oraz jej niezbędną rozbudowę, w tym połączeń z innymi systemami elektroenergetycznymi.

Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) - skrócona nazwa hybrydowego samochodu elektrycznego z możliwością ładowania ze źródła zewnętrznego.

Pod poziomem terenu (p.p.t.) - używany jest przy określaniu głębokości danego obiektu (punktu) pod powierzchnią Ziemi, przy czym punktem odniesienia jest jego rzut (w kierunku siły grawitacji) na powierzchnię terenu.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP 2040) - dokument strategiczny, wyznaczający kierunki rozwoju energetyki w Polsce. Celem Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. jest bezpieczeństwo energetyczne - przy zapewnieniu konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko - biorąc pod uwagę optymalne wykorzystanie własnych zasobów energetycznych.

Polska Grupa Energetyczna S.A. (PGE S.A.) - polska spółka akcyjna, która działa w branży energetycznej. Spółka jest jednym z największych producentów energii elektrycznej w Polsce. PGE zajmuje się wytwarzaniem, dystrybucją i sprzedażą energii elektrycznej i ciepła.

Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o. (PSG Sp. z o.o.) - największa spółka Grupy Kapitałowej PGNiG. Zatrudnia ponad 11 tys. pracowników, działa na terenie całej Polski i dystrybuje gaz poprzez ponad 200 tys. km gazociągów.

Prawo Energetyczne - ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku (Dz. U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.), która reguluje m.in. kwestie związane z planowaną zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Producent ciepła - przedsiębiorstwo ciepłownicze zajmujące się wytwarzaniem energii cieplnej.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ) - krajowy program wspierający gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie zmianom klimatu i adaptację do nich, transport i bezpieczeństwo energetyczne, a także inwestycje w obszary ochrony zdrowia i dziedzictwa kulturowego.

Rura preizolowana - rura, która posiada prefabrykowaną, zewnętrzną warstwę izolacji cieplnej, charakteryzująca się lepszą izolacyjnością, większą trwałością i szybszym montażem.

Sieć ciepła niskoparametrowa – Według dotychczasowych standardów, jest to sieć dla której w temperaturze obliczeniowej (od -24°C do -16°C w zależności od strefy klimatycznej) dostarczana jest woda o temperaturze 85–90°C (w rurociągu zasilającym) i ok. 55–65°C w rurociągu powrotnym. Temperatura zasilania w sieciach czwartej i piątej generacji nie przekraczają 25-35°C.

Sieć ciepła wysokoparametrowa – Według dotychczasowych standardów, jest to sieć dla której w temperaturze obliczeniowej (od -24°C do -16°C w zależności od strefy klimatycznej) dostarczana jest

woda o temperaturze 125–135°C (w rurociągu zasilającym) i ok. 65–80°C w rurociągu powrotnym. Zakłada się stopniowe odchodzenie od sieci wysokoparametrowych.

Sieć ciepłownicza - zespół urządzeń technicznych służących do transportu rurociągowego energii cieplnej od źródła ciepła do odbiorców, za pośrednictwem czynnika (nośnika ciepła).

TAMEH POLSKA SP. z O.O. (TAMEH) – Spółka, w której 100% udziałów posiada TAMEH HOLDING sp. z o.o. Spółka produkuje media energetyczne dla ArcelorMittal Poland S.A.

Warunki techniczne 2021 (WT2021) - zbiór wymogów prawnych i standardów technicznych, które muszą spełniać nowe i termomodernizowane budynki w szczególności w zakresie niskiego zużycia energii.

Wodociągi Miasta Krakowa S.A. (WMK S.A.) - największe w Małopolsce przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne, obsługujące ponad milion użytkowników.

Wysokosprawna kogeneracja - oznacza kogenerację spełniającą kryteria w jednostkach kogeneracyjnych zapewniającą oszczędność energii pierwotnej w wysokości co najmniej 10 % w porównaniu z wartościami referencyjnymi dla rozdzielonej produkcji ciepła i energii elektrycznej.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie (ZTPO) - umożliwia zagospodarowanie wytworzonych przez mieszkańców Krakowa odpadów komunalnych oraz odzyskiwanie z nich energii. w wyniku spalania wyprodukowana zostaje energia elektryczna i energia cieplna. Właścicielem i operatorem ZTPO w Krakowie jest **Krakowski Holding Komunalny S.A.**

1. Wprowadzenie

1.1. Podstawa, cel i z zakres dokumentu

Niniejszy dokument, „Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038” został opracowany zgodnie z umową nr W/I/2893/GK/15/2021 z dnia 09.11.2021 r., zawartą pomiędzy Gminą Miejską Kraków z siedzibą w Krakowie, Pl. Wszystkich Świętych 3-4, a Krajową Agencją Poszanowania Energii S.A. z siedzibą w Warszawie, al. Jerozolimskie 65/79.

Podstawę prawną opracowania stanowi ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku (Dz. U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.), przypisujące gminie zadanie własne, w zakresie planowania i organizacji zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Projekt założeń sporządzany jest dla obszaru gminy co najmniej na okres 15 lat i aktualizowany co najmniej raz na 3 lata.

Celem dokumentu jest ocena stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe w gminie, a także wskazanie przedsięwzięć racjonalizujących użytkowanie energii z uwzględnieniem możliwych i wymaganych prawem oszczędności, wykorzystaniem energii odpadowej, kogeneracji i odnawialnych źródeł energii.

Zgodnie z art. 19 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1385 z późn. zm.) [7] niniejszy dokument określa:

- 1) ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe,
- 2) przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych,
- 3) możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych w instalacjach odnawialnego źródła energii, energii elektrycznej i ciepła użytkowego wytwarzanych w kogeneracji oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych,
- 4) możliwości stosowania środków poprawy efektywności energetycznej w rozumieniu art. 6 ust. 2 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej [8],
- 5) zakres współpracy z innymi gminami.

Przy opracowaniu niniejszego dokumentu uwzględniono dodatkowe wytyczne Gminy Miejskiej Kraków:

1. Wskazano cele strategiczne, jakimi są:
 - transformacja do neutralności klimatycznej miasta nie później niż do 2050 roku, zakładając co najmniej 30% redukcję emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku oraz co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 względem 2018 roku (zgodnie z rekomendacjami Krakowskiego Panelu Klimatycznego [24]),
 - zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego.
2. Wskazano działania planowane przez gminę oraz spółki dystrybucyjne i energetyczne działające w obszarze gminy.
3. Oszacowano przewidywany efekt energetyczny i ekologiczny:
 - zmianę zużycia energii: elektrycznej, cieplnej, gazu,
 - zwiększenie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych,
 - zmniejszenie emisji CO₂, pyłów, tlenków siarki i azotu.
4. Opracowano wskaźniki do monitorowania „Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038”.

1.2. Polityka i planowanie energetyczne

„Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038” jako dokument strategiczny są spójne z dokumentami na szczeblu europejskim, krajowym, regionalnym i lokalnym (dokumenty planistyczne oraz plany i strategie rozwoju miasta).

Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3 oraz Tabela 4 przedstawiają dokumenty oraz główne elementy mające wpływ na założenia do niniejszego dokumentu. Zapisy dokumentów uwzględnionych przy sporządzeniu „Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038” są znacznie szersze i w wielu przypadkach dotyczą nie tylko polityki energetycznej lub planowania energetycznego.

Najważniejszym dokumentem, na poziomie krajowym, jest aktualna Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP 2040) [17]. Dokument wyznacza ramy transformacji energetycznej w kraju uwzględniając wyzwania jakie niosą dla państwa cele Unii Europejskiej tj. cele klimatyczno-energetyczne, Europejski Zielony Ład, dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej. Zgodnie z PEP 2040 transformacja energetyczna winna być oparta na trzech filarach: sprawiedliwa transformacja, zeroemisyjny system energetyczny i dobra jakość powietrza.

Celem polityki energetycznej państwa jest bezpieczeństwo energetyczne, przy zapewnieniu konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko, przy optymalnym wykorzystaniu własnych zasobów energetycznych.

Cele szczegółowe PEP 2040 [17] obejmują cały łańcuch dostaw energii – od pozyskania surowców, przez wytwarzanie i dostawy energii (przesył i rozdział), po sposób jej wykorzystania i sprzedaży:

- Cel 1: Optymalne wykorzystanie własnych zasobów energetycznych,
- Cel 2: Rozbudowa infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej,
- Cel 3: Dywersyfikacja dostaw i rozbudowa infrastruktury sieciowej gazu ziemnego, ropy naftowej i paliw ciekłych),
- Cel 4: Rozwój rynków energetyki,
- Cel 5: Wdrożenie energetyki jądrowej,
- Cel 6: Rozwój odnawialnych źródeł energii,
- Cel 7: Rozwój ciepłownictwa i kogeneracji,
- Cel 8: Poprawa efektywności energetycznej.

Zgodnie z PEP 2040 docelowo ponad połowę mocy zainstalowanych będą stanowić źródła zeroemisyjne. Szczególną rolę odegra w tym procesie zastosowanie morskiej energetyki wiatrowej i uruchomienie elektrowni jądrowych. Jednocześnie z tym, transformacja będzie wymagać zwiększenia wykorzystania OZE w wytwarzaniu ciepła i zwiększenia wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie, również poprzez rozwój elektromobilności i wodoromobilności.

1.2.1. Dokumenty na poziomie unijnym

Tabela 1 przedstawia dokumenty bazowe na poziomie unijnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe uwzględnione przy tworzeniu dokumentu.

Tabela 1 Dokumenty bazowe na poziomie unijnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE UNIJNYM	
Ramy polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030 z 23 października 2014 r. [1]	Do 2030 roku: <ul style="list-style-type: none"> ograniczenie o co najmniej 40% emisji gazów cieplarnianych (w stosunku do poziomu z 1990 roku), przy redukcji emisji do 2030 r. przez sektory objęte unijnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (ETS) i nieobjęte tym systemem wynoszącej, odpowiednio, 43% i 30% w stosunku do roku 2005, zapewnienie co najmniej 27% udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii, poprawa efektywności energetycznej o co najmniej 27%.
Porozumienie Paryskie z grudnia 2015 r. [2]	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie wzrostu średniej temperatury na świecie znacznie poniżej 2°C, a docelowo do 1,5°C względem epoki przedprzemysłowej w celu istotnego ograniczenia ryzyka i szkód wywołanych przez zmianę klimatu.
Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2021/0203 w sprawie efektywności energetycznej [3]	<ul style="list-style-type: none"> poprawa efektywności energetycznej o co najmniej 32,5% w porównaniu z prognozami zużycia energii w przyszłości w oparciu o obecne kryteria, zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w Unii Europejskiej o 26%, a zużycia energii końcowej – o 20% w porównaniu z poziomami z 2005 r., zobowiązane państw członkowskich do osiągnięcia łącznych oszczędności końcowego zużycia energii dla całego okresu objętego obowiązkiem obejmującego lata 2021–2030, równoważnego rocznym nowym oszczędnościom wynoszącym co najmniej 0,8% zużycia energii końcowej, ograniczenie zapotrzebowania na energię w całym łańcuchu energetycznym, w tym podczas wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i końcowego zużycia energii.
Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [4]	<ul style="list-style-type: none"> osiągnięcie co najmniej 32% udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Unii do 2030 r., promowanie stosowania energii z odnawialnych źródeł w celu przeciwdziałania zmianom klimatycznym, ochrony środowiska oraz zmniejszania zależności energetycznej, promowanie rozwoju technologicznego oraz przemysłowego, przy jednoczesnym zapewnieniu rozwoju, w tym nowych miejsc pracy na obszarach wiejskich i odizolowanych, promowanie korzystania z energii odnawialnej w sektorze ogrzewania i chłodzenia poprzez dążenie do zwiększenia udziału energii odnawialnej w tym sektorze orientacyjnie o 1,3 punktu procentowego jako roczna średnia wyliczona dla okresów 2021–2025 i 2026–2030, zaczynając od udziału energii odnawialnej w sektorze ogrzewania

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
	i chłodzenia osiągniętego w 2020 r., wyrażonego jako krajowy udział w zużyciu energii końcowej, <ul style="list-style-type: none"> • zapewnienie, aby odbiorcy końcowi otrzymywali – w łatwo dostępny sposób, na przykład na stronach internetowych dostawców lub w rozliczeniach rocznych, lub na żądanie – informacje na temat efektywności energetycznej i udziału energii odnawialnej w ich systemach ciepłowniczych i chłodniczych, • obowiązek, by dostawcy paliw do 2030 r. zapewnili co najmniej 14% udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii w sektorze transportu.
Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) Nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie) [5]	<ul style="list-style-type: none"> • ograniczenie emisji netto gazów cieplarnianych (emisje po odliczeniu pochłaniania) w Unii do roku 2030 o co najmniej 55% w porównaniu z poziomami z 1990 r., • zerowa emisja netto gazów cieplarnianych w 2050 r.
Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Europejski Zielony Ład z dnia 11 grudnia 2019 (COM/2019/640 final) [6]	<ul style="list-style-type: none"> • zapewnienie czystych, przystępnych cenowo i bezpiecznych dostaw energii w UE, • stworzenie w pełni zintegrowanego, wzajemnie połączonego i cyfrowego unijnego rynku energii, • nadanie priorytetu efektywności energetycznej, poprawienie charakterystyki energetycznej budynków oraz rozwój sektora energetycznego opartego głównie na źródłach odnawialnych, • budowanie i remontowanie w sposób oszczędzający energię i zasoby, • podniesienie rocznego wskaźnika renowacji budynków do 2,4%.
Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (COM(2021) 802 final) [35]	<ul style="list-style-type: none"> • przyjęcie w prognozowanych Scenariuszach prędkości termomodernizacji do opisanego standardu.
Pakiet „Fit for 55” (COM/2021/550 final) [47]	<ul style="list-style-type: none"> • uwzględnienie zmian w dyrektywach oraz regulacjach.
Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Plan REPowerEU COM(2022) 230 final [32]	<ul style="list-style-type: none"> • dywersyfikacja źródeł wytwórczych w systemie ciepłowniczym w analizowanym Wariancie, • odejście od gazu ziemnego w systemie ciepłowniczym w perspektywie do 2050 r. w analizowanym Wariancie, • zastosowanie instalacji wykorzystujących odnawialną energię w systemie ciepłowniczym w analizowanym Wariancie.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie obowiązujących aktów prawnych.

1.2.2. Dokumenty na poziomie krajowym

Tabela 2 przedstawia dokumenty bazowe na poziomie krajowym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe uwzględnione przy tworzeniu dokumentu.

Tabela 2 Dokumenty bazowe na poziomie krajowym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE KRAJOWYM	
Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 – Prawo energetyczne (t.j. Dz. U. z 2023 poz. 295) [7]	<ul style="list-style-type: none"> określenie zadań własnych gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe, określenie zasad kształtowania polityki energetycznej państwa, ustalenie zasad i warunków zaopatrzenia i użytkowania paliw i energii, w tym ciepła oraz działalności przedsiębiorstw energetycznych.
Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2166) [8]	<ul style="list-style-type: none"> określenie środków poprawy efektywności energetycznej do stosowania przez jednostkę sektora publicznego, określenie rodzaju przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, określenie zasad realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii.
Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1378 z późn. zm.) [9]	<ul style="list-style-type: none"> wzrost znaczenia odnawialnych źródeł energii w gospodarce energetycznej przy jednoczesnym zwiększeniu bezpieczeństwa energetycznego oraz zapewnieniu ochrony środowiska, określenie mechanizmów i instrumentów wspierających wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła lub biogazu rolniczego w instalacjach odnawialnego źródła energii, określenie zasad wytwarzania energii elektrycznej przez prosumentów, prosumentów zbiorowych i prosumentów wirtualnych.
Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2022 poz. 1083 z późn. zm.) [10]	<ul style="list-style-type: none"> zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie nisko- lub zeroemisyjnym przyczyniające się do zmniejszenia negatywnego wpływu transportu na środowisko, wspieranie rozwoju elektromobilności oraz upowszechnianie stosowania paliw alternatywnych, wspieranie rozbudowy infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i do tankowania paliw alternatywnych, wspieranie producentów oraz użytkowników ekologicznych środków transportu, wprowadzanie stref czystego transportu.
Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 503 z późn. zm.) [11]	<ul style="list-style-type: none"> ustalenie zasad kształtowania polityki przestrzennej oraz zasad zagospodarowania i zabudowy określonych terenów, określenie zasad wyznaczania obszarów, na których rozmieszczone będą urządzenia wytwarzające energię z odnawialnych źródeł energii o mocy zainstalowanej większej niż 500 kW.

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1029 z późn. zm.) [12]	<ul style="list-style-type: none"> określenie zasad udostępniania informacji o środowisku, w tym ilości i rodzaje pyłów i gazów wprowadzanych do powietrza oraz źródła ich emisji, udostępnianie za pomocą źródeł elektronicznych m.in. w Biuletynie Informacji Publicznej programów ochrony powietrza, Krajowego programu ograniczania zanieczyszczenia powietrza oraz prognozy wielkości emisji.
Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 poz. 2351) [13]	<ul style="list-style-type: none"> określenie wymagań dotyczących m.in. oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (tekst jednolity Dz. U. z 2023 poz. 40) [14]	<ul style="list-style-type: none"> określenie zadań własnych gminy dotyczących zaspokajania zbiorowych potrzeb wspólnoty.
Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 [15]	<ul style="list-style-type: none"> 21-23% udziału OZE w końcowym zużyciu energii brutto (zużycie łącznie w elektroenergetyce, ciepłownictwie i chłodnictwie oraz na cele transportowe), w perspektywie 2030 r. udział OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie będzie zwiększał się o 1,1 pkt proc. średniorocznie tj. do poziomu ok. 28,4%, w transporcie przewiduje się osiągnięcie 14% udziału energii odnawialnej w 2030 r. do 2030 r. przewiduje się wzrost udziału OZE do ok. 32% w elektroenergetyce. na 2030 r. krajowy cel w zakresie poprawy efektywności energetycznej na poziomie 23% w odniesieniu do zużycia energii pierwotnej w porównaniu do prognozy PRIMES 2007, udział ocieplonych budynków mieszkalnych w całości zasobów mieszkaniowych wyniesie 70% w 2030 roku (w porównaniu z 58,8% w 2015), w 2030 r. co najmniej 85% spośród systemów ciepłowniczych lub chłodniczych, w których moc zamówiona przekracza 5 MW spełniać będzie kryteria efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego, do 2030 r. powstanie 300 obszarów zrównoważonych energetycznie na poziomie lokalnym (klastry energii, spółdzielnie energetyczne, itp.), zwiększanie bezpieczeństwa energetycznego, głównie w sferach wytwarzania energii elektrycznej oraz dostaw gazu i ropy naftowej, zwiększenie efektywności energetycznej, zmniejszanie emisyjności poprzez zwiększenie udziału wysokoefektywnych i zero- lub niskoemisyjnych technologii we wszystkich możliwych sektorach gospodarki, rozwój innowacyjnych technologii w sektorze energetycznym, działania w zakresie wewnętrznego rynku energii, głównie w sektorze elektroenergetycznym oraz gazowym, przyczyniające się do zapewnienia energetycznej wystarczalności.
Uchwała nr 8 Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie przyjęcia Strategii	<ul style="list-style-type: none"> rozwój zrównoważony terytorialnie, zrównoważenie systemu energetycznego, rozwój potencjału środowiska naturalnego,

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) [16]	<ul style="list-style-type: none"> • promowanie i inicjowanie lokalnych przedsięwzięć (klastry, spółdzielnie energetyczne itp.) z zakresu wytwarzania energii (ze wskazaniem na rozwój OZE) oraz efektywności energetycznej w celu dążenia do samowystarczalności energetycznej gmin i powiatów (autonomiczne obszary energetyczne), • zwiększanie efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej i mieszkalnych oraz w przedsiębiorstwach, • rozbudowa i modernizacja systemów ciepłowniczych i chłodniczych, • wsparcie dla strategii nisko- i zeroemisyjnych, • wsparcie mechanizmów zarządzania popytem na energię, • wsparcie inteligentnego zarządzania poborem energii w gospodarstwach domowych oraz automatyzacja procesów zarządzania energią.
Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. [17]	<ul style="list-style-type: none"> • wyznaczenie ram transformacji energetycznej w Polsce opierającej się na trzech filarach: <ul style="list-style-type: none"> – sprawiedliwa transformacja uwzględniająca transformacje rejonów węglowych, ograniczenie ubóstwa energetycznego do poziomu max. 6% gospodarstw domowych oraz rozwój nowych gałęzi przemysłu związanego z OZE i energetyką jądrową. Dodatkowo biorąca pod uwagę rozwój oraz modernizację infrastruktury sieciowej, termomodernizacji budynków i elektromobilności, – zeroemisyjny system energetyczny opierający się na działaniach długoterminowych. Filarem ten uwzględnia rozwój morskiej energetyki wiatrowej i energetyki jądrowej oraz zwiększenie roli energetyki obywatelskiej, – dobra jakość powietrza możliwa do osiągnięcia będzie poprzez transformację ciepłownictwa, elektryfikację transportu oraz promowanie domów pasywnych i zeroemisyjnych, wykorzystujących lokalne źródła energii, • potrzeby ciepłe wszystkich gospodarstw domowych do 2040 roku będą pokrywane przez ciepło systemowe oraz zero- lub niskoemisyjne źródła indywidualne, • udział węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej w 2030 roku nie będzie przekraczać 56%, natomiast gaz ziemny będzie stanowił paliwo pomostowe w transformacji energetycznej, • w 2030 roku udział OZE będzie stanowił co najmniej 23% w końcowym zużyciu energii brutto nie mniej niż 32% w elektroenergetyce (głównie en. wiatrowa i PV) 28% w ciepłownictwie (wzrost 1,1 pp. r/r) 14% w transporcie (z dużym wkładem elektromobilności), • do 2030 r. nastąpi redukcja emisji GHG o ok. 30% - nastąpi wzrost wykorzystania technologii wodorowych w stosunku do 1990 r., • zmniejszenie zużycia energii pierwotnej o 23% do 2030 r. (w stosunku do prognoz PRIMES z 2007 r.)

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
Założenia do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r. z marca 2022 r. [18]	<ul style="list-style-type: none"> • dobranie optymalnej krajowej ścieżki w nowych ramach geopolitycznych i gospodarczych, mając na uwadze również ochronę odbiorców przed nadmiernym wzrostem cen energii i pogłębianiem ubóstwa energetycznego, • zwiększenie dywersyfikacji technologicznej i rozbudowa mocy opartych o źródła krajowe, • zdynamizowanie rozwoju OZE we wszystkich sektorach, • zintensyfikowanie termomodernizacji i renowacji budynków, • umożliwienie wykorzystania niskotemperaturowych źródeł ciepła przy zachowaniu komfortu cieplnego odbiorców, • dalsza dywersyfikacja dostaw i zapewnienie alternatyw dla węglowodorów, • wzmacnianie rozwoju sieci elektroenergetycznych, mechanizmów automatyzacji oraz zapewniające wysoki poziom cyberbezpieczeństwa.
Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (t.j. Dz. U. z 2022, poz. 438 z późn. zm.) [20]	<ul style="list-style-type: none"> • zasady i mechanizmy finansowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych oraz przedsięwzięć niskoemisyjnych, • zasady działania centralnej ewidencji emisyjności budynków.
Długoterminowa strategia renowacji budynków luty 2022 [31]	<ul style="list-style-type: none"> • efektywne kosztowo przekształcenie krajowego zasobu budowlanego w budynki o niemal zerowym zużyciu energii, • zaplanowanie liczby termomodernizacji w następnych dekadach z okresem planowania do 2050 roku, • założenie średniego rocznego tempa termomodernizacji na poziomie ok. 3% w jednym ze Scenariuszy rozwoju miasta przy założeniu, że do 2050 roku 65% budynków osiągnie wskaźnik EP nie większy niż 50 kWh/m²-rok, • rekomendowany w strategii plan działania łączy szybki wzrost skali płytkiej termomodernizacji ze stopniowym upowszechnianiem głębokiej, bardziej kompleksowej termomodernizacji w perspektywie do 2030 r.
Projekt - Strategia dla ciepłownictwa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r. [34]	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie produkcji energii z odnawialnych źródeł w systemie ciepłowniczym, • dekarbonizacja systemu ciepłowniczego w perspektywie najbliższych lat w analizowanych Wariantach.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie obowiązujących aktów prawnych.

1.2.3. Dokumenty na poziomie regionalnym

Tabela 3 przedstawia dokumenty bazowe na poziomie regionalnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe uwzględnione przy tworzeniu dokumentu.

Tabela 3 Dokumenty bazowe na poziomie regionalnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE REGIONALNYM	
Strategia Rozwoju Województwa „Małopolska 2030” grudzień 2020 [21]	<ul style="list-style-type: none"> • analiza prognozy trendów rozwojowych województwa oraz uwzględnienie ich w prognozowanych Scenariuszach, • wyzwania i główne kierunki działań: <ul style="list-style-type: none"> – wzrost udziału energii odnawialnej oraz zintensyfikowanie działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej poprzez rozwój energooszczędnego budownictwa, energooszczędnych urządzeń, niskoemisyjnego transportu oraz kogeneracji, – przyspieszenie rozwoju instalacji fotowoltaicznych i pomp ciepła, – racjonalne wykorzystanie zasobów wód termalnych, – wykorzystanie odpadów, ścieków i osadów ściekowych oraz biomasy odpadowej (rolnej, rolno--spożywczej i zieleni miejskiej) do celów energetycznych, – upowszechnianie i edukacja w dziedzinie przechodzenia na pozyskiwanie energii z czystych ekologicznie źródeł.
Regionalny Plan Działań dla Klimatu i Energii dla województwa małopolskiego 18 lutego 2020 [22]	Określenie głównych kierunków działań w zakresie energii i klimatu m.in.: <ul style="list-style-type: none"> • redukcja emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenie efektywności wykorzystania dostępnych zasobów, • dywersyfikacja działań w kierunku popularyzacji niskoemisyjnych źródeł wytwarzania energii przy jednoczesnym wzroście wykorzystania lokalnego potencjału OZE i budowie opartego na ich zintegrowanego i nowoczesnego sektora energii, • zwiększenie dynamiki rozwoju instalacji OZE w latach 2020-2030 w zakresie produkcji ciepła i chłodu oraz energii elektrycznej, • transformacja niskoemisyjna regionu, • wykorzystanie efektu synergii z istniejącymi programami modernizacji, ze szczególnym uwzględnieniem działań mających wpływ na zmniejszenie zużycia energii i emisji zanieczyszczeń powietrza w sektorze komunalnym oraz budynków użyteczności publicznej, • poprawa efektywności energetycznej budynków istniejących oraz stworzenie zintegrowanego i nowoczesnego sektora budowlanego, łączącego nowoczesne technologie z instalacjami OZE, • rozwój ekologicznych rozwiązań transportowych poprzez upowszechnienie dostępu do komunikacji pieszo-rowerowej, hulajnóg elektrycznych oraz elektromobilności, • transformacja sektora transportu poprzez budowę zintegrowanego i nowoczesnego systemu transportowego,

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE REGIONALNYM	
	<ul style="list-style-type: none"> ograniczenie ilości produkcji odpadów oraz ich deponowania w środowisku, a także zapewnienie ich wykorzystania do celów energetycznych, zmniejszenie zapotrzebowania na zasoby i energię w produkcji oraz wzmocnienie gospodarki o obiegu zamkniętym.
Program Ochrony Powietrza dla województwa małopolskiego [23]	Określenie działań do realizacji m.in. w obszarach: <ul style="list-style-type: none"> ograniczenie niskiej emisji i poprawa efektywności energetycznej, ograniczenie emisji z sektora transportu, ograniczenie emisji z działalności gospodarczej.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie obowiązujących aktów prawnych.

1.2.4. Dokumenty na poziomie lokalnym

Tabela 4 przedstawia dokumenty bazowe na poziomie lokalnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe uwzględnione przy tworzeniu dokumentu.

Tabela 4 Dokumenty bazowe na poziomie lokalnym dla Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE LOKALNYM	
Rekomendacje Krakowskiego Panelu Klimatycznego maj 2022 [24]	<ul style="list-style-type: none"> Określenie działań dążących do osiągnięcia neutralności klimatycznej w 2050 r. poprzez m.in.: <ul style="list-style-type: none"> co najmniej 30 proc. redukcję emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku względem 2018 roku, co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej nie później niż do 2050 roku, edukację, promocję, współpracę, doradztwo i wykorzystanie lokalnego potencjału, zwiększenie wolumenu energii z OZE i energetyki społecznej na terenie GMK, ograniczenie zużycia energii i kosztów jej pozyskania.
Strategia Rozwoju Krakowa „Tu chcę żyć. Kraków 2030” luty 2018 [25]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie rozwoju transportu publicznego niskoemisyjnego w prognozowanych Scenariuszach rozwoju miasta, uwzględnienie zakładanej poprawy jakości powietrza poprzez ograniczenie liczby dni z przekroczeniem dopuszczalnego poziomu stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w ciągu roku poprzez dekarbonizację ciepłownictwa.
Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa 2014 [26]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa w prognozowanych Scenariuszach rozwoju Miasta Krakowa.
Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030 sierpień 2019 [27]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie ograniczenia występowania przekroczeń norm stężeń zanieczyszczeń powietrza, w tym epizodów smogowych poprzez dekarbonizację ciepłownictwa oraz kompleksową termomodernizację zasobów budowlanych.

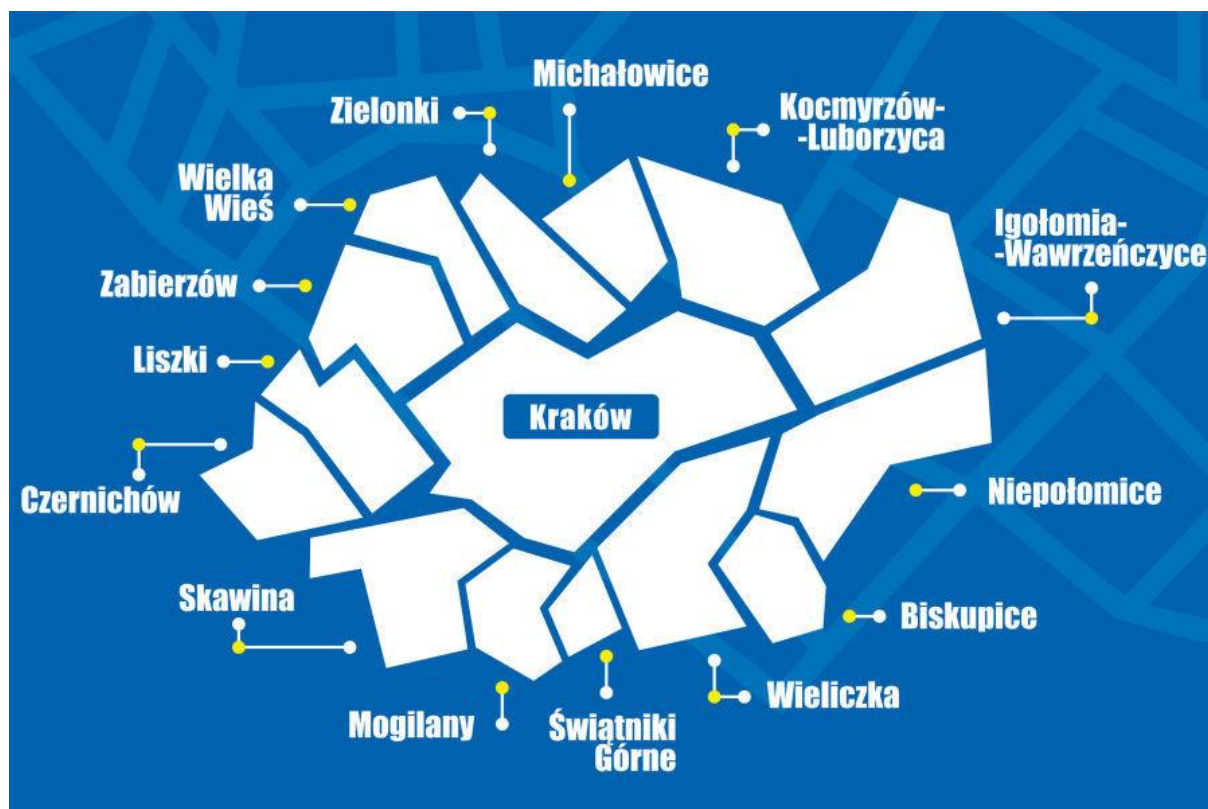
Nazwa dokumentu	Elementy bazowe do Założeń do planu
DOKUMENTY NA POZIOMIE LOKALNYM	
Program Ochrony Środowiska dla Miasta Krakowa na lata 2020-2030, 17 listopada 2021 [28]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie celów głównych celów szczegółowych m.in. w zakresie ochrony powietrza atmosferycznego oraz wskaźniki do monitorowania wyznaczonych celów.
Mapa ciepła dla Krakowa [29]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie danych dotyczących przewidywanych obszarów rozwojowych miasta w najbliższym czasie oraz uwzględnienie ich w prognozowanym rozwoju systemu ciepłowniczego.
Strategia Rozwoju Elektromobilności dla Gminy Miejskiej Kraków kwiecień 2021 [30]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie Planów wdrożenia elektromobilności.
UCHWAŁA NR XVIII/243/16 SEJMIKU WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO z dnia 15 stycznia 2016 roku w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw [38]	<ul style="list-style-type: none"> uwzględnienie ograniczenia w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw w granicach administracyjnych Gminy Miejskiej Kraków

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie obowiązujących aktów prawnych.

2. Charakterystyka Gminy Miejskiej Kraków

2.1. Tło sytuacyjne

Gmina Miejska Kraków położona jest w południowej części Polski, w środkowo zachodniej części województwa małopolskiego (Rysunek 1). Jej powierzchnia wynosi 327 km². Rozciągłość południkowa Krakowa wynosi 18 kilometrów, a równoleżnikowa 31 kilometrów.



Rysunek 1 Gmina Miejska Kraków wraz z gminami ościennymi.

Źródło: Urząd Miasta Krakowa.

Gminami ościennymi są: Igołomia-Wawrzeńczyce, Kocmyrzów-Luborzyca, Koniusza, Liszki, Michałowice, Mogilany, Niepołomice, Skawina, Świątniki Górne, Wieliczka, Wielka Wieś, Zabierzów, Zielonki. Gminy te należą do trzech powiatów sąsiadujących z Krakowem: krakowskiego, wielickiego oraz proszowickiego.

Kraków to miasto na prawach powiatu oraz gmina miejska. Zgodnie ze Statutem Miasta organem stanowiącym i kontrolnym jest Rada Miasta Krakowa, a organem wykonawczym – Prezydent Miasta Krakowa. Terytorialnie miasto Kraków jest podzielone na 18 dzielnic (Rysunek 2).



Rysunek 2 Dzielnice miasta Krakowa.

Źródło: <https://www.bip.krakow.pl/>.

Pod względem powierzchni dzielnice Krakowa różnią się znacznie. Tabela 5 przedstawia liczbę mieszkańców poszczególnych dzielnic miasta, a tabeli wykorzystano warunkowe formatowanie przedstawienia danych, gdzie najbardziej intensywny kolor wskazuje na największe liczby (parametry) i zmienia intensywność koloru wraz ze zmniejszeniem liczb.

Największymi dzielnicami są: Nowa Huta, Dębniki, Zwierzyniec, Podgórze, Swoszowice, Wzgórze Krzesławickie a najmniejszą Bieńczyce, która jest prawie 18 razy mniejsza od Nowej Huty. Równocześnie Bieńczyce posiadają największy wskaźnik gęstości zaludnienia (osób/ha), który wynosi 105,5 osób/ha i jest pięciokrotnie większy od średniego wskaźnika gęstości zaludnienia wynoszącego 21,6 osób/ha.

Wskaźnik gęstości zaludnienia wyznaczony na podstawie pobytu stałego mieszkańców, jest pośrednim wskaźnikiem pozwalającym na określenie stanu dzielnicy pod względem innych parametrów oraz pozwala na określenia stopnia zapotrzebowania na ciepło oraz energię elektryczną dzielnic przynajmniej dla potrzeb mieszkaniowych. Na podstawie tego wskaźnika można wnioskować, że dzielnice Bieńczyce, Mistrzejowice, Prądnik Czerwony, Podgórze Duchackie, Stare Miasto, Grzegórzki, Krowodrza – posiadają stałą, zwartą zabudowę budynkami wielorodzinnymi.

Poza podziałem na duże dzielnice, w Krakowie również jest stosowany podział na 63 strukturalne jednostki urbanistyczne, obszary których nie pokrywają się z granicami dzielnic. Podział na jednostki urbanistyczny jest wykorzystywany w dokumentach strategicznych Krakowa, dokumentach związanych z planami zagospodarowania przestrzennego oraz innych strategicznych opracowaniach mających wpływ na rozwój miasta.

Tabela 5 Liczba mieszkańców poszczególnych dzielnic miasta Kraków wraz z wyszczególnioną powierzchnią oraz gęstością zaludnienia.

Lp.	Oznaczenie Dzielnic	Nazwa	Powierzchnia	Liczba mieszkańców (pobyt stały na dzień 31.12.2021)	Gęstość zaludnienia
Jedn.	[-]	[-]	[ha]	[osób]	[osób/ha]
1	I	Stare Miasto	556,76	29 143	52,3
2	II	Grzegórzki	584,52	29 740	50,9
3	III	Prądnik Czerwony	643,79	46 104	71,6
4	IV	Prądnik Biały	2 341,87	71 788	30,7
5	V	Krowodrza	561,90	29 940	53,3
6	VI	Bronowice	955,96	24 218	25,3
7	VII	Zwierzyniec	2 873,10	20 330	7,1
8	VIII	Dębniki	4 618,87	64 156	13,9
9	IX	Łagiewniki-Borek Fałęcki	541,51	15 282	28,2
10	X	Swoszowice	2 560,40	29 087	11,4
11	XI	Podgórze Duchackie	954,00	54 140	56,8
12	XII	Bieżanów-Prokocim	1 847,39	62 797	34,0
13	XIII	Podgórze	2 566,71	38 725	15,1
14	XIV	Czyżyny	1 225,68	32 407	26,4
15	XV	Mistrzejowice	559,00	50 950	91,1
16	XVI	Bieńczyce	369,90	39 007	105,5
17	XVII	Wzgórze Krzesławickie	2 381,55	20 057	8,4
18	XVIII	Nowa Huta	6 540,99	48 194	7,4
19	nd.	Łącznie	32 683,90	706 065	21,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie <https://www.bip.krakow.pl>.



Rysunek 3 Strukturalne jednostki urbanistyczne miasta Kraków.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie <https://www.bip.krakow.pl>.

Tabela 6 przedstawia dane dotyczące powierzchni terenów (zgodnie z klasyfikacją miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego) oraz ich udziału w łącznej powierzchni jednostek. Zestawienie danych dotyczących ogólnej powierzchni jednostek urbanistycznych oraz podziału terenów wg przeznaczenia dodano do dokumentu w postaci Załącznika 1. Dokonana analiza bazuje na danych opracowanych na potrzeby zmiany Studium w 2014 r. Ze względu na stosunkowo nieaktualne dane, należy spodziewać się pewnych nieścisłości w stosunku do stanu obecnego.

Tabela 6 łączna powierzchnia terenów według przeznaczenia.

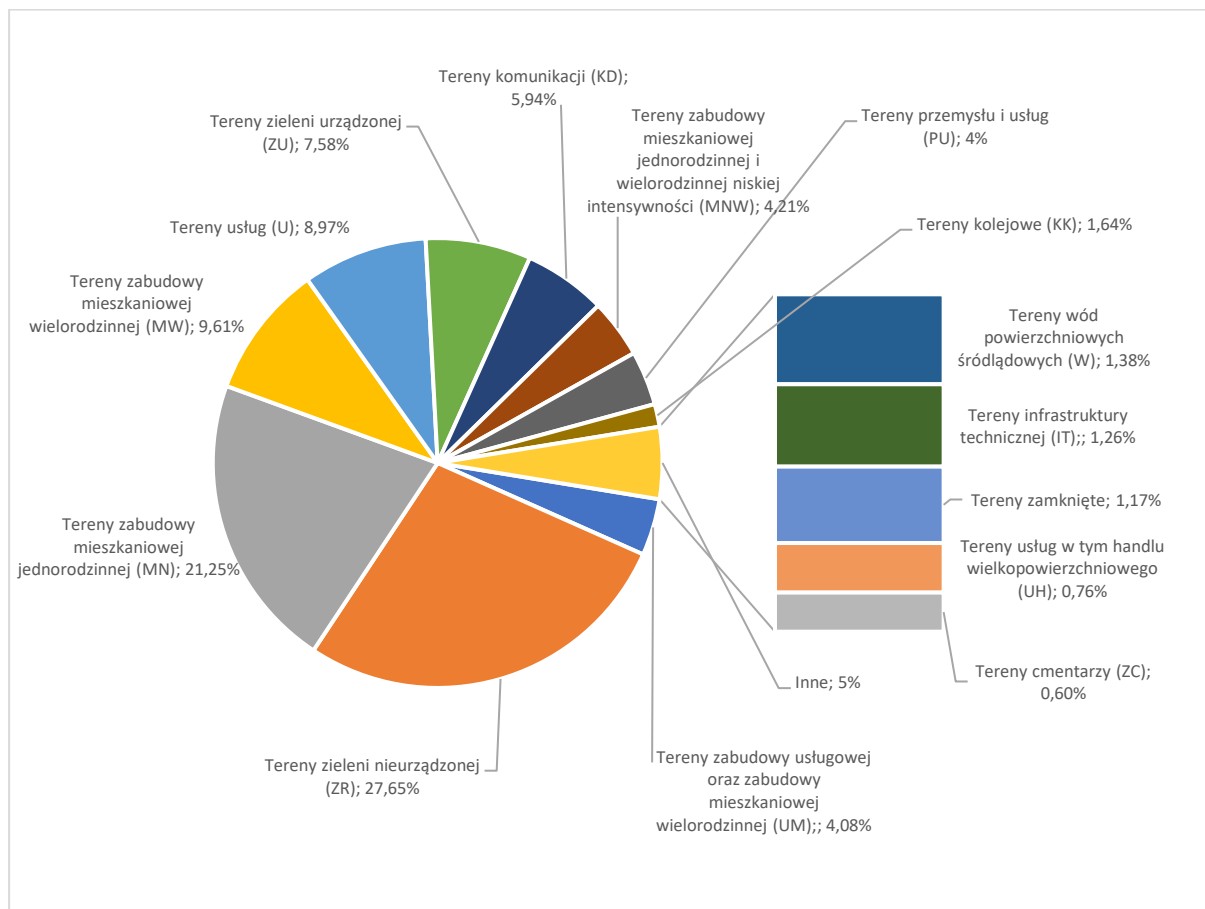
Lp.	Teren	Powierzchnia	Udział
[-]	[-]	[ha]	[%]
1	Zabudowa usługowa oraz zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna (UM)	1331,51	4,08
2	Zieleń nieurządzona (ZR)	9017,54	27,65
3	Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna (MN)	6928,72	21,25
4	Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna (MW)	3132,97	9,61
5	Usługi (U)	2925,6	8,97
6	Zieleń urządzona (ZU)	2472,25	7,58
7	Komunikacja (KD)	1936,24	5,94
8	Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna i wielorodzinna niskiej intensywności (MNW)	1373,31	4,21
9	Przemysłu i usługi (PU)	1273,84	3,91
10	Tereny kolejowe (KK)	533,79	1,64
11	Wody powierzchniowe śródlądowe (W)	448,7	1,38
12	Tereny infrastruktury technicznej (IT);	410,7	1,26
13	Tereny zamknięte	381,18	1,17
14	Usługi w tym handel wielkopowierzchniowy (UH)	247,11	0,76
15	Cmentarze (ZC)	195,08	0,60
16	Suma	32608,54	100,00

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie <https://www.bip.krakow.pl>.

Największy udział w strukturze terenów miasta Kraków posiadają tereny zieleni nieurządzonej (27,65%), a tereny zieleni urządzonej wynoszą 7,58%, co razem przekłada się na 35,23% terenów zielonych na terenie Krakowa. Tak duża ilość zieleni może mieć decydujący wpływ w przyszłości na uzyskanie celu – osiągnięcia neutralności klimatycznej miasta do roku 2050.

Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej obejmują 21,25% wszystkich terenów, tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej obejmuje 9,61%, a tereny usług obejmują 8,97%. Wskazuje to jednoznacznie na potencjał ograniczenia zużycia ciepła, energii elektrycznej oraz paliw gazowych spośród zasobów budowlanych mieszkalnych.

Rysunek 4 przedstawia bilans terenów miasta Kraków według przeznaczenia.



Rysunek 4 Bilans terenów miasta Kraków wg przeznaczenia.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie <https://www.bip.krakow.pl>.

Obszar Gminy Miejskiej Kraków znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego z występującymi cechami klimatu oceanicznego i kontynentalnego. Na przestrzeni ostatnich 70 lat ponad czterokrotnie wzrosła średnioroczna liczba dni upalnych a średnia temperatura podniosła się z 7,8°C do 9,3°C. Zmiany te są zbieżne ze światowym trendem związanym z postępującym ociepleniem klimatu (Tabela 7).

Tabela 7 Średnia liczba dni upalnych oraz średnia temperatura dobowa na przełomie lat 1951-2021.

Lata	Średnia liczba dni upalnych	Średnia temperatura dobowa [°C]
1951-1980	1,50	7,8
1961-1990	1,40	8,0
1971-2000	2,40	8,3
1981-2010	3,90	8,7
1991-2020	5,90	9,1
2001-2021	6,30	9,3

Źródło: <https://meteomodel.pl/>.

W tym obszarze średnioroczne opady wahają się w przedziale od 448 do 1126,3 mm (dane z lat 1951 – 2021). Liczba dni z opadem w ciągu roku waha się od 165 do 241 (źródło: <https://meteomodel.pl/>).

Na specyficzny mikroklimat Krakowa mają wpływ zarówno czynniki antropogeniczne, takie jak emisja zanieczyszczeń powietrza i typowe dla metropolii miejskie wyspy ciepła, zabudowane korytarze przewietrzania jak i usytuowanie miasta w utrudniającej przewietrzanie niecce.

W następnych latach przewiduje się również dynamiczny wzrost średniej liczby dni upalnych. Dalszy wzrost średniej liczby dni upalnych oraz średniej temperatury dobowej może przyczynić się do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w Krakowie. Na chwilę obecną nie można określić dokładnego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

2.2. Uwarunkowania gospodarcze

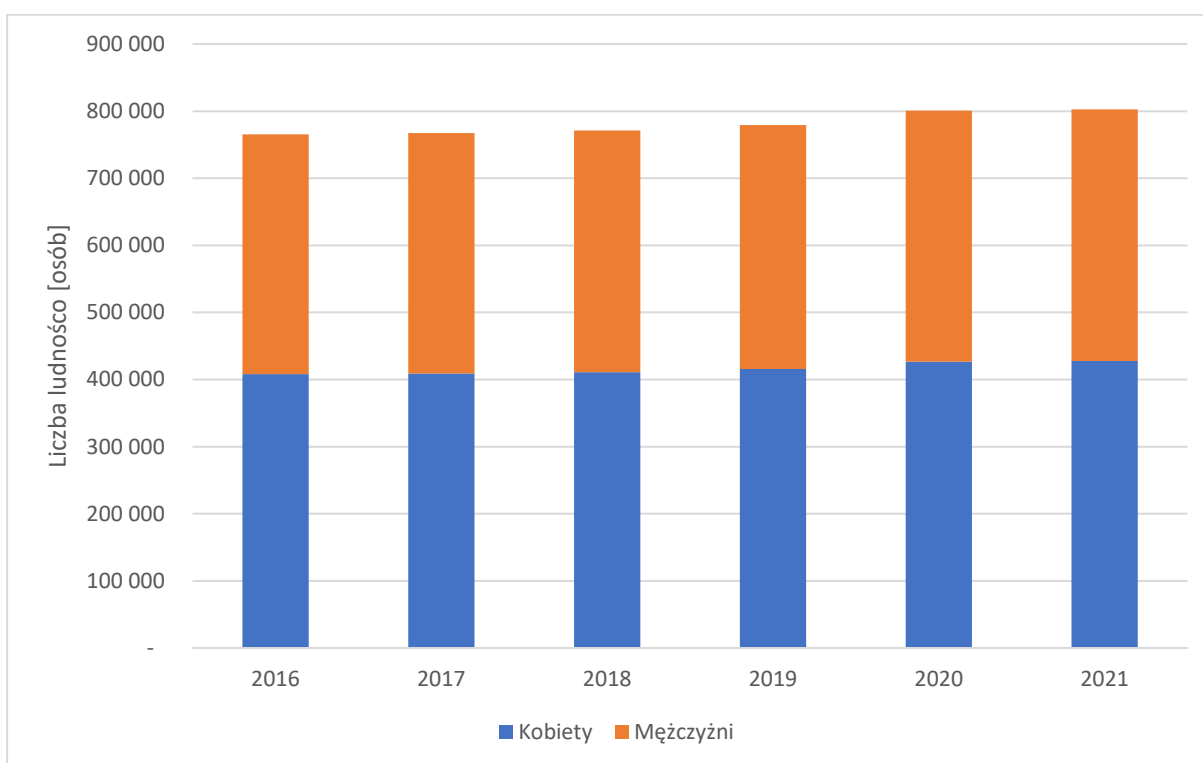
2.2.1. Ludność

Według danych z Głównego Urzędu Statystycznego na koniec roku 2021 Gminę Miejską Kraków zamieszkiwało 802,6 tys. osób, co stanowi 22,9% liczby ludności w województwie małopolskim.

Tabela 8 Liczba ludności w Gminie Miejskiej Kraków w 2016-2021.

Rok	Liczba ludności	Kobiety	Mężczyźni
2016	765 320	408 223	357 097
2017	767 348	409 210	358 138
2018	771 069	411 204	359 865
2019	779 115	415 628	363 487
2020	800 531	426 639	373 892
2021	802 583	427 768	374 815

Źródło: Dane Głównego Urzędu Statystycznego oraz „Kraków w liczbach 2016-2022”.



Rysunek 5 Liczba mieszkańców Gminy Miejskiej Kraków z podziałem na płeć.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych „Kraków w liczbach 2016-2022”.

Na przestrzeni lat 2016-2021 obserwowany jest wzrost liczby ludności w Krakowie. W latach 2016-2021 liczba ludności wzrosła z 765 320 do 802 583 osób.

Jak wynika z danych GUS, liczba ludności na terenie Krakowa rośnie. Udział kobiet w ogóle ludności w 2021 roku wynosił 53,4%, natomiast mężczyzn 47,6%. Na przestrzeni lat ta tendencja się utrzymuje z małymi odchyleniami tj. 53,3% kobiet do 47,7% mężczyzn. Nieznacznie rosnąca liczba ludności spowodowana jest migracją osób do miasta z okolicznych gmin, dużą ilością uczelni i pozostających w mieście co roku studentów, a także dynamicznym rozwojem centrów usług wspólnych w Krakowie.

2.2.2. Zasoby mieszkaniowe i użyteczności publicznej

Na terenie Gminy Miejskiej Kraków przeważa zabudowa mieszkaniowa. W roku 2021 na terenie gminy znajdowały się zasoby budowlane o łącznej powierzchni nieco ponad 41,5 mln m², z czego nieco ponad 2,7 mln m² powierzchni należało do budynków objętych ochroną konserwatorską. Zapotrzebowanie energetyczne wspomnianych zasobów opisane zostało w rozdziale 3.3. Zasoby budowlane ocenia się na stan dobry. z wyszczególnionych kategorii budynków na terenie miasta znajduje się około 28 mln m² powierzchni budynków mieszkalnych, 2,3 mln m² powierzchni budynków biurowych, 1,9 mln m² powierzchni budynków handlowo-usługowych, 2,3 mln m² powierzchni budynków oświaty, nauki i kultury, 1,9 mln m² powierzchni budynków przemysłu, transportu i rolniczych, 660 tys. m² budynków szpitali i innych budynków opieki zdrowotnej. Pozostała powierzchnia zostały określone jako zasoby budowlane, które nie są ogrzewane.¹

¹ Ewidencja gruntów i budynków (EGiB)

Miasto zarządza łącznie 612 budynkami użyteczności publicznej tj. obiekty edukacyjne, opieki społecznej, oraz inne budynki użyteczności publicznej, w tym budynki o charakterze biurowym. Podstawowe wskaźniki dotyczące zużycia mediów w roku 2021 dla poszczególnych grup budynków przedstawia Tabela 9.

Tabela 9 Gminne budynki znajdujące się na terenie Krakowa wraz z wyszczególnieniem rodzaju oraz mocą zamówioną.

Grupa	Liczba budynków [szt.]	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Liczba użytkowników [szt.]	Moc zamówiona energii cieplnej [kW]
Budynki biurowe	25	69 786	880	4 466
Budynki przedszkolne/żłobki	145	163 122	19 326	12 865
Budynki służby zdrowia	2	71 039	1 031	3 194
Budynki szkolne	185	734 458	76 379	42 613
Budynki użyteczności publicznej	194	337 406	14 016	18 992
Budynki zamieszkania zbiorowego	61	152 782	7 648	8 599

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Tabela 10 Gminne budynki znajdujące się na terenie Krakowa wraz z wyszczególnieniem rodzaju oraz zużyciem poszczególnych mediów.

Grupa	Energia elektryczna		Energia cieplna		Gaz		Woda	
	[MWh]	[kWh/m ² /rok]	[MWh]	[kWh/m ² /rok]	[MWh]	[kWh/m ² /rok]	[m ³]	[m ³ /os/rok]
Budynki biurowe	3 914	56,08	6 331	90,72	371	5,32	17 268	19,6
Budynki przedszkolne/żłobki	3 309	20,29	18 356	112,53	6 483	39,74	114 841	5,9
Budynki służby zdrowia	6 684	94,08	11 428	160,87	-	-	52 323	50,8
Budynki szkolne	11 105	15,12	70 456	95,93	11 070	15,07	220 985	2,9
Budynki użyteczności publicznej	12 111	35,90	27 371	81,12	5 636	16,70	96 036	6,9
Budynki zamieszkania zbiorowego	4 578	29,97	14 576	95,41	2 183	14,29	157 670	20,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

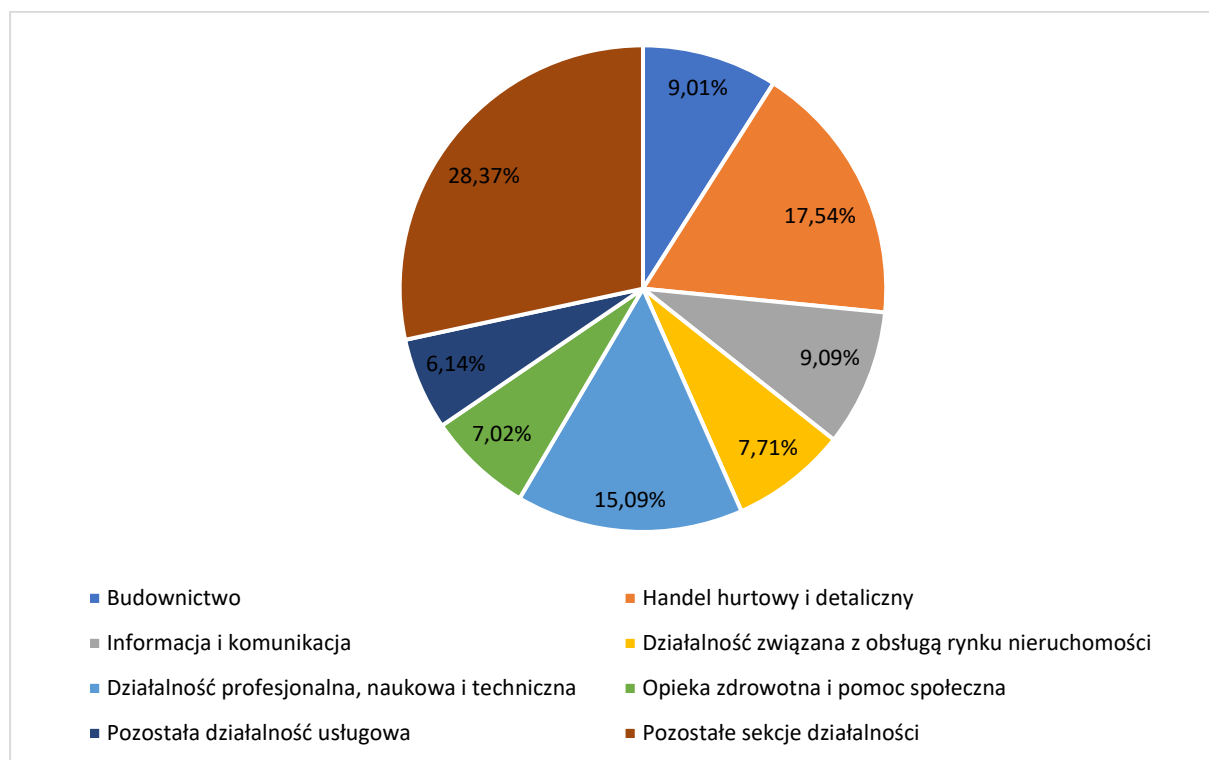
Wśród budynków zarządzanych przez Miasto, najliczniejszą grupę stanowią budynki użyteczności publicznej, które nie zostały ujęte w pozostałych grupach (194 budynki). Kolejnymi grupami pod względem liczności są budynki szkolne (185 budynków) oraz budynki przedszkolne/żłobki (145 budynków). Grupą budynków zużywającą najwięcej energii elektrycznej w przeliczeniu na m² powierzchni są budynki biurowe. Jest to grupa budynków z największym potencjałem oszczędności

energii. Pozostałe grupy budynków zużywają zbliżone ilości energii elektrycznej w przeliczeniu na m² powierzchni. Grupą budynków zużywającą najwięcej energii cieplnej są budynki przedszkolne/żłobki. Spowodowane jest to zapewnieniem niezbędnego komfortu cieplnego dla dzieci. Budynki służby zdrowia są grupą budynków zużywającą najmniej energii cieplnej w przeliczeniu na m² powierzchni. W przypadku zużycia wody w przeliczeniu na osobę, grupą budynków zużywającą najwięcej wody są budynki służby zdrowia. Jest to związane z nieprzerwanym funkcjonowaniem placówek oraz ich specjalistyczną działalnością.

2.2.3. Podmioty gospodarcze

Według stanu na koniec roku 2021 w rejestrze REGON wpisanych było 158,1 tys. przedsiębiorstw z siedzibą w Krakowie, z czego 99,1 tys. stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą. 10% podmiotów miało zawieszoną działalność gospodarczą.

Jako przeważający rodzaj prowadzonej działalności, podmioty najczęściej deklarowały (według stanu 2021 r.) handel; naprawę pojazdów samochodowych – 28,0 tys. (17,5% ogólnej liczby podmiotów), a następnie działalność profesjonalną, naukową i techniczną – 23,9 tys. (15,1%), budownictwo – 14,4 tys. (9,0%) oraz informację i komunikację – 14,5 tys. (9,1%). Podmioty gospodarki wpisane do rejestru REGON na rok 2021 przedstawia Rysunek 6.



Rysunek 6 Podmioty gospodarki wpisane do rejestru REGON na rok 2021 działające na terenie Krakowa.
 Źródło: Bank Danych Lokalnych.

Obecna sytuacja gospodarczo-polityczna znajduje odzwierciedlenie pośród podmiotów gospodarczych funkcjonujących na terenie Krakowa. Ze względu na trwający od 2020 r. do 2022 r. stan zagrożenia epidemiologicznego, sektor działalności usługowej uległ zmniejszeniu. W przyszłych latach prognozuje się wzrost liczby podmiotów świadczących działalność usługową. W przyszłych latach prognozowany wzrost liczby działalności świadczących usługi może wiązać się ze wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną oraz energię cieplną.

Według przewidywanej liczby pracujących (stan 2021 r.) dominowały małe firmy, tj. o liczbie pracujących poniżej 10 osób, które stanowiły 96,7% ogólnej zbiorowości podmiotów. Podmioty o przewidywanej liczbie pracujących 10–49 osób stanowiły 2,7%, a jednostki duże, tj. powyżej 49 pracujących – 0,6% ogólnej liczby podmiotów.

Zgodnie z Raportem o stanie Gminy w 2021 roku Gmina Miejska Kraków była właścicielem 11 jednoosobowych spółek:

- Krakowski Holding Komunalny S.A.,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A.,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne S.A.,
- Wodociągi Miasta Krakowa S.A. (dawne Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A.),
- Arena Kraków S.A. (dawna Agencja Rozwoju Miasta S.A.),
- Agencja Rozwoju Miasta Krakowa Sp. z o.o.,
- Centrum Giełdowe Balicka Sp. z o.o.,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Sp. z o.o. w Krakowie,
- Trasa Łagiewnicka S.A.,
- Miejska Infrastruktura Sp. z o.o. w likwidacji,
- KRAKÓW5020 Sp. z o.o.

Gmina Miejska Kraków posiadała również udziały w spółkach :

- 99,51% Kraków Nowa Huta Przyszłości S.A.,
- 33,64% Miejski Klub Sportowy CRACOVIA Sportowa S.A.,
- 17,01% Towarzystwo Budownictwa Społecznego KRAK-SYSTEM S.A.,
- 1,04% Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków Balice Sp. z o.o.,
- 0,31% Krakowski Park Technologiczny Sp. z o.o.,
- 0,20% Agencja Rozwoju Gospodarczego Kraków-Wschód Sp. z o.o.

Poprawna realizacja bieżących zadań oraz rozwój wyżej wymienionych spółek, będzie mieć decydujący wpływ na osiągnięcia wysoko stawianych celów, takich jak transformacja dążąca do neutralności klimatycznej miasta nie później niż do 2050 roku przy zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego na tle stałego rozwoju miasta we wszystkich dziedzinach. Spełnienie stawianych celów jest możliwe przy synergistycznym podejściu (współdziałaniu dwóch albo więcej czynników z uzyskaniem większego efektu od łącznej interakcji niż od efektu ich pojedynczego działania) co wymaga: współdziałania wszystkich podmiotów, w różnorodnych obszarach; posiadania odpowiedniej ilości zasobów (wykwalifikowane kadry, finansowe, czasowe, inne); posiadanie strategii działań oraz uwzględnienie wyżej wymienionej strategii we wszystkich strategicznych oraz planistycznych dokumentach oraz szybkiego reagowania na czynniki zewnętrzne, będące poza zasięgiem jednostki samorządu terytorialnego.

2.3. Gospodarka odpadami komunalnymi oraz wodno-ściekowa

Gospodarka odpadami komunalnymi

Zgodnie z przepisami, odpowiedzialność za zorganizowanie odbioru i zagospodarowania odpadów komunalnych odebranych od właścicieli nieruchomości położonych na terenie Krakowa ponosi Gmina Miejska Kraków. Od mieszkańców odbierane są zarówno niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne, odpady selektywnie zbierane frakcji surowcowych (papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła) jak i odpady kuchenne ulegające biodegradacji. Na terenie Gminy Miejskiej Kraków odpady komunalne odbiera konsorcjum czterech firm, wybranych w drodze postępowania o zamówieniach publicznych w trybie przetargu nieograniczonego.

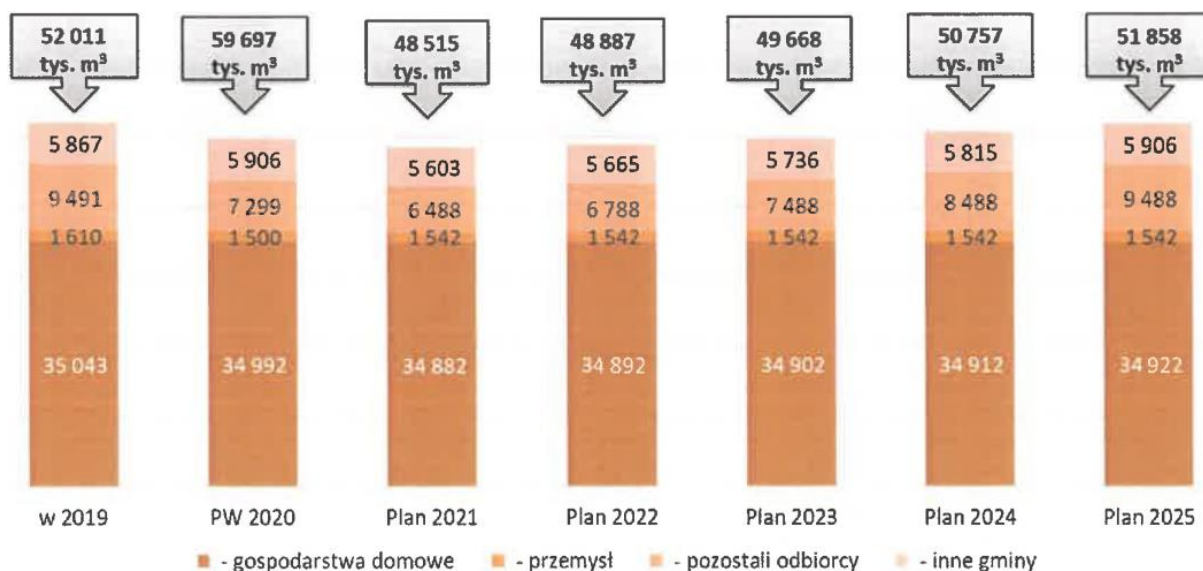
Na terenie Miasta Krakowa działa 6 gminnych instalacji zagospodarowujących odpady:

- Instalacja do mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, ul. Krzemieniecka,
- Sortownia selektywnie zbieranych odpadów komunalnych Barycz, ul. Krzemieniecka,
- Kompostownia odpadów zielonych Barycz, ul. Krzemieniecka,
- Składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne Barycz, ul. Krzemieniecka,
- Zakład Demontażu Odpadów Wielkogabarytowych i Zużytego Sprzętu Elektrycznego i Elektronicznego, ul. Nowohucka,
- Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPO), ul. Giedroycia.

Gospodarka wodno-ściekowa

Firmą odpowiadającą za gospodarkę wodno-ściekową na terenie Gminy Miejskiej Kraków jest spółka Wodociągi Miasta Krakowa S.A., realizujące zadania własne Gminy w zakresie zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków. Wodociągi Miasta Krakowa to największe w Małopolsce przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne.

W Krakowie od wielu lat obserwowalny jest coroczny spadek zużycia wody przypadające na mieszkańca gminy. W 2019 roku zużycie wody wyniosło 3,87 m³/m-c. W dokumencie „Plan rzeczowo-finansowy na lata 2021-2025 Wodociągów Miasta Kraków Spółka Akcyjna oszacowano, że przeciętne miesięczne zużycie wody na mieszkańca Krakowa obniży się z 3,84 m³/m-c w 2021 roku do 3,82 m³/m-c w 2025 roku [48].



Rysunek 7 Planowany odbiór ścieków przez Wodociągi Miasta Krakowa S.A. w latach 2019-2025.

Źródło: Plan rzeczowo-finansowy na lata 2021-2025 Wodociągów Miasta Krakowa Spółka Akcyjna z dnia 11 stycznia 2021 roku.

Ze względu na nieznaczne prognozowane zmiany dotyczące planowanego odbioru ścieków do 2025 r. potencjał wykorzystania ciepła odpadowego poprzez wykorzystanie pomp ciepła ze ściekami jako dolne źródło ciepła nie ulegnie znaczącym zmianom.

2.4. Kierunki zagospodarowania przestrzennego

Kierunki rozwoju miasta wyznacza Strategia Rozwoju Krakowa „Tu chcę żyć. Kraków 2030”, przyjęta uchwałą Nr XCIV/2449/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 7 lutego 2018 r. Wyznaczono w niej sześć celów strategicznych i osiemnaście operacyjnych określających kierunki działań mających na celu rozwój obszaru.

Tabela 11 Cele strategiczne – „Tu chcę żyć. Kraków 2030”.

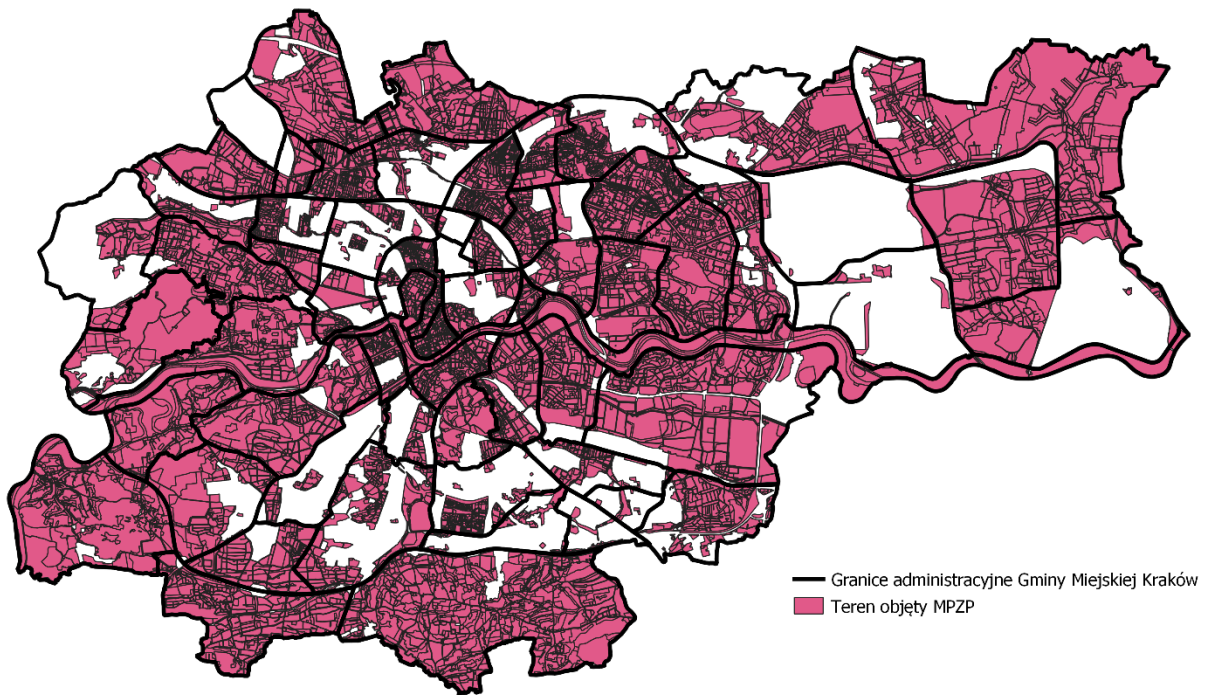
Nr.	Cele strategiczne	Cele operacyjne
I	Kraków – otwartą i harmonijną metropolią o znaczeniu międzynarodowym w sferach: innowacji, nauki, gospodarki i kultury	I.1 Kraków – węzłem w sieci metropolii Polski, Europy i świata I.2 Skoordynowane wykorzystywanie potencjałów Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego (KOM)
II	Kraków – miasto rozwijające gospodarkę opartą na wiedzy	II.1 Współpraca nauki, biznesu i samorządu II.2 Wspieranie innowacyjności przedsiębiorstw II.3 System kształcenia dostosowany do potrzeb gospodarki opartej na wiedzy
III	Kraków – kreatywna i korzystająca z potencjału kulturowego nowoczesna metropolia	III.1 Kraków – miastem europejskiej stolicy kultury III.2 Wysokie kompetencje kulturalne mieszkańców
IV	Kraków – miasto przyjazne do życia	IV.1 Powszechnie dostępna, wysokiej jakości przestrzeń publiczna IV.2 Zrewitalizowane obszary miejskie

Nr.	Cele strategiczne	Cele operacyjne
		IV.3 Zrównoważone Środowisko IV.4 Przyjazny mieszkańcom, efektywny i ekologiczny system transportowy IV.5 Wysoki poziom bezpieczeństwa w Krakowie IV.6 Powszechność realizacji idei zdrowego i aktywnego życia
V	Silna wspólnota samorządowa mieszkańców Krakowa	V.1 Wysoki poziom partycypacji społecznej mieszkańców V.2 Silny sektor organizacji społecznych (pozarządowych) V.3 Spójność społeczna
VI	Kraków – nowoczesnie zarządzana metropolia	VI.1 Przyjazna i sprawna administracja VI.2 Wysoka jakość strategicznego zarządzania miastem

Źródło: Uchwała Nr XCIV/2449/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 7 lutego 2018 r.

Warunki przestrzenne, dzięki którym cele i zadania wskazane w Strategii Rozwoju będą mogły być osiągnięte zostały określone w „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa”. Zostały one uchwalone 16 kwietnia 2003 r. uchwałą nr XII/87/03 Rady Miasta Krakowa zmienioną uchwałą Nr XCIII/1256/10 z dnia 3 marca 2010 r. oraz uchwałą Nr CXII/1700/14 z dnia 9 lipca 2014 r. (wraz z późniejszymi zmianami UCHWAŁA NR LXXI/1991/21 RADY MIASTA KRAKOWA z dnia 3 listopada 2021 r. oraz UCHWAŁA NR CXIII/2957/18 RADY MIASTA KRAKOWA z dnia 10 października 2018 r.). W styczniu 2018 rozpoczęto proces opracowania nowego Studium. Zakończenie prac przewidziane jest na IV kwartał 2023. Jako jedno z kluczowych założeń przyjęto „Kraków zeroemisyjny i przygotowany do zmian klimatu”.

Studium określa Kraków jako europejską metropolię, ośrodek nowoczesnej gospodarki i wysokich technologii, nauki, kultury i turystyki, a jednocześnie miasto przyjazne mieszkańcom, atrakcyjne dla zamieszkania i pobytu. Kraków ma być miastem o strukturze policentrycznej, z wyraźną dominacją centrum miasta otoczonego pierścieniem obszaru Śródmiejskiego oraz kilkoma mocnymi centrami miejskimi skupiającymi funkcje o znaczeniu metropolitalnym. Centrum miasta tworzą zabytkowe układy urbanistyczne Starego Miasta, Kazimierza, Kleparza, Wesołej i Podgórze. Głównymi centrami rozwoju są obszary aktywizacji funkcji nauki, kultury i techniki oraz inne centra rozwoju gospodarczego. Rejonami o największym potencjale dla koncentrowania zabudowy są miejsca węzłowe, czyli miejsca o najlepszej dostępności. Główne, oprócz Centrum, węzły aktywności metropolitalnych krystalizować się będą w rejonach objętych projektami strategicznymi: „Balice” „Nowa Huta – Przyszłości”, „Płaszów-Zabłocie”, a także w rejonach: Rondo Ofiar Katynia, Bora-Komorowskiego, Czyżyny, Centrum Nowej Huty, Zakopiańska, Pychowice.



Rysunek 8 Tereny objęte MPZP (76,3% powierzchni) wraz z zaznaczonymi granicami administracyjnymi Gminy Miejskiej Kraków.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

2.5. Ograniczenia terenowe w rozwoju systemów energetycznych

Utrudnienia w rozwoju systemów energetycznych można podzielić na trzy grupy:

- czynniki związane z elementami geograficznymi,
- czynniki związane z istnieniem obszarów podlegających ochronie,
- czynniki związane z intensywną urbanizacją terenów.

Do najważniejszych czynników geograficznych utrudniających rozwój systemów energetycznych na terenie Krakowa należą:

- akweny i ciekі (np. rzeka Wisła),
- obszary zagrożone zniszczeniami powodziowymi,
- tereny bagienne,
- obszary niestabilizowane geologicznie,
- trasy komunikacyjne,
- obszary o specyficznej rzeźbie terenu.

Utrudnienia związane z terenami chronionymi mają charakter obszarowy. W Krakowie najczęściej występują:

- obszary przyrody chronionej,
- kompleksy leśne,
- obszary urbanistyczne objęte ochroną konserwatorską oraz zabytki architektury,

- obszary objęte ochroną archeologiczną,
- cmentarze oraz tereny kultu religijnego,
- tereny zamknięte.

Podczas rozbudowy systemów energetycznych na intensywnie zurbanizowanych terenach w Krakowie mogą wystąpić następujące utrudnienia związane z szeregiem lokalnych uwarunkowań m.in. własnością terenu, czy zapisami Miejskowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP):

- własność terenu i konieczność posadowienia infrastruktury liniowej na gruntach obcych (zgody formalno-prawne),
- konieczność posiadania zgody: konserwatora zabytków, archeologa,
- konieczność prowadzenia systemów sieciowych wzdłuż ulic w gęstej zabudowie,
- konieczność przejściowych zmian organizacji ruchu ulicznego,
- istniejące techniczne uzbrojenie terenu,
- transport, magazynowanie i montaż elementów rurociągów na placu budowy.

3. Ocena stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na energię

3.1. System zaopatrzenia miasta w ciepło

Zaspokojenie potrzeb Gminy Miejskiej Kraków w ciepło odbywa się poprzez wykorzystanie ciepła sieciowego, kotłowni lokalnych oraz źródeł indywidualnych. Na terenie Gminy Miejskiej Kraków podmiotem odpowiedzialnym za dostarczanie ciepła sieciowego do odbiorców końcowych jest Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. Odbiorcy końcowi nieposiadający przyłącza do sieci ciepłej zaspokajają własne potrzeby cieplne z indywidualnych źródeł gazowych, elektrycznych i instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Wykorzystywana sieć ciepła jest głównie siecią wysokoparametrową w której temperatura zasilania wynosi $t_z=135^{\circ}\text{C}$, w warunkach obliczeniowych, przed transformacją w węźle cieplnym. Mniejszy udział w sieci ciepłej posiada sieć niskotemperaturowa, zasilana z węzłów grupowych. Istniejące odcinki sieci niskoparametrowych są obecnie wymieniane na wysokoparametrowe. Do części odbiorców przemysłowych zlokalizowanych przy źródłach systemowych, jest również dostarczana para technologiczna (dostarczana jest przez PGE Energia Ciepła S.A.).

3.1.1. Źródła ciepła

3.1.1.1. Źródła systemowe

System ciepłowniczy Gminy Miejskiej Kraków jest zaopatrywany w ciepło z trzech centralnych źródeł:

- PGE Energia Ciepła S.A. Oddział 1 w Krakowie (68%),
- CEZ Skawina S.A. (23%),
- Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A. (9%).

W nawiasach podano procentowy udział wytwarzania ciepła z poszczególnych źródeł.

PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie

Krakowska elektrociepłownia wyposażona jest w 4 bloki energetyczne i kotły olejowe HOB. Proces produkcji energii z bloków energetycznych nr 1-4 prowadzony jest w oparciu o spalanie węgla kamiennego. Kotły OP-380, OP-430 są kotłami pyłowymi, dwuciągowymi. Paliwo podawane jest w postaci mieszanki pyłowo-powietrznej. Do rozpalania kotłów używany jest olej opałowy lekki. Zgodnie z koncesją, całkowita moc zainstalowana elektryczna wynosi 480 MWe a całkowita moc zainstalowana cieplna 1644 MWt. Wytworzona w zakładzie energia cieplna dostarczana jest głównie do miejskiej sieci ciepłowniczej. Charakterystykę jednostek wytwórczych PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie przedstawia Tabela 12.

Tabela 12 Parametry podstawowych urządzeń wytwórczych w PGE Energia Ciepła.

Nazwa urządzenia	Typ	Liczba/Moc [MW]	Moc	
			[MW _T]	[MW _e]
Kocioł parowy	OP-380	2x 306	612	-
Kocioł parowy	OP-430	2x 306	612	-
Kocioł wodny węglowy	WP-120	1x 140	140	-
Kocioł wodny olejowy	Condor Boiler HW07	8x 35	280	-
Turbozespół	-	4x 120	-	480
Suma		17	1 644	480

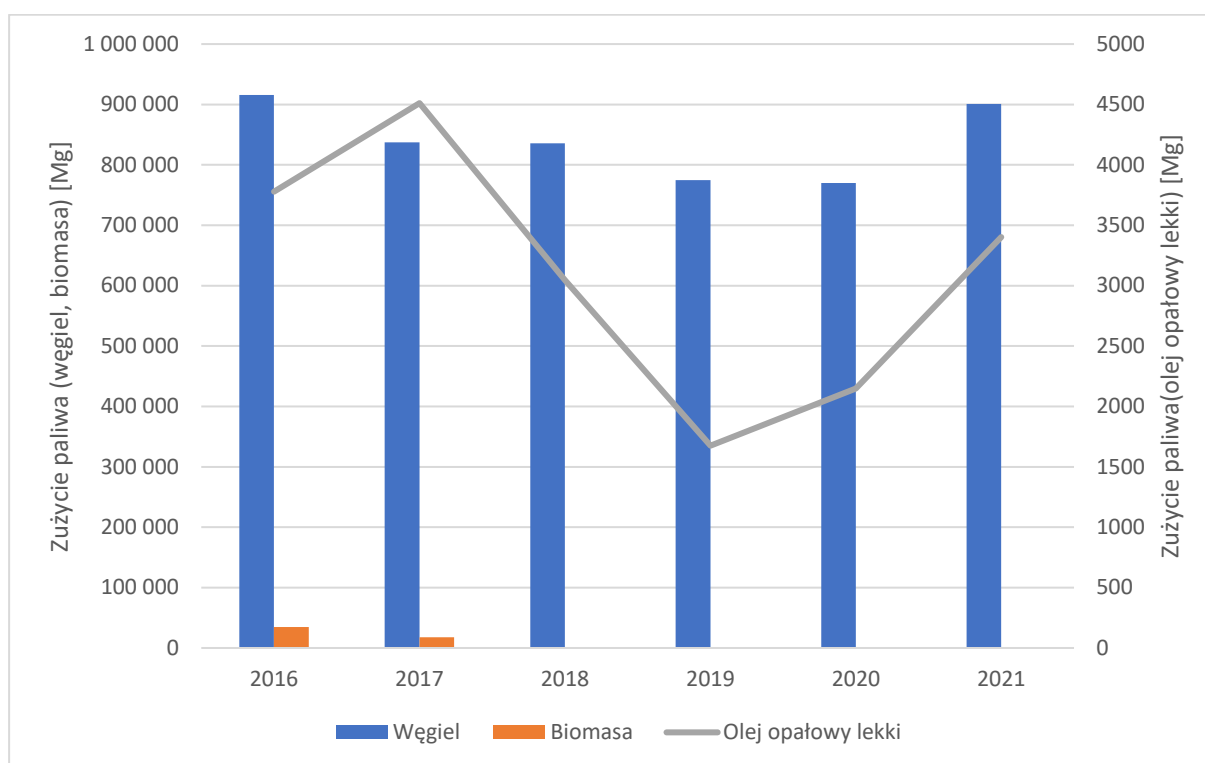
Źródło: PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.

Zużycie paliw przez poszczególne kotły przedstawia Tabela 13. Z przedstawionych danych dotyczących zużycia węgla oraz lekkiego oleju opałowego w latach 2016-2021 przez PGE EC nie można jednoznacznie określić żadnych trendów.

Tabela 13 Dane zużycia paliwa w PGE EC w Krakowie w latach 2016-2021.

Paliwo	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stopniodni	°C*dni	3587,8	3768,3	3414,3	3402,9	3500,4	3870,6
Węgiel	Mg	915 847	837 224	835 646	774 453	769 684	900 760
Biomasa	Mg	34 959	17 922	0	0	0	0
Olej opałowy lekki	Mg	3 777	4 511	3 047	1 675	2 147	3 402

Źródło: PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.



Rysunek 9 Zużycie paliwa w PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez w PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.

W latach 2016-2021 zużycie poszczególnych paliw ulegało dynamicznym zmianom. W latach 2016-2018 zużycie węgla oraz oleju opałowego w PGE Energia Ciepła znacząco zmalało. W latach 2018-2021 można zaobserwować dynamiczny wzrost zużycia obu paliw. Trend ten może być ściśle związany z liczbą stopniodni w analizowanych latach. Ze względu na znaczny wpływ temperatury na zużycie paliwa, wyciągnięte wnioski z analizy krótkiego okresu czasu (lata 2016-2021) może wiązać się ze znacznym błędem.

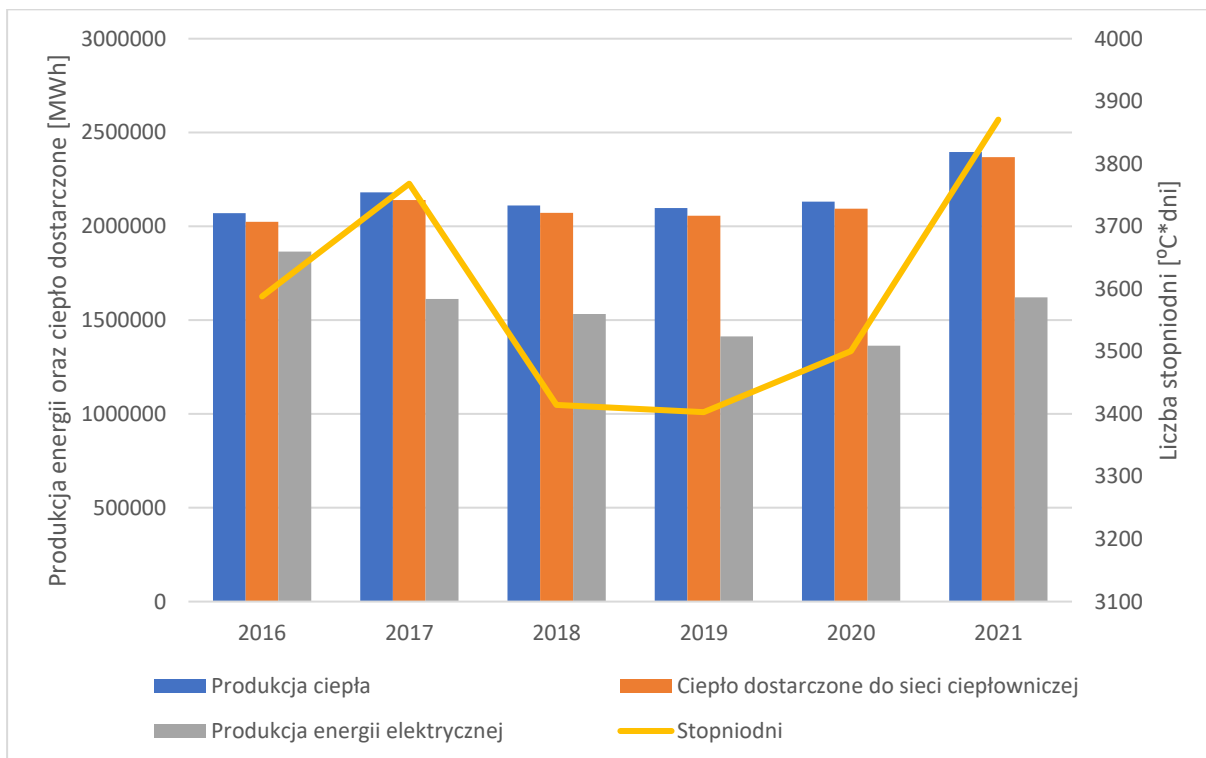
Ilość wyprodukowanej energii cieplnej, elektrycznej oraz zużycie na potrzeby własne PGE przedstawia Tabela 14. Podobnie jak w przypadku zużycia paliw, nie można jednoznacznie określić tendencji dla danych przedstawionych w tabeli.

Tabela 14 Dane dotyczące produkcji energii w latach 2016-2021 – PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.

	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stopniodni	°C*dni	3587,8	3768,3	3414,3	3402,9	3500,4	3870,6
Produkcja ciepła	MWh	2 070 310	2 180 604	2 111 768	2 097 376	2 132 153	2 430 202
	GJ	7 453 118	7 850 173	7 602 365	7 550 555	7 675 751	8 748 727
• w tym potrzeby własne	MWh	35 154	30 923	30 564	30 873	31 427	26 980
	GJ	126 555	111 324	110 030	111 144	113 136	97 128
Produkcja energii elektrycznej	MWh	1 864 835	1 613 598	1 532 810	1 413 900	1 363 507	1 621 082

	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
• w tym potrzeby własne	MWh	227 003	206 336	204 826	193 813	187 405	219 353
Ciepło dostarczone do sieci ciepłowniczej	MWh	2 024 868	2 139 317	2 071 725	2 056 972	2 024 869	2 139 318
	GJ	7 289 529	7 701 546	7 458 212	7 405 102	7 535 824	8 622 974
Udział produkcji energii cieplnej w wysokosprawnej kogeneracji	%	97	96,1	96,5	98,4	97,2	98,1
Udział produkcji energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji	%	64,4	71,1	74	78,6	81	77,5
Udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej	%	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Udział energii odnawialnej w produkcji ciepła	%	1,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Źródło: PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.



Rysunek 10 Dane dotyczące produkcji energii w latach 2016-2021 – PGE EC S.A.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie.

W celu ograniczenia emisji tlenków siarki i azotu w elektrociepłowni prowadzone jest oczyszczanie spalin metodą mokrego odsiarczania oraz katalitycznego odazotowania SCR i niekatalitycznego odazotowania SNCR. Odpylanie odbywa się za pomocą elektrofiltrów (odpylaczy elektrostatycznych).

W ramach procesu odsiarczania wyszczególnia się strumienie materiałów wsadowych takie jak: węgiel magnezu. W technologii SNCR na blokach 1 i 2 w celu redukcji tlenków azotu stosowana jest woda amoniakalna oraz mocznik w postaci wodnego roztworu, który jest kolejnym strumieniem materiałów wsadowych.

Oczyszczanie gazów odlotowych z kotłów blokowych nr 1, 2, 3, 4 realizowane jest przez zastosowanie następujących urządzeń i technologii:

- odpylanie: elektrofiltry (odpylacze elektrostatyczne),
- odsiarczanie spalin metodą mokrą wapienną,
- odazotowanie spalin: stosowane są metody kombinowane tzn. metody pierwotne i wtórne.

Metody pierwotne to stosowanie niskoemisyjnych systemów paleniskowych, na które składają się palniki niskoemisyjne oraz dysze powietrza dopalającego; rozwiązania zastosowane w poszczególnych kotłach różnią się między sobą, ale ograniczają powstawanie tlenków azotu w komorze paleniskowej.

Stosowane wraz z metodami pierwotnymi, wtórne metody odazotowania:

- kotły K1 i K2 – metoda selektywnego niekatalitycznego odazotowania spalin,
- kotły K3 i K4 – metoda katalitycznego odazotowania spalin (SCR).

W celu dostosowania instalacji do wymagań konkluzji BAT w zakresie emisji do powietrza instalacje ochrony powietrza zostały przeprowadzone następujące inwestycje:

- zabudowano trzecią warstwę katalitycznej redukcji SCR na kotłach K3 i K4,
- zabudowano tzw. półkę sitową na absorberze IMOS,
- zmodernizowano elektrofiltry blokowe.

CEZ Skawina

W Elektrowni CEZ Skawina zainstalowanych jest sześć kotłów energetycznych, dwa typu OP-230 oraz cztery kotły typu OP-210. Są to kotły parowe, pyłowe, dwuciągowe, z naturalnym obiegiem wody, opromieniowane.

Aktualnie w CEZ Skawina S.A. zainstalowane są 3 turbiny: TG-3, TG-5 oraz turbina TG-6. Są to turbiny parowe o mocy znamionowej 110 MW, upustowo-kondensacyjne, z chłodzeniem wodą pobieraną z rzeki Wisły.

Zgodnie z koncesją, całkowita moc zainstalowana elektryczna wynosi 330 MWe a całkowita moc zainstalowana cieplna 948 MWt. Urządzenia wytwórcze w CEZ Skawina przedstawia Tabela 15.

Tabela 15 Urządzenia wytwórcze w CEZ Skawina.

Nazwa urządzenia	Typ	Liczba/Moc [MW]	Moc cieplna	Moc elektryczna
			[MW _T]	[MWe]
Kocioł energetyczny	OP-230	2x 168	336	-
Kocioł energetyczny	OP-210	4x 153	612	-
Turbina parowa	LMZ Petersburg WK-160M	2x 110	-	220
Turbina parowa	Siemens SST600	1	-	110
Suma	-	9	948	330

Źródło: CEZ Skawina.

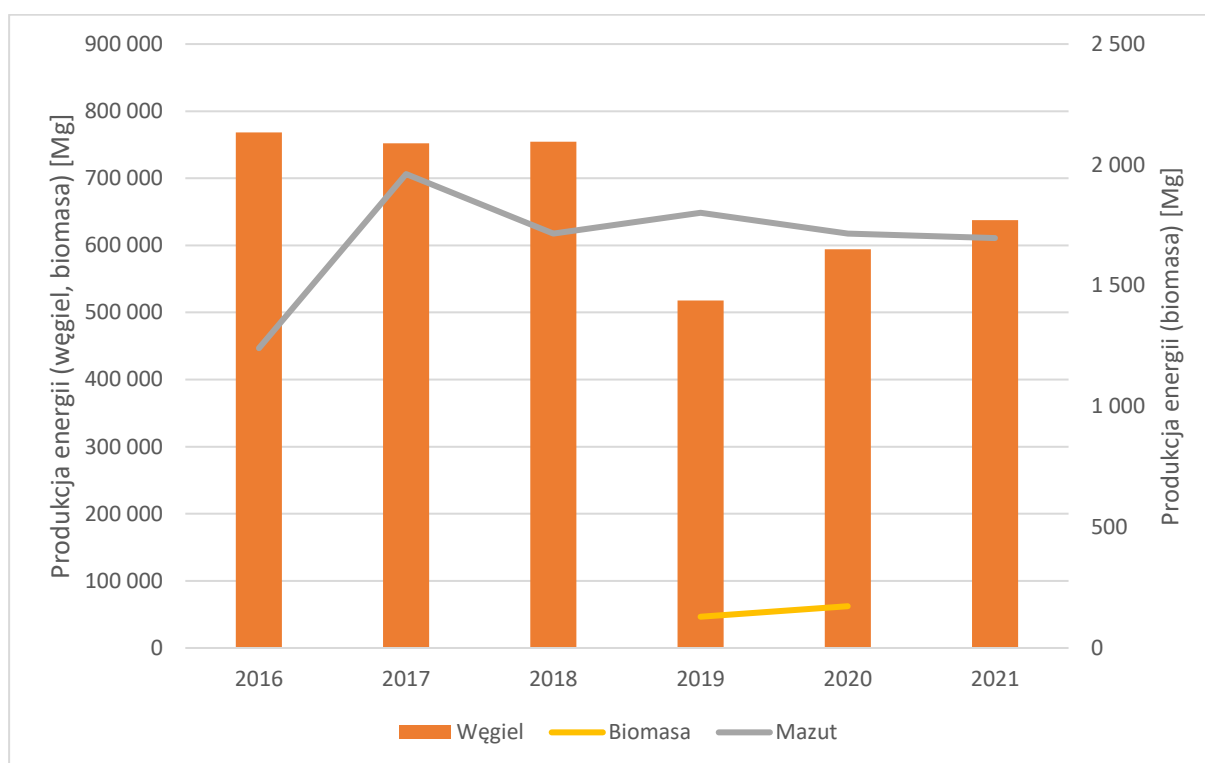
Powyższe urządzenia zasilane są węglem, mazutem oraz biomasą. Ilości poszczególnych paliw zużyte w latach 2016-2021 przedstawia Tabela 16.

Tabela 16 Dane zużycia paliw w CEZ Skawina w latach 2016-2021.

Nazwa	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stopniodni	°C*dni	3587,8	3768,3	3414,3	3402,9	3500,4	3870,6
Węgiel	Mg	768 242	752 317	754 324	517 719	594 018	637 486
Mazut	Mg	1 241	1 962	1 715	1 802	1 716	1 697
Biomasa	Mg	-	-	-	46 569	62 231	-

Źródło: CEZ Skawina.

Podobnie jak w przypadku PGE, w CEZ Skawina można zaobserwować zbliżone trendy dotyczące zużycia poszczególnych paliw. W przypadku zużycia węgla, w latach 2016-2019 można zaobserwować spadek zużycia tego nośnika energii, a następnie w kolejnych latach wzrost zużycia.



Rysunek 11 Dane dotyczące produkcji energii w latach 2016-2021 – CEZ Skawina.
 Źródło: CEZ Skawina.

Dane dotyczące ciepła i energii elektrycznej wytworzonej w urządzeniach należących do CEZ Skawina przedstawia Tabela 17.

Tabela 17 Dane produkcji w latach 2016-2021 – CEZ Skawina.

	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stopniodni	°C*dni	3587,8	3768,3	3414,3	3402,9	3500,4	3870,6
Produkcja ciepła	MWh	756 182	808 024	770 024	741 112	761 866	850 591
	GJ	2 722 256	2 908 885	2 772 087	2 668 003	2 742 717	3 062 129
• w tym potrzeby własne	MWh	11 418	13 956	25 439	12 357	11 564	11 510
	GJ	41 104	50 240	91 581	44 484	41 631	41 437
Produkcja energii elektrycznej	MWh	1 394 595	1 312 322	1 307 411	923 230	1 039 326	977 657
• w tym na potrzeby własne	MWh	157 288	140 002	141 495	118 787	143 817	144 528
Ciepło dostarczone do sieci ciepłowniczej	MWh	683 213	720 490	687 557	685 451	705 019	789 286
	GJ	2 459 568	2 593 765	2 475 204	2 467 625	2 538 069	2 841 429

Udział energii cieplnej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji	MWh	683 213	720 488	687 557	685 451	705 019	789 286
	GJ	2 459 568	2 593 756	2 475 204	2 467 625	2 538 069	2 841 429
	%	90	89	89	92	93	93
Udział OZE w produkcji energii ciepłej	%	0,0	0,0	0,0	7,0	8,3	0,0

Źródło: CEZ Skawina.

W wyszczególnionych danych dotyczących produkcji ciepła bądź energii elektrycznej trudno dostrzec pojawiające się w analizowanym okresie trendy. W przypadku produkcji ciepła jest to warunkowane głównie występującymi temperaturami w poszczególnych latach. W przypadku produkcji energii elektrycznej można dostrzec pewną tendencję spadkową.

W celu ograniczenia emisji tlenków siarki i azotu w CEZ Skawina S.A. prowadzone jest oczyszczanie spalin metodą pól suchą z wykorzystaniem technologii fluidalnego odsiarczania w reaktorze ze złożem cyrkulacyjnym oraz odazotowanie katalityczne SCR i metodami pierwotnymi.

Elektrownia eksploruje instalację odsiarczania spalin (IOS) opartą na metodzie półsuchej z wykorzystaniem technologii fluidalnego odsiarczania w reaktorze ze złożem cyrkulacyjnym, wyposażona w filtry workowe zapewniające odsiarczanie i odpylanie spalin. Sorbentem dla IOS jest wapno hydratyzowane. W zakresie redukcji emisji tlenków azotu w kotłach stosowane są tzw. metody pierwotne. W kotłach OP-210M została zastosowana trójstopniowa metoda spalania paliwa w komorze paleniskowej z reburningiem. W kotłach OP-230 zostały zastosowane palniki niskoemisyjne ograniczające emisję tlenków azotu.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów

W Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów, będącego własnością Krakowskiego Holdingu Komunalnego, prowadzony jest proces termicznego przekształcania odpadów o kodach 18 01 03* (odpady medyczne), 19 12 12 (inne odpady), 20 03 01 (odpady komunalne) oraz spalany jest lekki olej opałowy jako paliwo pomocnicze. ZTPO wg koncesji został zaprojektowany na następujące parametry: moc elektryczna brutto 16,90 MW, moc cieplna 69 MW. Obecnie w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów funkcjonują dwie linie przekształcania odpadów. Planowana jest również budowa 3 linii przetwarzania odpadów. Wytworzona energia cieplna wyprowadzana jest do systemu ciepłowniczego miasta Krakowa, a energia elektryczna wyprowadzana jest poprzez stację wysokiego napięcia GPZ Wanda do sieci elektroenergetycznej.

Tabela 18 Parametry podstawowych urządzeń wytwórczych w ZTPO w 2020 r.

Nazwa urządzenia	Typ	Liczba	Moc cieplna	Moc elektryczna
			[MW _T]	[MWe]
Turbina kogeneracyjna		1	-	10,74
Kocioł energetyczny	Odysknicowy, walczakowy z obiegiem naturalnym	2	35*	-
Suma	-	3	35	10,74

*łąączna moc obu kotłów (linie spalania 1 i 2).

Źródło: Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A.

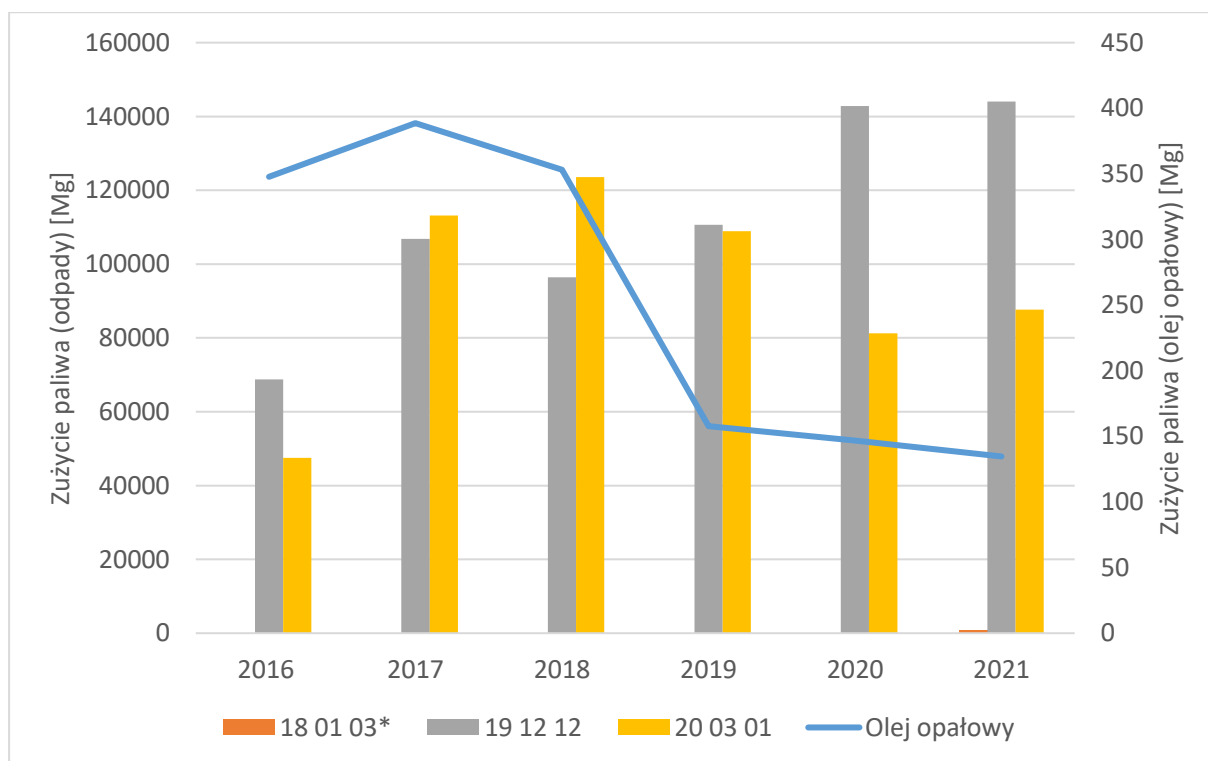
Ilości poszczególnych paliw przedstawia Tabela 19, natomiast ilość wytworzonego ciepła i energii elektrycznej przedstawia Tabela 20.

Tabela 19 Zużycie paliw w ZTPO w latach 2016-2021.

Paliwo	Jedn.	2016**	2017	2018	2019	2020	2021
18 01 03*	Mg	-	-	-	-	-	676
19 12 12	Mg	68 732	106 829	96 385	110 653	142 853	144 046
20 03 01	Mg	47 505	113 166	123 566	108 916	81 230	87 707
Olej opałowy	Mg	348	389	353	158	147	135

Źródło: Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A.

** - w 2016 roku instalacja była eksploatowana przez część roku.


Rysunek 12 Zużycie paliw w ZTPO w latach 2016-2021.

Źródło: Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A.

Udział poszczególnych paliw przekształcanych przez ZTPO ulegał zmianie w przedstawianym okresie. Zauważyć można tendencje wzrostowe dotyczące zużycia odpadu o kodzie 19 12 12. Można również zauważyć pewną tendencję spadkową dotyczącą zmniejszenia zużycia odpadu o kodzie 20 03 01 oraz oleju opałowego.

Tabela 20 Produkcja energii elektrycznej i ciepłej w ZTPO w latach 2016-2021.

Parametr	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Stopniodni	°C*dni	3587,8	3768,3	3414,3	3402,9	3500,4	3870,6
Produkcja energii ciepłej	MWh	100 606	218 655	229 841	272 662	293 172	299 171
	GJ	362 183	787 158	827 427	981 584	1 055 420	1 077 015
W tym potrzeby własne	MWh	1 364	2 508	2 898	3 152	2 745	3 966
	GJ	4 911	9 028	10 434	11 347	9 881	14 277
Produkcja energii elektrycznej	MWh	42 656	80 544	82 641	91 751	94 278	100 890
W tym potrzeby własne	MWh	13 264	25 097	25 578	26 781	27 576	28 574
Udział produkcji energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji	%	bd	bd	46	57	58	71
Udział produkcji energii ciepłej w wysokosprawnej kogeneracji	%	bd	bd	98	99	99	99
Udział OZE w produkcji energii elektrycznej	MWh	21	17 902	36 365	42 347	50 093	55 298
Udział OZE w produkcji energii ciepłej*	GJ	bd	388 309	817 080	970 279	1 045 553	1 062 738

*Wg Rozp. Min. Energii z 5.10.2017

Źródło: Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A.

Dla powstających w procesie spalania gazów odlotowych w ZTPO istnieje węzeł oczyszczania spalin z zastosowaniem półsuchej metody odsiarczania spalin (SDR), selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu (SNCR) metodą półsuchą oraz odpylania z zastosowaniem filtrów workowych.

Podstawowymi elementami systemu oczyszczania spalin są:

- reaktor półsuchy (SDR) wraz z systemem do dystrybucji spalin,

- reaktor ze złożem pyłowym pomiędzy SDR i stacją filtrów workowych z układem do wprowadzania węgla aktywnego,
- filtry stacji filtrów workowych,
- wentylator wyciągowy z tłumikiem.

Systemy pomocnicze obejmują:

- silos magazynowy do wapna hydratyzowanego wraz z systemami transportowymi,
- urządzenie do przygotowania mleczka wapiennego wraz z systemami transportowymi,
- system do magazynowania i transportu węgla kamiennego oraz mocznika.

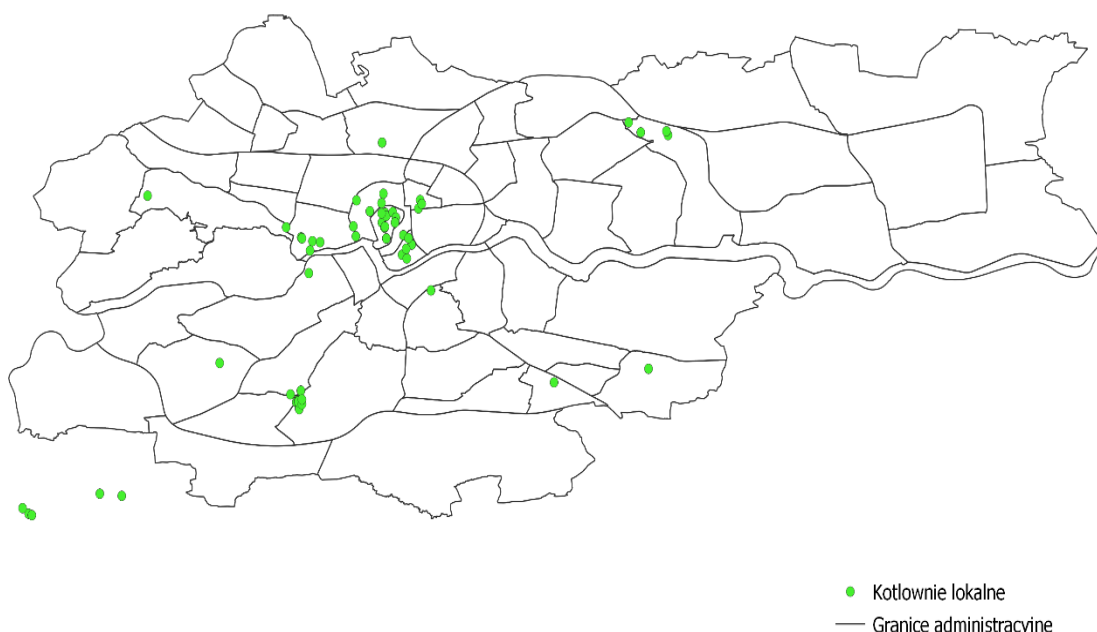
3.1.1.2. Kotłownie lokalne należące do MPEC S.A. w Krakowie

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej posiada rozlokowane na terenie Gminy Miejskiej Kraków kotłownie lokalne. Ich wykaz, moc zainstalowaną oraz rodzaj zużywanego paliwa przedstawia Tabela 21.

Tabela 21 Wykaz kotłowni, w tym kontenerowych, wraz z ich mocami zainstalowanymi – MPEC.

Rodzaj kotłowni		2016	2017	2018	2019	2020	2021
		Liczba/ Moc [MW]	Liczba/ Moc [MW]	Liczba/ Moc [MW]	Liczba/ Moc [MW]	Liczba/ Moc [MW]	Liczba/ Moc [MW]
Kotłownie gazowe	całoroczne	20/6,4	20/6,5	14/5,0	14/5,0	13/4,5	13/4,5
	sezonowe	62/20,7	58/19,2	33/14,5	26/13,7	25/13,7	24/13,3
Kotłownie olejowo/ gazowe		4/11,9	4/11,9	3/11,7	2/10,2	2/10,2	2/10,2
Kotłownie kontenerowe	całoroczne	1/0,376	1/0,376				
	sezonowe			3	6/3	14/7,5	14/7,5
łącznie zainstalowana		39	38	31	32	36	36

Źródło: Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie.



Rysunek 13 Kotłownie lokalne Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej na terenie Miasta Krakowa oraz Skawiny.

Źródło: Mapa wygenerowana na podstawie danych dostarczonych przez Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie.

Zużycie paliw oraz roczna produkcja energii ciepłej w lokalnych kotłowniach MPEC w latach 2016-2021 przedstawia Tabela 22.

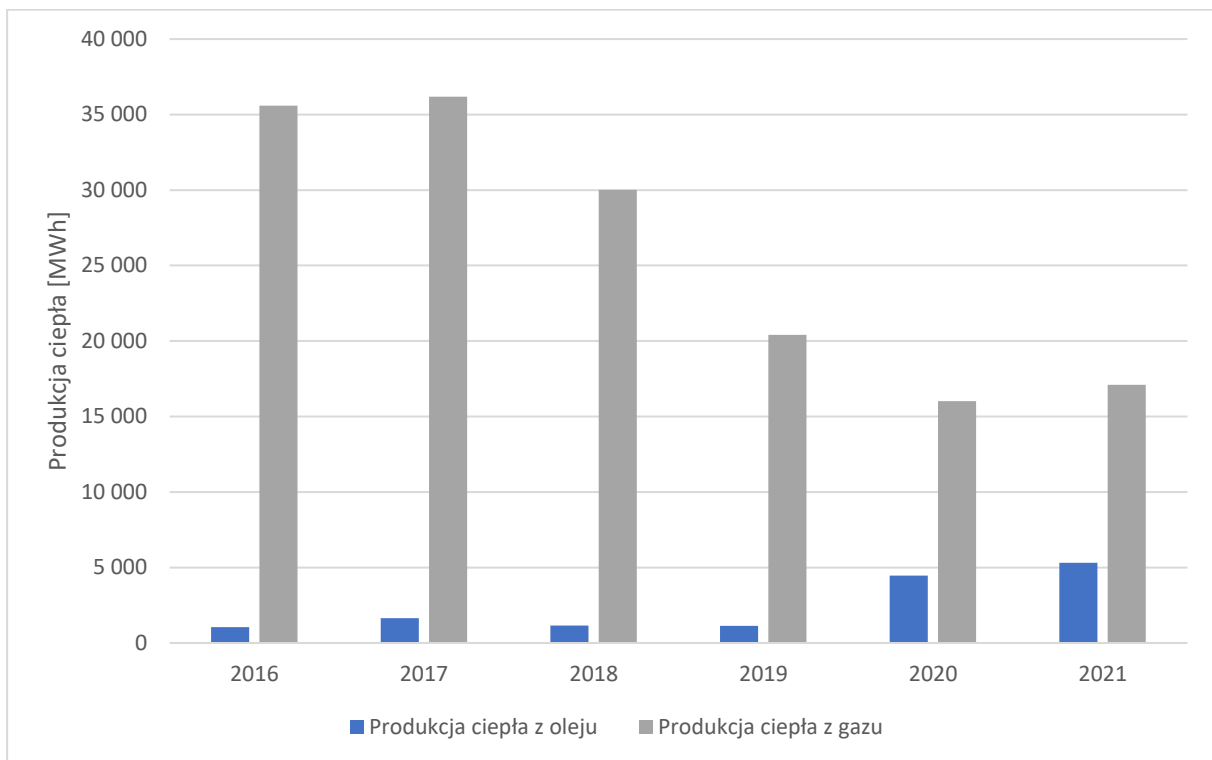
Tabela 22 Zużycie paliw oraz roczna produkcja energii ciepłej w kotłowniach lokalnych MPEC w latach 2016-2021.

	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Zużycie gazu	tys. m ³	4 227	4 281	3 456	2 385	1 842	1 981
Zużycie oleju	Mg	106	158	122	105	431	519
Produkcja ciepła z oleju	MWh	1 058	1 640	1 162	1 127	4 458	5 313
	GJ	3808	5905	4184	4058	16050	19 127
Produkcja ciepła z gazu	MWh	35 598	36 189	30 005	20 405	16 029	17 090
	GJ	128 154	130 281	108 018	73 459	57 706	61 525

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

Informacje dotyczące emisji ze wszystkich kotłowni lokalnych (również tych należących do MPEC S.A.) zaprezentowano w rozdziale 5 (Tabela 58, Tabela 59).

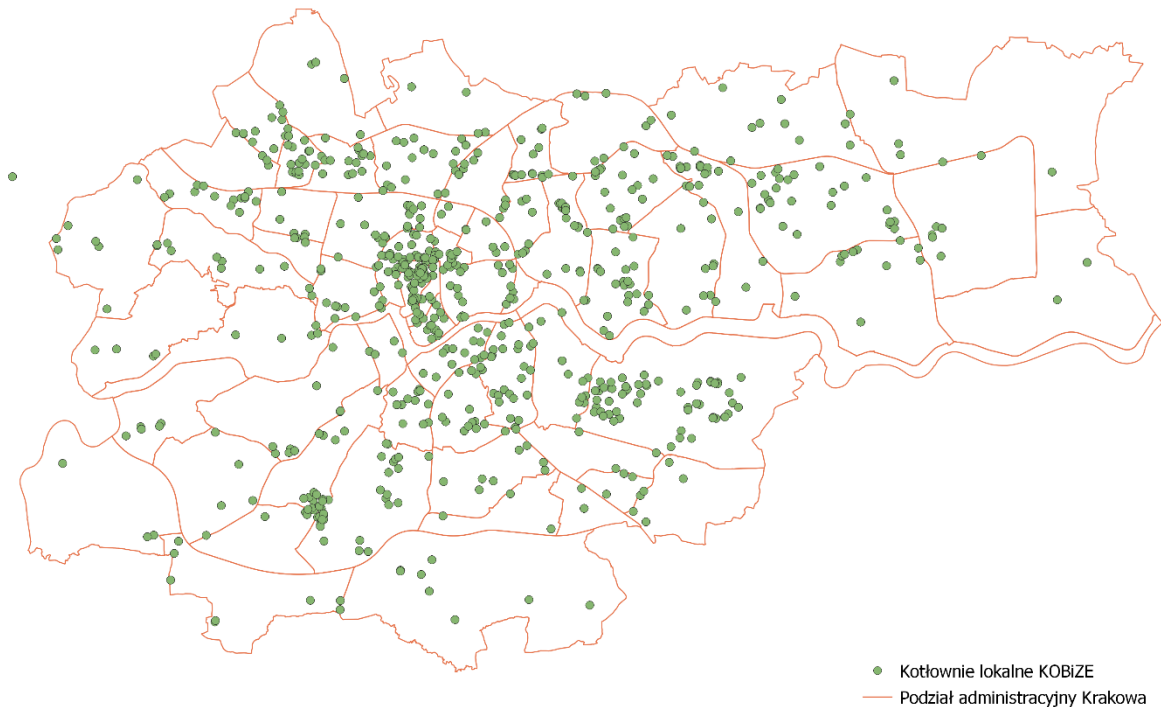
Zmniejszenie liczby kotłowni spowodowane jest przyłączeniem obiektów, będących w zasięgu do miejskiej sieci ciepłowniczej. Jest to możliwe dzięki prowadzeniu stałej modernizacji oraz rozbudowy sieci. Realizacja tych działań finansowana jest ze środków MPEC przy pomocy środków unijnych. ,.



Rysunek 14 Produkcja ciepła z gazu oraz oleju opałowego w kotłowniach lokalnych MPEC w latach 2016-2021.

Źródło: MPEC S.A w Krakowie.

Rysunek 14 przedstawia produkcję ciepła z gazu oraz oleju opałowego w kotłowniach lokalnych MPEC w latach 2016-2021. Z danych przedstawionych na rysunku można zauważyć pewne tendencje w analizowanym okresie. Produkcja ciepła z gazu w analizowanym okresie znacząco spadła (z ponad 35 000 MWh w 2016 do około 17 000 MWh w 2021 r.). W przeciwieństwie do wspomnianej tendencji spadkowej, można zauważyć tendencje wzrostową produkcji ciepła z oleju opałowego.



Rysunek 15 Kotłownie lokalne na terenie Miasta Kraków.

Źródło: Mapa wygenerowana na podstawie danych dostarczonych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Rysunek 15 przedstawia kotłownie lokalne, które raportują emisję do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami. Zdecydowana większość z nich pracuje poprzez spalanie gazu ziemnego, część z nich zasilana jest olejem opałowym. Według raportu do KOBiZE za rok 2021, na terenie miasta znajdowały się 384 kotłownie lokalne.

3.1.1.3. Źródła indywidualne

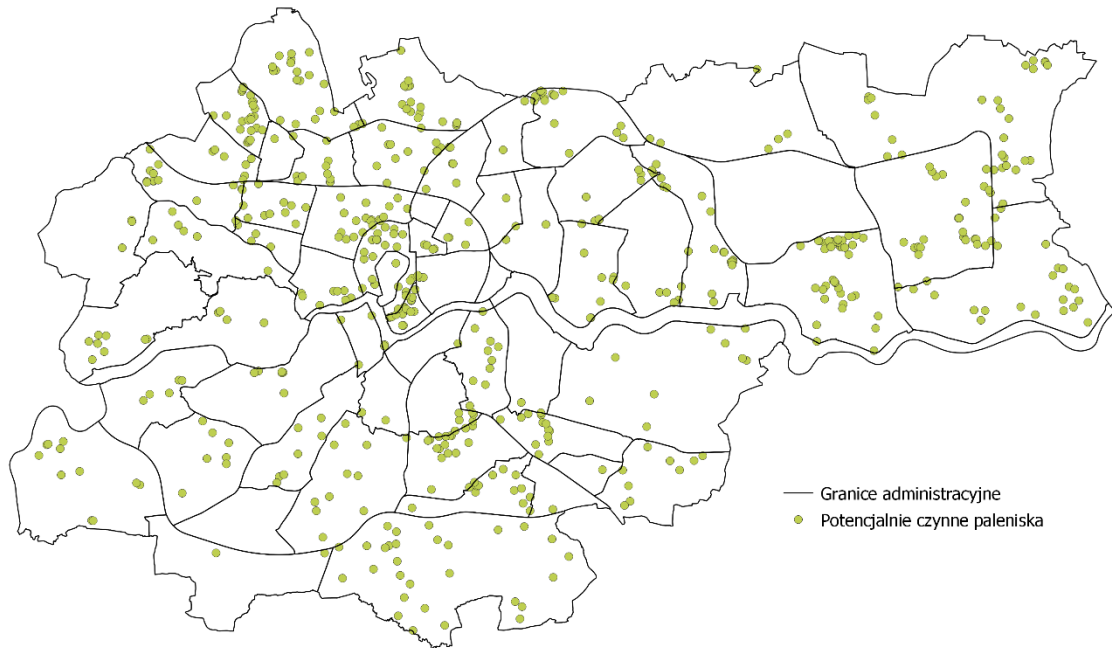
W celu ograniczenia emisji zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego od 1 września 2019 roku na obszarze Krakowa w instalacjach spalania paliw dopuszczone jest stosowanie wyłącznie paliw gazowych lub lekkiego oleju opałowego [44]. Uchwała antysmogowa jest aktem prawa miejscowego i obowiązuje wszędzie na obszarze Krakowa. Dotyczy zarówno prywatnych budynków, jak również budynków gospodarczych, szklarni i tuneli foliowych, lokali usługowych, zakładów przemysłowych.

Gmina Miejska Kraków jest polskim pionierem i liderem w ograniczaniu niskiej emisji poprzez likwidację źródeł indywidualnych opalanych paliwami stałymi. W 2012 roku liczbę palenisk węglowych szacowano na około 30 000. Od tego czasu realizując Program Ograniczania Niskiej Emisji dla miasta Krakowa GMK doprowadziła do zlikwidowania 97% palenisk. Na obsługę programu PONE Urząd Miasta Krakowa przeznaczył ponad 9 mln złotych. Wkład własny Gminy Miejskiej Kraków wynosił 3 426 326 zł. Pozostały wkład został sfinansowany przez WFOŚiGW w Krakowie oraz z programu LIFE.

Według szacunków na I kwartał 2023 r. w Krakowie w około 100 budynkach zainstalowana jest instalacja grzewcza oparta na paliwie stałym będąca jedynym źródłem ciepła.

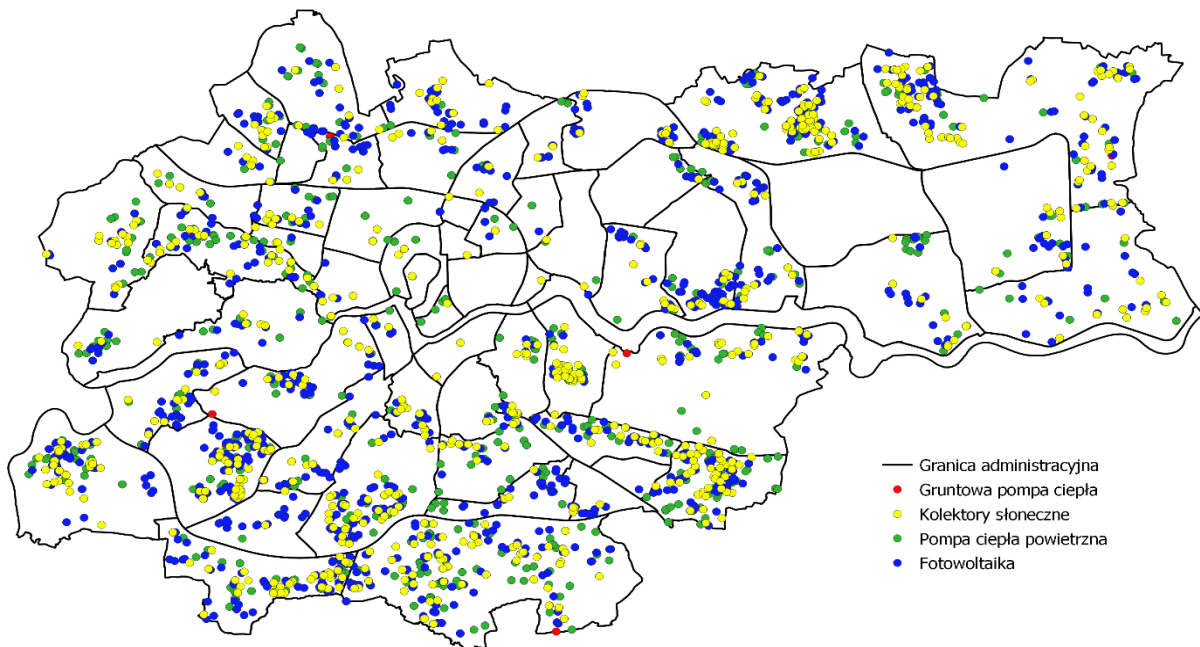
Na terenie Krakowa występują indywidualne źródła ciepła: kotły gazowe, pompy ciepła oraz ogrzewanie elektryczne. Największy udział posiadają kotły gazowe, znacznie mniejszy udział posiadają

kotły olejowe oraz ogrzewanie elektryczne. Szczegółowe informacje dotyczące indywidualnych źródeł ciepła opisane zostały w Rozdziale 3.3.



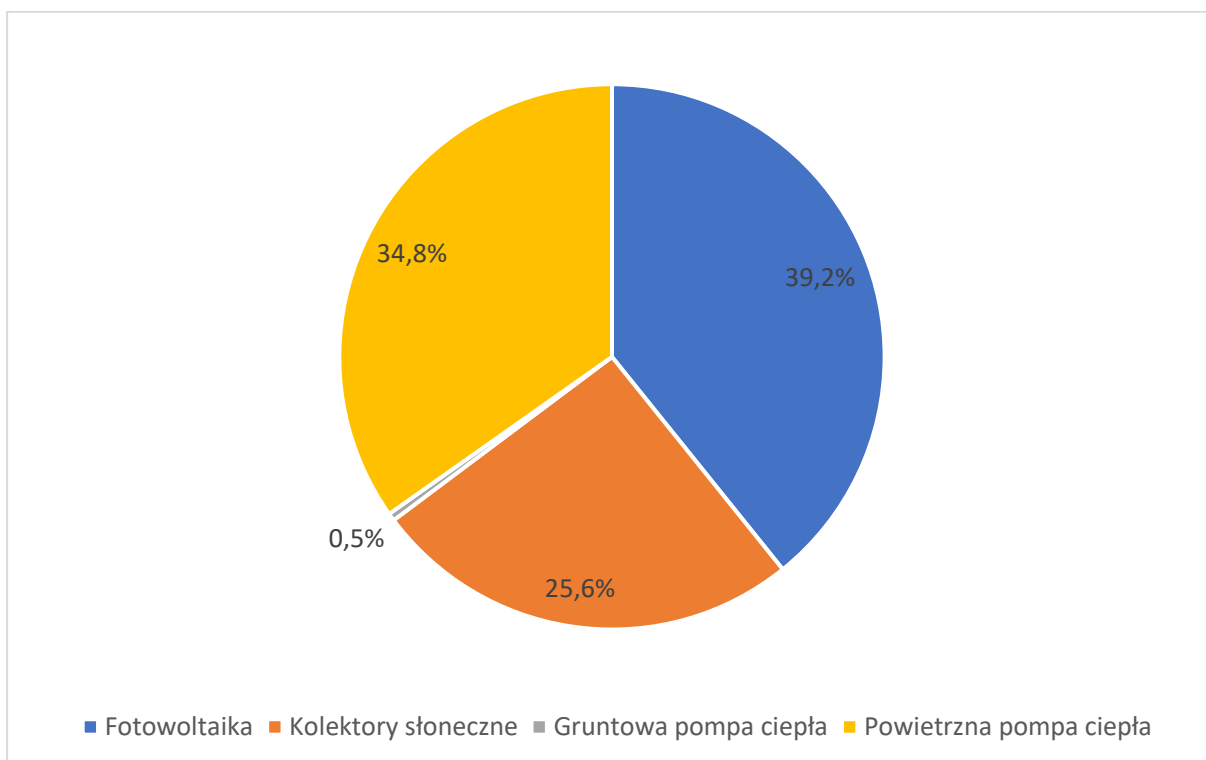
Rysunek 16 Mapa przedstawiająca potencjalnie czynne kotły na paliwa stałe z sektora komunalno-bytowego w Krakowie wraz z granicami administracyjnymi Miasta Kraków.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 17 Instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii w gospodarstwach domowych wraz z uwzględnieniem podziału na rodzaj instalacji oraz granice administracyjne Krakowa.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 18 Wykres kołowy przedstawiający udział poszczególnych instalacji odnawialnych źródeł energii na terenie Krakowa.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Największy udział instalacji odnawialnych źródeł energii w Krakowie posiadają instalacje fotowoltaiczne (39,2%, 1 119 szt.). Nieznacznie mniejszy udział posiadają powietrzne pompy ciepła (34,8%, 992 szt.) oraz kolektory słoneczne (25,6%, 729 szt.). Zdecydowanie najmniej na terenie Krakowa jest gruntowych pomp ciepła (0,5%, 13 szt.). W przyszłych latach ze względu na wzrost opłacalności wykorzystywania instalacji OZE prognozuje się dynamiczny wzrost liczby paneli fotowoltaicznych czy pomp ciepła.

3.2. Miejska sieć ciepłownicza

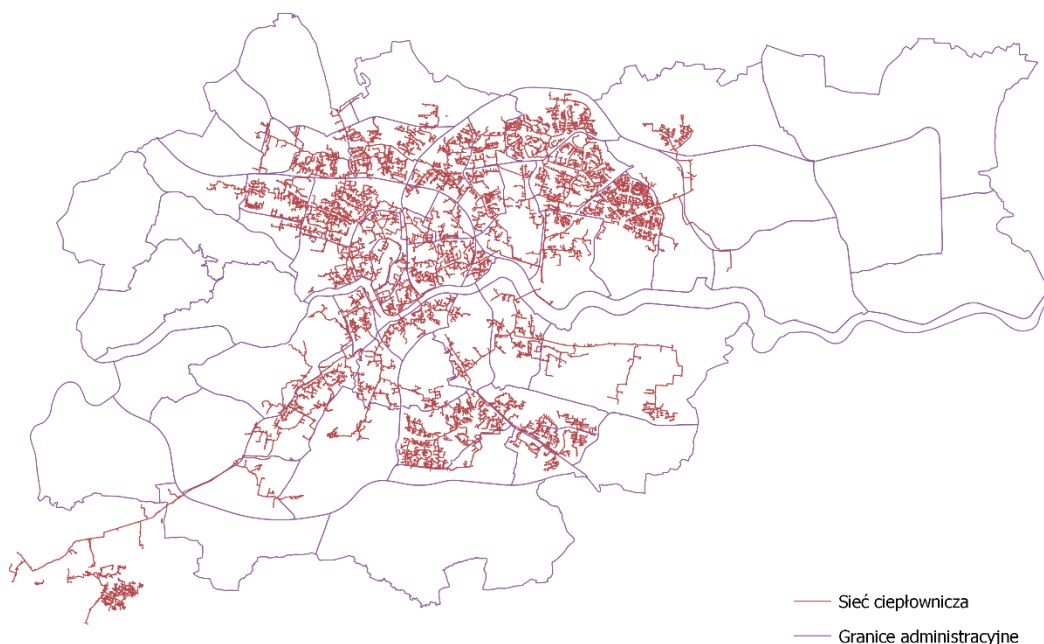
Dostawy energii cieplnej w mieście są realizowane poprzez eksploatowany przez Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie (MPEC S.A.) system ciepłowniczy, obejmujący swym zasięgiem miasto Kraków i Skawinę (Rysunek 19). Sumaryczna długość sieci ciepłowniczej wynosi 929,3 km (

Tabela 24), z czego pod koniec 2021 r. 640,7 km wykonane była w technologii rur preizolowanych (stan na 2021 r.). Ponadto w systemie znajduje się 6013 komór ciepłowniczych, 3 przepompownie sieciowe oraz 45 zautomatyzowanych grupowych stacji wymienników ciepła [29]. Liczba stopniodni w 2021 roku wynosiła 3 860 °C*dni. Wielkość mocy cieplnej przyłączeniowej w 2021 r. wynosiła 1 716 MW.

W 2021 za pomocą miejskiej sieci ciepłowniczej było dostarczane ciepło do około 65% mieszkańców na terenie Miasta Krakowa.

Energia wykorzystywana jest do celów grzewczych, przygotowania ciepłej wody użytkowej, klimatyzacji (osuszanie powietrza klimatyzacyjnego), wentylacji, wody technologicznej wykorzystywanej do innych specyficznych potrzeb technologicznych odbiorcy końcowego. Od 2019

roku udział pary wodnej sprzedawanej do odbiorców końcowych wynosi 0%. Zapotrzebowanie na ciepło na cele na potrzeb grzewczych w budownictwie w 2021 r. wynosiło 1 206 MW, zaś na potrzeby ciepłej wody użytkowej 273 MW.



Rysunek 19 Zasięg sieci ciepłowniczej na tle jednostek urbanistycznych.

Źródło: Mapa Ciepła dla Krakowa [29].

Dostarczenie ciepła do odbiorców końcowych odbywa się przy pomocy sieci wysokoparametrowej (to sieć pracująca na parametrach obliczeniowych, gdzie temperatura zasilania wynosi $t_z=135^{\circ}\text{C}$ przed transformacją w węźle cieplnym) oraz sieci niskoparametrowej (pracująca na parametrach nie większych niż $t_z=90^{\circ}\text{C}$ po transformacji w węzłach cieplnych). W celu przedstawienia całokształtu systemu ciepłowniczego Tabela 23 oraz Rysunek 20 przedstawiają długości sieci ciepłowniczey na terenie Krakowa oraz Skawiny w latach 2016-2021.

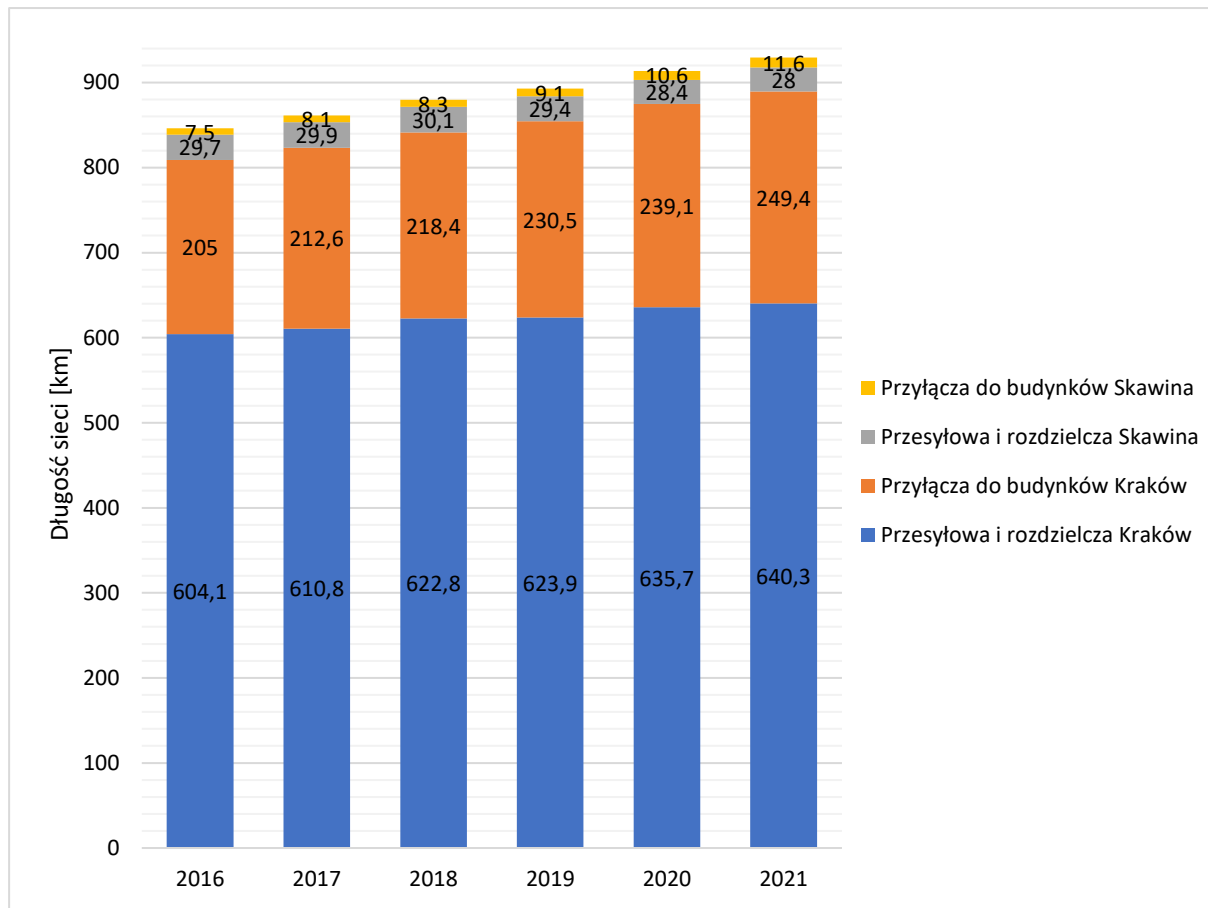
Tabela 24 oraz Rysunek 21 przedstawiają długości sieci ciepłowniczey na terenie Krakowa.

Tabela 23 Długość sieci ciepłowniczey na terenie Krakowa oraz Skawiny w latach 2016-2021.

Długość sieci ciepłowniczey	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	km					
Przesyłowa i rozdzielcza Kraków	604,1	610,8	622,8	623,9	635,7	640,3
Zmiana wzg. roku poprzedniego	b.d.	6,7	12,0	1,1	11,8	4,6
Przesyłowa i rozdzielcza Skawina	29,7	29,9	30,1	29,4	28,4	28,0
Zmiana wzg. roku poprzedniego	b.d.	0,2	0,2	-0,7	-1,0	-0,4
Razem przesyłowa i rozdzielcza	633,8	647,4	664,9	654,4	675,9	672,9
Przyłącza do budynków Kraków	205,0	212,6	218,4	230,5	239,1	249,4
Zmiana wzg. roku poprzedniego	b.d.	7,6	5,8	12,1	8,6	10,3
Przyłącza do budynków Skawina	7,5	8,1	8,3	9,1	10,6	11,6
Zmiana wzg. roku poprzedniego	b.d.	0,6	0,2	0,8	1,5	1,0
Razem	846,3	861,4	879,6	892,9	913,8	929,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie MPEC S.A. w Krakowie.

Na przestrzeni ostatnich lat można zaobserwować stale zwiększenie długości sieci ciepłowniczej na terenie miasta Krakowa. Przesyłowa i rozdzielcza sieć ciepłownicza na terenie miasta Kraków zwiększa się co roku średnio o 5,7 km. Zwiększenie długości sieci przesyłowej i rozdzielczej odbywa się jednocześnie ze zwiększeniem długości przyłączy do budynków. Od 2019 roku nie dostarcza się już pary technologicznej do odbiorców końcowych.



Rysunek 20 Długość sieci ciepłowniczej na terenie Krakowa oraz Skawiny.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie MPEC S.A. w Krakowie.

Jednocześnie ze zwiększeniem zasięgu sieci ciepłowniczej w Krakowie można zaobserwować znaczny wzrost udziału sieci preizolowanej w łącznej długości sieci ciepłowniczej (Tabela 24, Rysunek 21). Zwiększenie długości tego rodzaju sieci, poza budową nowych odcinków odbyło się dzięki realizacji przedsięwzięć modernizacyjnych polegających przede wszystkim na wymianie przewodów wykonanych w tradycyjnej technologii kanałowej na przewody wykonane w technologii preizolowanej.

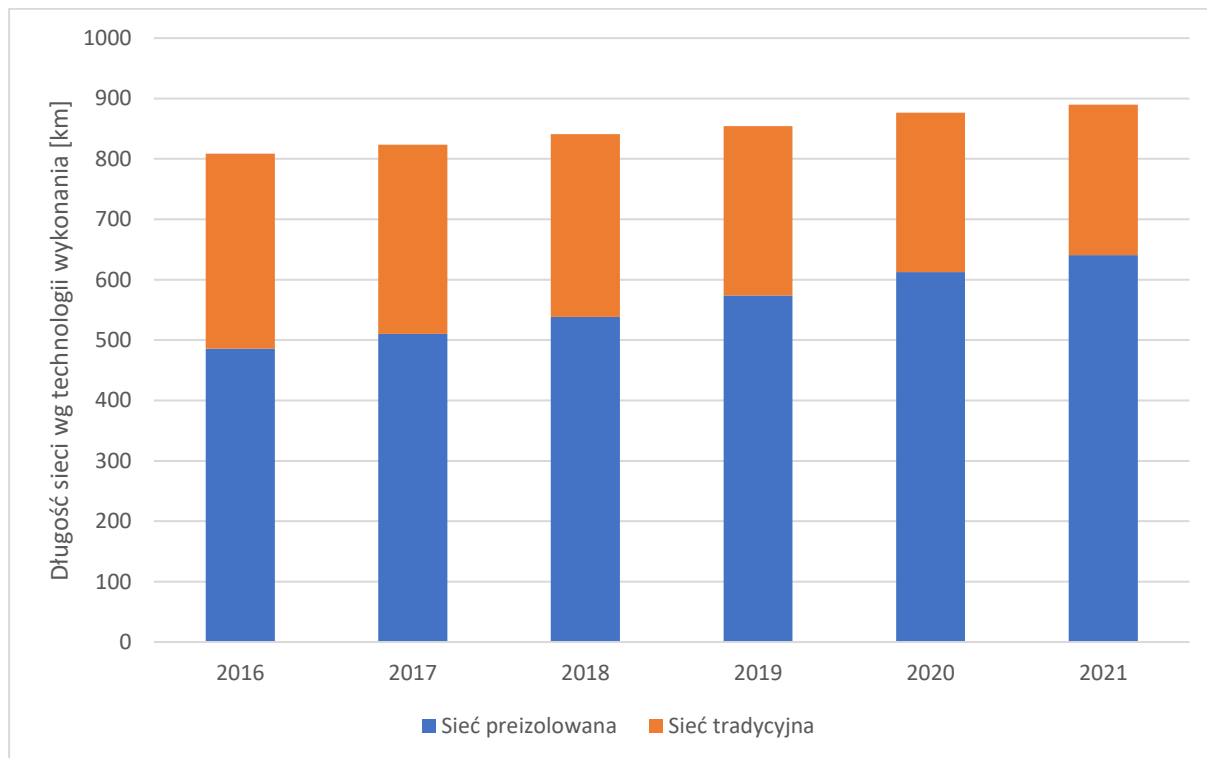
Rysunek 20 przedstawia dynamikę zwiększenia długości sieci ciepłowniczej w latach 2016-2021. Łączna długość sieci ciepłowniczej zmienia się z 846,3 km w roku 2016 do 929,3 km w roku 2021.

Tabela 24 Sieć ciepłownicza wg technologii wykonania na terenie Miasta Krakowa.

Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Długość sieci ciepłowniczej na terenie Gminy Miejskiej Kraków w tym:	km	808,9	823,5	841,2	854,4	876,5	889,7
• preizolowanej		486,1	510	538,5	573,7	612,7	640,7
• tradycyjnej		322,8	313,5	302,7	280,7	263,8	249

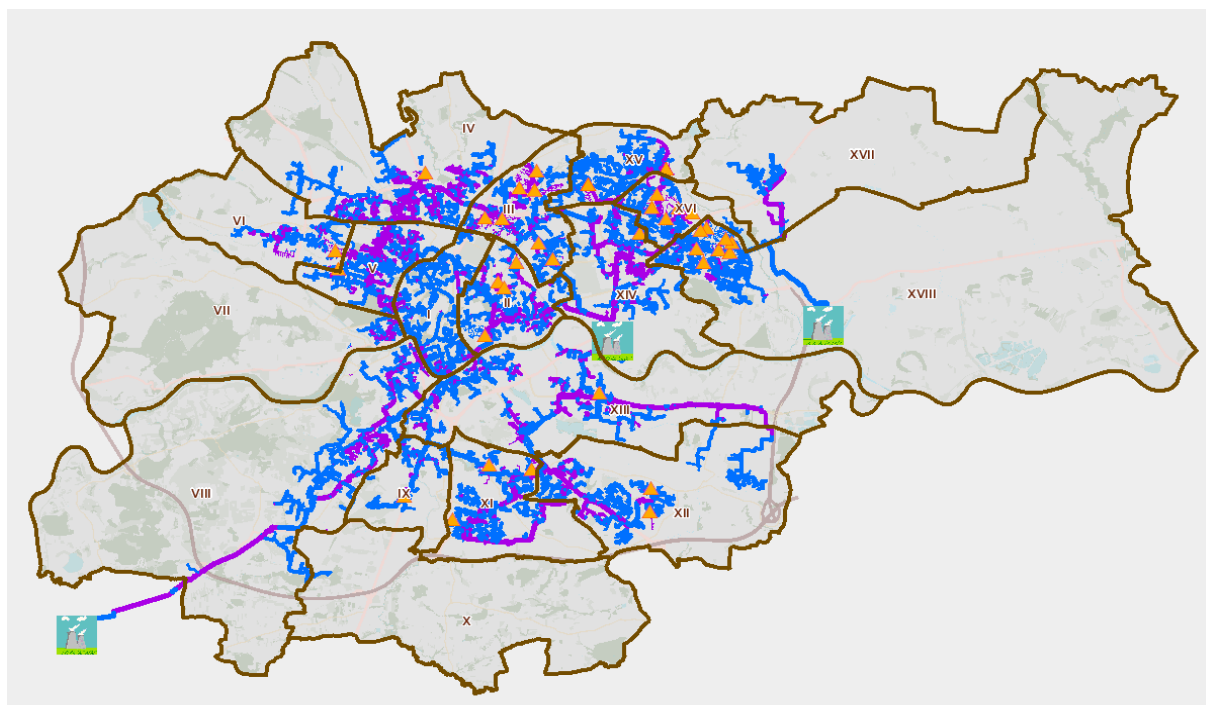
Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Roczna zmiana długości sieci ciepłowniczej	%	-	1,8	2,1	1,6	2,6	1,5
Wielkość strat na przesyłe		11,6	11,4	11,5	11,6	11,4	11,5

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 21 Sieć ciepłownicza na terenie Miasta Krakowa wg technologii wykonania.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 22 Mapa sieci ciepłowniczej na terenie miasta Kraków.

Źródło: [Miejski System Informacji Przestrzennej](#).

Rysunek 22 przedstawia lokalizacje trzech centralnych źródeł ciepła, odcinki sieci ciepłowniczej wykonane w technologii tradycyjnej – zaznaczone kolorem fioletowym, odcinki sieci wykonane w technologii preizolowanej – zaznaczone kolorem niebieskim, oraz stacje wymienników ciepła. Z przytoczonego rysunku wynika, że w centralnej części Krakowa znajduje się większość sieci ciepłowniczej. Wynika to z gęstości zabudowy w tych rejonach. Obrzeża miasta (m.in. wschodnia i zachodnia część) nie posiadają dostępu do sieci ciepłowniczej. W centralnej części miasta znajduje się sieć ciepłownicza w technologii preizolowanej oraz część sieci w technologii tradycyjnej.

Odpowiednio do klasyfikacji MPEC S.A. wykorzystywany jest następujący opis odcinków sieci:

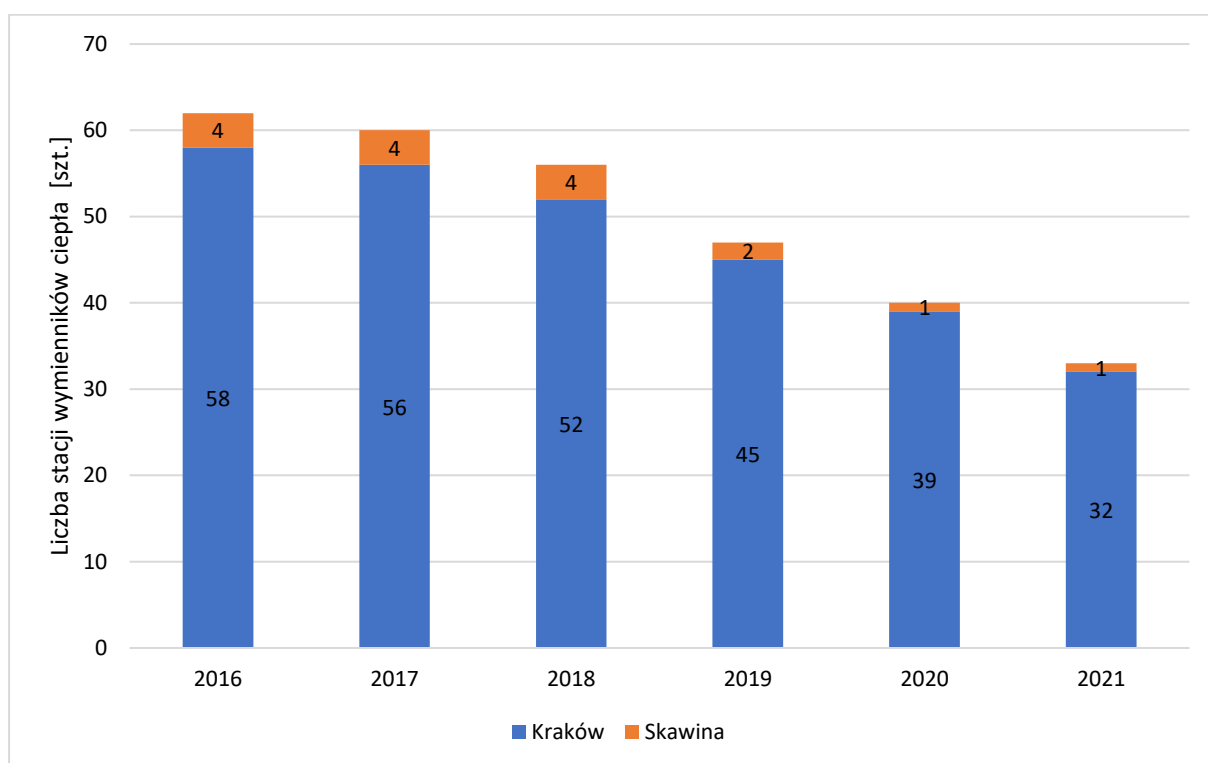
- magistralna – odcinek sieci przesyłający ciepło od źródła do sieci rozdzielczej,
- sieć rozdzielcza – odcinek sieci przesyłający ciepło z magistrali do przyłączy,
- przyłącze – odcinek sieci przesyłający ciepło z sieci rozdzielczej do węzła u odbiorcy,
- sieć niskoparametrowa – odcinek sieci przesyłający ciepło na cele c.o. ze stacji wymienników ciepła do węzła u odbiorcy,
- stacje wymienników ciepła – wymienniki ciepła w których odbywa się przejście z wysokiego parametru (temperatura czynnika) na niski.

Tabela 25 przedstawia dynamikę zmniejszenia liczby stacji grupowych wymienników ciepła zlokalizowanych na terenie gmin Kraków oraz Skawina. Sukcesywne zmniejszanie liczby grupowych wymienników ciepła ogranicza w sposób znaczący straty ciepła wynikające z przesyłu i umożliwia podaż energii cieplnej na cele ciepłej wody użytkowej.

Tabela 25 Liczba stacji wymienników ciepła zlokalizowanych na terenie gmin Kraków oraz Skawina.

Rok	Jednostka	Kraków	Skawina	Razem
2016	szt.	58	4	62
2017		56	4	60
2018		52	4	56
2019		45	2	47
2020		39	1	40
2021		32	1	33

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 23 Liczba stacji wymienników ciepła na terenie Krakowa oraz Skawiny.
 Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

Energię ciepłą MPEC S.A. kupuje w trzech centralnych źródłach ciepła:

- PGE Energia Ciepła S.A. Oddział 1 w Krakowie (68%),
- CEZ Skawina S.A. (23%),
- Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów należący do KHK S.A (9%).

Konfiguracja sieci ciepłowniczej na terenie miasta oraz sposób prowadzenia głównych jednostek wytwórczych wymaga stosowania różnych sposobów na sterowanie pracą sieci oraz zaopatrzenia odbiorców końcowych w ciepło w zależności od sezonu. Rysunek 24 i Rysunek 25 przedstawiają zmiany obszarów zaopatrzenia w ciepło wraz z podziałem na sezon letni i zimowy. Zmiana obszarów zasilanych z poszczególnych jednostek wytwórczych odbywa się przy pomocy zmiany ustawień na grupowych węzłach, spięciach magistralnych, etc. Należy podkreślić, że ciepło wyprodukowane przez Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów ma pierwszeństwo przy wprowadzeniu energii cieplnej do sieci.

Tabela 26 Profile dostarczanej energii cieplnej do odbiorców w latach 2016-2021 w wyszczególnionych miesiącach.

Miesiąc	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Styczeń	MWh	437 660	567 350	425 714	493 894	447 915	444 687
Luty		318 376	419 609	468 494	381 104	352 001	493 867
Marzec		326 973	296 786	442 681	302 430	373 622	400 652
Kwiecień		177 197	219 662	149 531	224 680	218 219	312 170
Maj		91 879	149 974	46 614	154 659	146 839	150 342
Czerwiec		27 072	30 524	32 040	34 886	60 092	52 542
Lipiec		23 589	28 436	31 863	36 840	35 090	34 971
Sierpień		22 393	25 446	26 807	29 771	34 246	38 181
Wrzesień		49 793	67 524	41 597	63 797	53 637	78 706
Październik		212 201	223 046	210 682	186 108	207 923	230 960
Listopad		331 292	337 683	317 034	310 141	301 593	362 037

Miesiąc	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Grudzień		461 786	441 549	482 328	443 044	512 670	516 794
Suma		2 480 217	2 807 594	2 675 390	2 661 360	2 743 853	3 115 916

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 24 Zasięg dostawy energii ciepłej ze źródeł w sezonie zimowym na terenie gmin Kraków i Skawina.

Źródło: Mapa Ciepła dla Krakowa [29].



Rysunek 25 Zasięg dostawy energii ciepłej ze źródeł w sezonie letnim na terenie gmin Kraków i Skawina.

Źródło: Mapa Ciepła dla Krakowa [29].

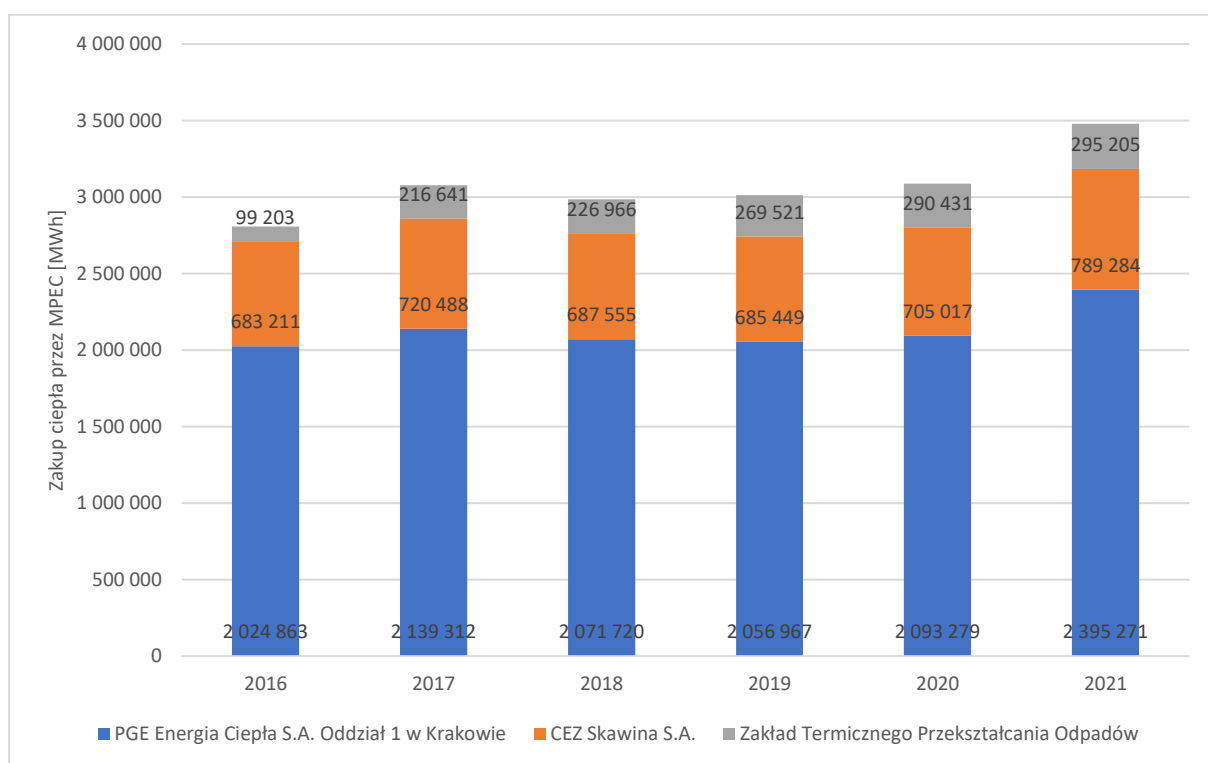
Tabela 26 przedstawia profile dostarczanej energii cieplnej do odbiorców w latach 2016-2021 w wyszczególnionych miesiącach. Dane przedstawione w tabeli jednoznacznie wskazują na znaczące zapotrzebowanie na energię cieplną w okresie grzewczym w porównaniu do zapotrzebowania w okresie letnim.

Zakup ciepła u producentów odbywa się w ilościach adekwatnych w stosunku do zapotrzebowania systemu ciepłowniczego. ZTPO, który pracuje wraz z Elektrociepłownią Kraków na „wspólną sieć” w systemie otwartym ma warunki do produkcji i wyprowadzenia ciepła (prawie w całym roku) w pełnych możliwościach wytwarzania. Poprzez magistrale ciepłne, sieci odgałęźne i rozdzielcze MPEC S.A. dostarcza zakupione ciepło do odbiorców. Szczegółowe informacje dotyczące poszczególnych źródeł zostały przedstawione w rozdziale 3.1.1.1.

Tabela 27 Zakup ciepła przez MPEC S.A. od poszczególnych wytwórców w latach 2016-2021 w celu zaspokojenia potrzeb odbiorów końcowych.

Nazwa	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PGE Energia Ciepła S.A. Oddział 1 w Krakowie	MWh	2 024 863	2 139 312	2 071 720	2 056 967	2 093 279	2 395 271
	GJ	7 289 529	7 701 546	7 458 212	7 405 102	7 535 824	8 622 974
CEZ Skawina S.A.	MWh	683 211	720 488	687 555	685 449	705 017	789 284
	GJ	2 459 568	2 593 765	2 475 204	2 467 625	2 538 069	2 841 429
Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów	MWh	99 203	216 641	226 966	269 521	290 431	295 205
	GJ	357 133	779 908	817 080	970 279	1 045 553	1 062 738
Razem	MWh	2 843 942	3 114 277	3 017 416	3 033 479	3 109 223	3 502 165
	GJ	10 238 192	11 211 396	10 862 698	10 920 523	11 193 202	12 607 793

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie udostępnionych danych od poszczególnych przedsiębiorstw.



Rysunek 26 Zakup ciepła przez MPEC S.A. od poszczególnych wytwórców w latach 2016-2021 w celu zaspokojenia potrzeb odbiorców końcowych.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie udostępnionych danych od poszczególnych przedsiębiorstw.

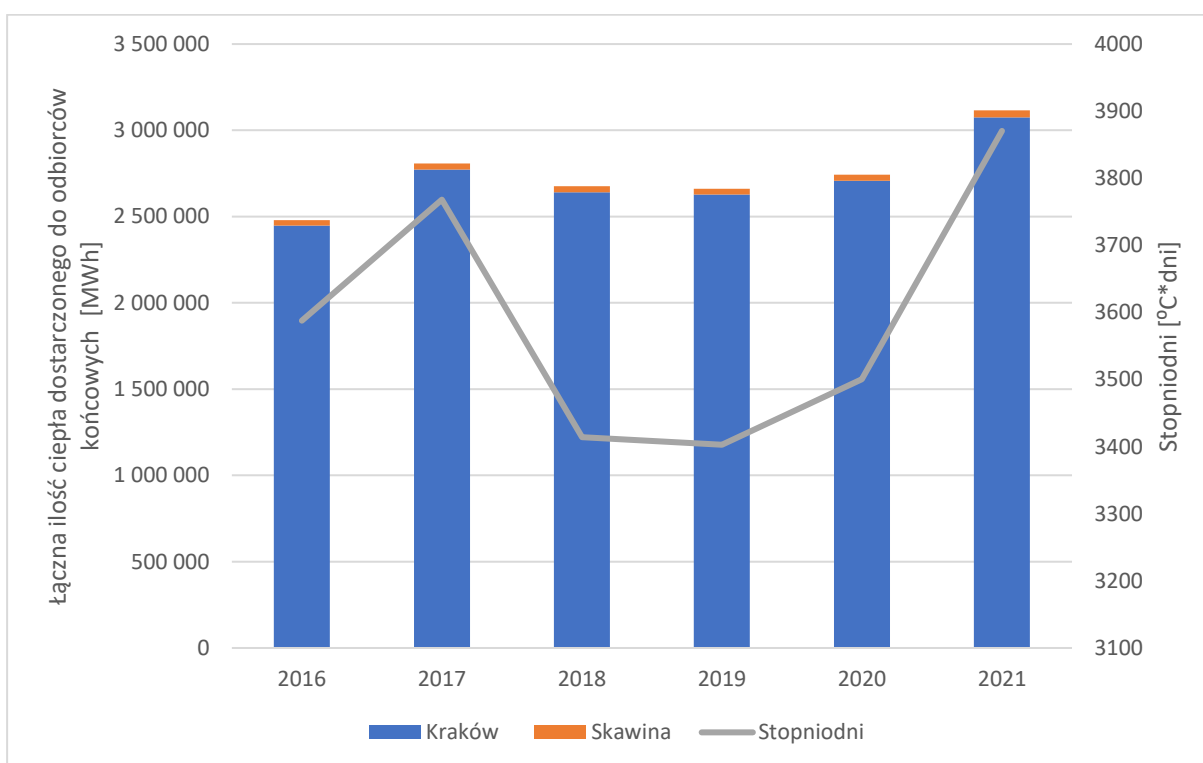
Na różnicę w zakupionej i sprzedanej odbiorcom końcowym przez MPEC S.A. w Krakowie ilości ciepła, w głównej mierze wpływają średnie roczne straty sieciowe, które wynoszą około 11 %.

Tabela 24. Łączną ilość energii dostarczonej do odbiorców końcowych w okresie 2016-2021 przedstawia Tabela 28.

Tabela 28 Łączna ilość ciepła dostarczonego do odbiorców końcowych na terenie gmin Kraków i Skawina w latach 2016-2021.

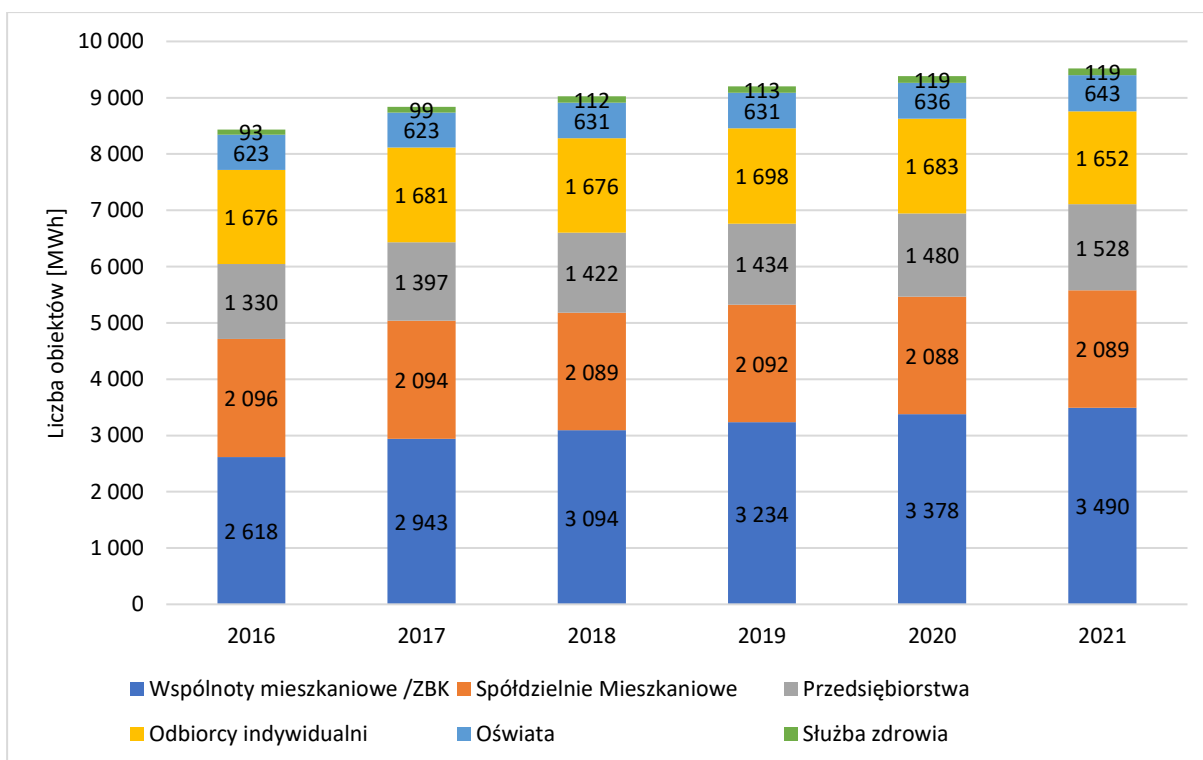
Gmina	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kraków	GJ	8 809 680	9 978 951	9 508 130	9 459 322	9 750 900	11 068 707
Skawina		119 102	128 389	123 274	121 577	126 974	148 592
Razem		8 928 782	10 107 339	9 631 404	9 580 899	9 877 874	11 217 299
Kraków	MWh	2 447 133	2 771 931	2 641 147	2 627 589	2 708 583	3 060 079
Skawina		33 084	35 663	34 243	33 771	35 270	55 837
Razem		2 480 217	2 807 594	2 675 390	2 661 361	2 743 854	3 115 917

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A.



Rysunek 27 Łączna ilość ciepła dostarczonego do odbiorców końcowych na terenie gmin Kraków i Skawina w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A.



Rysunek 28 Liczba obiektów z podziałem na grupy odbiorców na terenie Krakowa w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A.

Najliczniejszą grupą odbiorców jest grupa „Wspólnoty mieszkaniowe/ZBK” (39,2%, średnia z lat 2016-2021). Kolejnymi wyszczególnionymi grupami zużywającymi znaczne ilości ciepła sieciowego są spółdzielnie mieszkaniowe (27,9%) oraz przedsiębiorstwa (18,8%). Wyszczególnioną grupą zużywającą

najmniej ciepła sieciowego są odbiorcy indywidualni (1,5%). Bardziej szczegółowe informacje znajdują się w Rozdziale 3.3.

3.3. Zapotrzebowanie na ciepło i sposób zaspokojenia – bilans stanu istniejącego

W celu określenia kontekstu klimatycznego, który jest niezwykle ważny przy zarówno krótko jak i długoterminowych prognozach dotyczących zapotrzebowania na energię ciepłą w zasobach budowlanych, przedstawiono średnie temperatury w Krakowie w latach 1990, 2002, 2016-2021 wraz z długością oraz początkiem sezonu grzewczego.

Tabela 29 Średnie temperatury w Krakowie w latach 1990, 2002, 2016-2021 wraz z długością oraz początkiem sezonu grzewczego.

Rok	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Długość sezonu grzewczego	Początek sezonu grzewczego	Średnia roczna temperatura	Liczba stopniodni
	[°C]												[dni]		[dni]	
1990	1,3	5,0	7,2	8,5	14,4	16,8	17,5	17,7	11,6	9	5,6	0,1	-	-	9,6	-
2000	-1,4	2,9	4,5	12,2	15,8	17,9	17,5	19	12,5	12,5	7,2	1,8	-	-	10,2	-
2016	-1,5	4,6	5,3	10,2	15,1	19,7	20,3	18,7	16,1	8,3	4,2	0,9	233	22 września	10,2	3587
2017	-4,5	0,9	6,9	8,4	14,7	19,9	20,1	20,7	14	10,2	5	2,5	244	20 września	9,9	3768
2018	1,7	-2,3	1,3	14,5	17,7	19,6	20,4	20,9	15,9	10,8	5	1,7	217	26 września	10,6	3414
2019	-1,7	3,5	6,5	10,3	12,8	22,2	19,5	20,8	15,0	11,3	6,2	2,8	244	19 września	10,8	3403
2020	1,2	4,2	5,3	9,0	11,4	18,6	19,2	20,7	15,4	10,7	5,0	1,2	255	24 września	10,2	3500
2021	-1,1	-0,5	3,8	6,5	12,8	19,3	21,6	17,9	14,8	9,6	5,4	0,0	233	-	9,2	3871

Źródło: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy; MPEC S.A.
 „-” - brak danych.

Z danych przytoczonych w tabeli wynika, że w ostatnich latach w Krakowie średnie temperatury roczne czy długość sezonu grzewczego nie ulegały gwałtownym zmianom. Można zaobserwować pewne odchylenia od standardowych temperatur (uśrednionych temperatur obserwowanych w ciągu ostatnich 30 lat) oraz długości sezonu grzewczego. Rok 2018 był wyjątkowo ciepły na tle pozostałych lat, co znalazło odzwierciedlenie w najkrótszej w ostatnich latach długości sezonu grzewczego. Rok 2019 cechował się najwyższą średnią roczną temperaturą pośród analizowanych lat oraz stosunkowo długim okresem grzewczym, co wskazuje na to że średnia roczna temperatura powietrza nie jest dobrym wyznacznikiem na określenie wpływu na system ciepłowniczy

Tabela 30 przedstawia szczegółowe dane dotyczące struktury odbiorców, natomiast ilość ciepła dostarczanego do odbiorców przedstawia Tabela 31.

Należy podkreślić, że dane przedstawione w tabelach poniżej dotyczą podziału zużycia ciepła wg grup odbiorców bez podziału na zużycie ciepła w gminie Kraków oraz gminie Skawina.

Tabela 30 Liczba obiektów w Krakowie przyłączonych do sieci ciepłowniczej.

Nazwa	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Wspólnoty mieszkaniowe /ZBK	szt.	2 618	2 943	3 094	3 234	3 378	3 490
Spółdzielnie Mieszkaniowe		2 096	2 094	2 089	2 092	2 088	2 089
Przedsiębiorstwa		1 330	1 397	1 422	1 434	1 480	1 528
Odbiorcy indywidualni		1 676	1 681	1 676	1 698	1 683	1 652
Oświata		623	623	631	631	636	643
Służba zdrowia		93	99	112	113	119	119
Razem		8 436	8 837	9 024	9 202	9 384	9 521

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

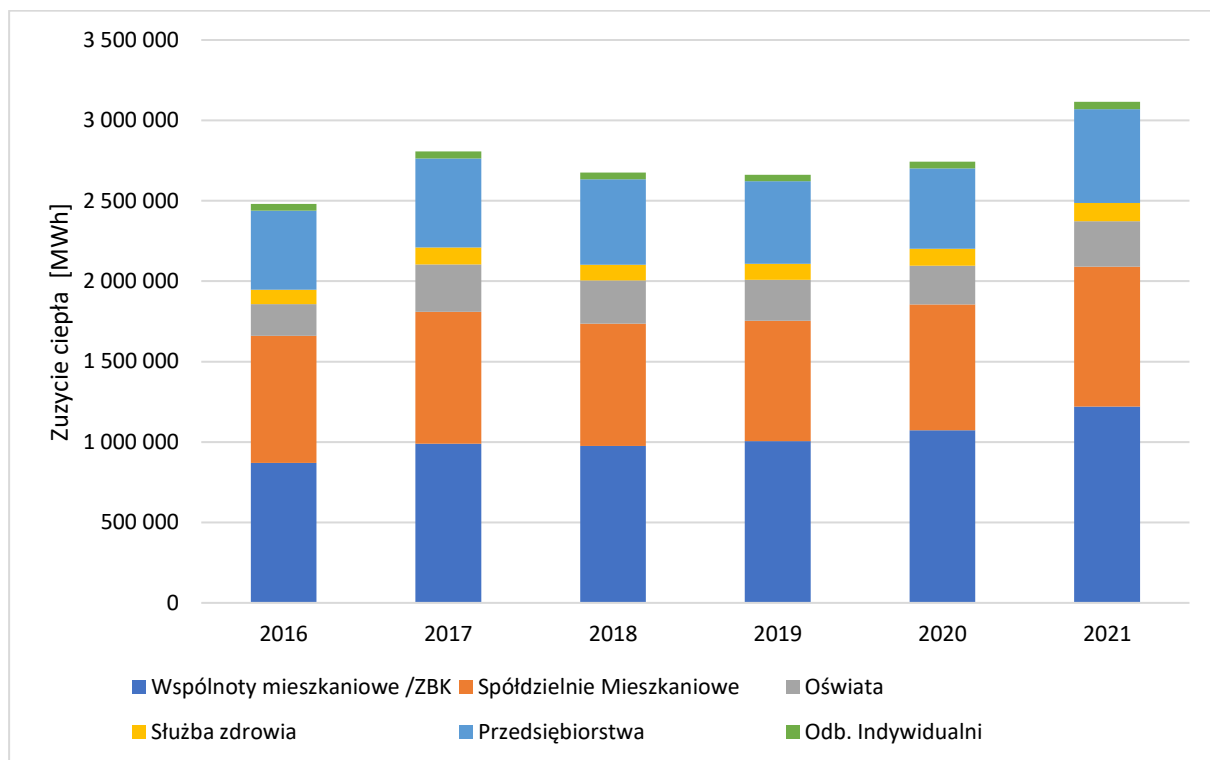
W latach 2016-2021 największy wzrost liczby obiektów przyłączonych do sieci ciepłowniczej na terenie Krakowa można zaobserwować we wspólnotach mieszkaniowych oraz zarządu budynków komunalnych (wzrost o około 800 szt. w okresie 2016-2021). Pośród pozostałych grup zauważalny jest nieznaczny wzrost bądź spadek liczby odbiorców. Zmiany te spowodowane są zwiększającą się liczbą nowych budynków mieszkalnych wielorodzinnych oraz rozrostem sieci ciepłowniczej.

Tabela 31 Zużycie ciepła przez poszczególne grupy odbiorców przyłączone do sieci ciepłowniczej MPEC S.A. na terenie Krakowa.

Nazwa	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Wspólnoty mieszkaniowe /ZBK	MWh	870 225	989 050	976 561	1 005 715	1 074 066	1 220 333
Spółdzielnie Mieszkaniowe		790 785	821 591	759 805	748 487	781 165	870 064
Oświata		196 629	294 630	269 348	254 450	242 133	282 419
Służba zdrowia		89 458	104 180	97 587	99 992	104 490	112 845

Nazwa	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Przedsiębiorstwa		491 848	553 819	530 780	512 580	500 670	584 243
Odb. Indywidualni		41 271	44 324	41 309	40 137	41 330	46 013
Razem		2 480 217	2 807 594	2 675 390	2 661 361	2 743 854	3 115 916

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 29 Zużycie ciepła przez poszczególne grupy odbiorców przyłączone do sieci ciepłowniczej MPEC S.A.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A. w Krakowie.

Na przestrzeni lat 2016 – 2021 obserwowany jest wzrost zużycia energii cieplnej dostarczanej do poszczególnych grup odbiorców. Również można zaobserwować zmianę udziału zużycia ciepła przez poszczególne grupy odbiorców. Na przykład stały wzrost udziału procentowego w ogólnym zużyciu ciepła przez wspólnoty mieszkaniowe/ZBK od 2016 do 2021 roku. W roku 2016 udział ten wynosił 35,1%, w 2017 r. 35,2%, w 2018 r. 36,5%, w 2019 r. 37,8%, w 2020 r. 39,1% natomiast w roku 2021 już 39,2%. Wzrost zużycia energii jest powiązany ze wzrostem ilości obiektów będących w tej grupie. W roku 2016 liczba wszystkich odbiorców w tej grupie wynosiła 2 735 szt., natomiast w roku 2021 ilość obiektów wzrasta do 3 610 szt. (wartości łączne dla wszystkich terenów objętych siecią ciepłowniczą) bądź 2618 szt. w 2016 roku oraz 3490 szt. w 2021 roku (wartości dot. tylko Gminy Kraków) (Tabela 30).

Zwiększenie ilości obiektów z grupy wspólnoty mieszkaniowe/ZBK, a co za tym idzie i zwiększenie zużycia energii, powodowało zmniejszenie udziału innych grup w łącznym zużyciu nawet na tle nieznacznego zwiększenia ilości obiektów w latach 2016-2021. Wykluczeniem z reguły jest grupa spółdzielni mieszkaniowe, gdzie pomimo zwiększenia zużycia ciepła, łączna liczba obiektów podłączonych do sieci ciepłowniczej zmniejsza się. W 2016 roku na terenie gminy Kraków liczba odbiorców w grupie spółdzielni mieszkaniowe wynosiła 2 170 szt., a w roku 2021 już 21 62 szt. (Tabela

30). Fakt ten związany jest nie z odłączaniem się budynków od miejskiej sieci ciepłowniczej, lecz wydzielenia ze wspólnot mieszkaniowych ze struktur spółdzielni mieszkaniowych.

W zasobach budowlanych Krakowa znajdują się budynki o łącznej powierzchni ogrzewanej liczącej blisko 41,6 mln m² (stan na 2021 r.). Według danych dostarczonych przez MPEC w postaci map sieci ciepłowniczej wraz z istniejącymi przyłączami, z miejskiej sieci ciepłowniczej korzystają budynki o łącznej powierzchni przeszło 22,4 mln m². z tego zasobu większość stanowią budynki mieszkalne wielorodzinne (15,84 mln m²). z gazu sieciowego na cele centralnego ogrzewania korzysta natomiast około 13,30 mln m² i największy udział w tej puli ma również powierzchnia budynków mieszkalnych wielorodzinnych (5,97 mln m²). Szczegółowy podział wszystkich powierzchni budynków, wraz z wyszczególnionymi udziałami powierzchni zabytkowych jak i informacjami o tym, jakie powierzchnie są przyłączone do sieci ciepłowniczej oraz gazowej lub korzystają z innych źródeł ciepła, zawiera Tabela 32.

Tabela 32 Struktura powierzchniowa zasobów budowlanych Krakowa z wyszczególnieniem na kategorie użytkowe i źródła ogrzewania.

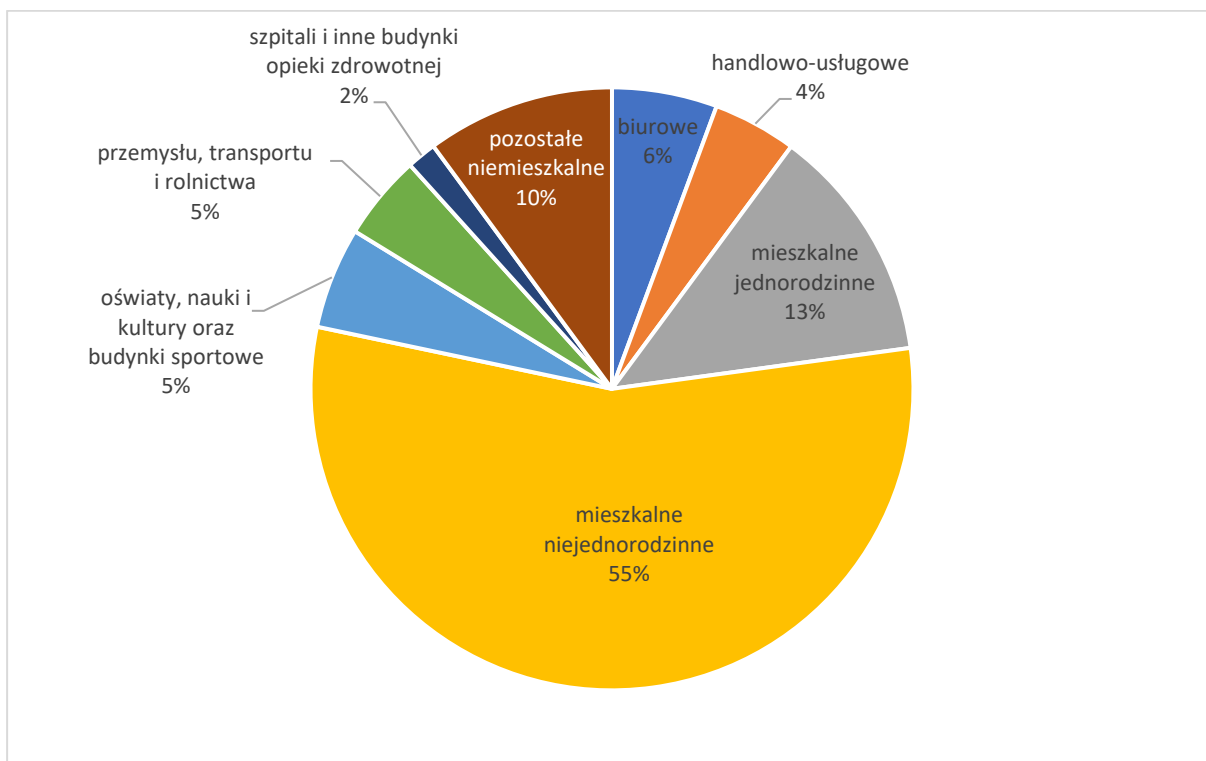
Kategoria użytkowa	Ogółem	W tym zabytkowe	Budynki podłączone do miejskiej sieci ciepłowniczej		Budynki podłączone do sieci gazowej*		Inne**	
	Powierzchnia ogrzewana [mln m ²]	Powierzchnia ogrzewana [tys. m ²]	Ogółem	W tym zabytkowe	Ogółem	W tym zabytkowe	Ogółem	W tym zabytkowe
			[mln m ²]	[tys. m ²]	[mln m ²]	[tys. m ²]	[mln m ²]	[tys. m ²]
Budynki mieszkalne jednorodzinne	5,28	11,34	0,24	2,29	4,25	5,45	0,78	3,60
Budynki mieszkalne nie jednorodzinne	23,07	1 646,99	15,84	1 089,40	5,97	549,33	1,26	8,26
Budynki biurowe	2,35	151,42	1,35	80,06	0,43	59,33	0,56	12,03
Budynki handlowo-usługowe	1,87	47,29	1,07	23,64	0,52	22,15	0,27	1,50
Budynki oświaty, nauki, kultury i sportu	2,26	351,34	1,79	238,71	0,38	110,88	0,09	1,75
Budynki szpitali i inne budynki opieki zdrowotnej	0,66	88,44	0,46	48,93	0,15	39,51	0,06	-
Budynki przemysłu, transportu i łączności oraz rolnictwa	1,90	12,71	0,20	4,90	0,48	2,43	1,22	5,38
Pozostałe budynki niemieszkalne	4,20	429,47	1,51	194,55	1,13	207,23	1,56	27,69
Razem	41,58	2 739,00	22,46	1 682,47	13,30	996,31	5,82	60,21

*budynki korzystające z gazu sieciowego na cele c.o.

**kotłownie lokalne, pompy ciepła, pozostałe ogrzewanie elektryczne, źródła gazowe/olejowe zaopatrywane indywidualnie.

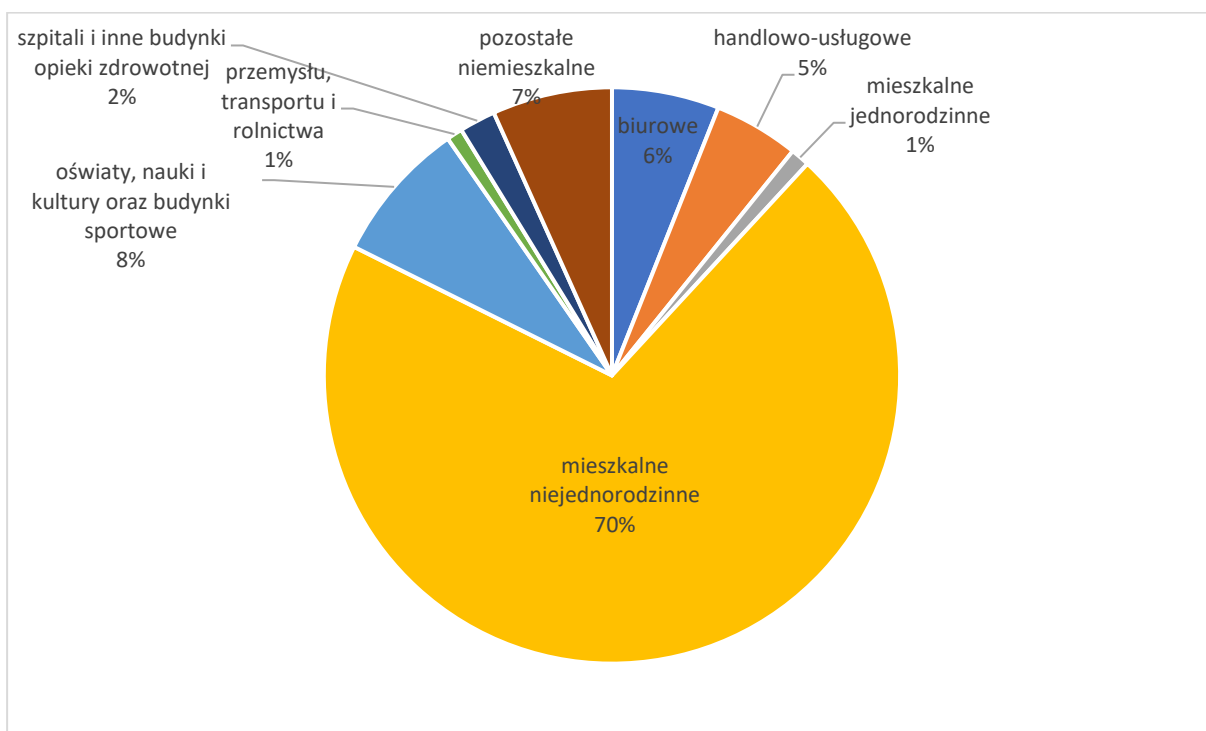
Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGIB (stan na 12.2021), map sieci ciepłowniczej i gazowej wraz z przyłączami, danych od UMK.

Rysunek 30, Rysunek 31, Rysunek 32, Rysunek 33 i Rysunek 34 stanowią graficzne przedstawienie danych, które przedstawia Tabela 32.



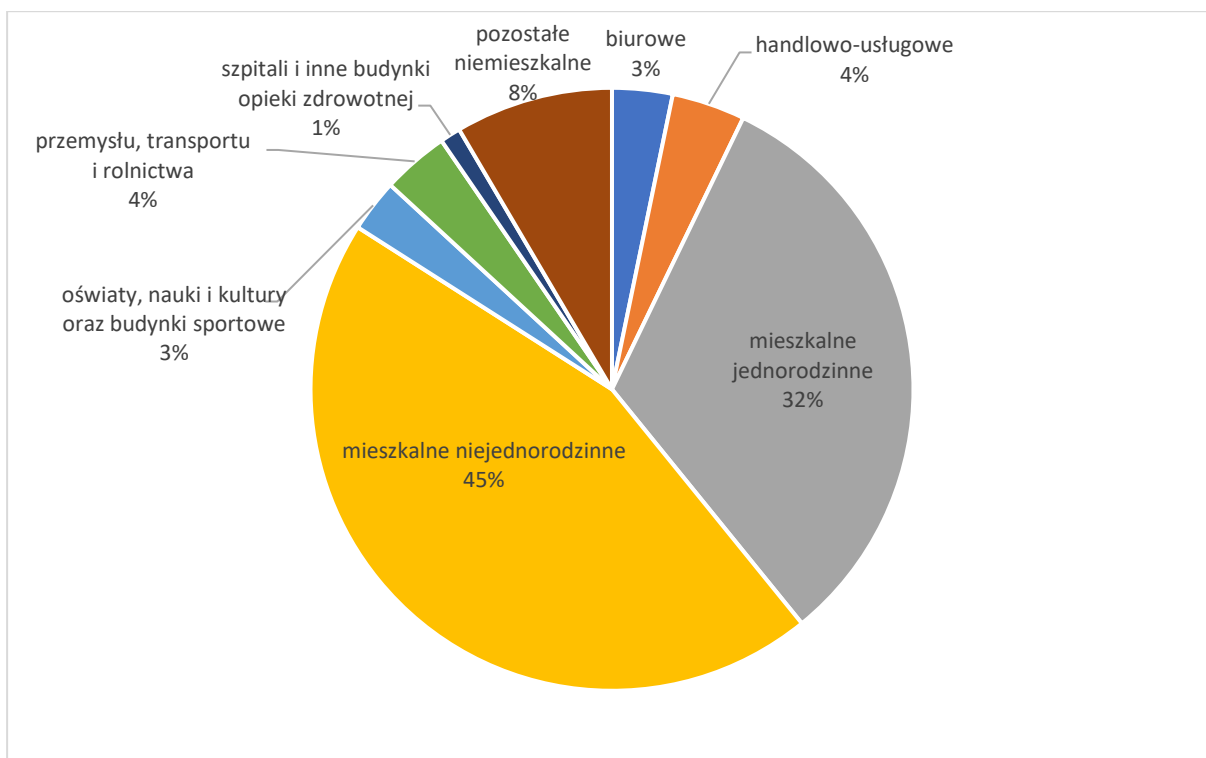
Rysunek 30 Struktura całkowitej powierzchni ogrzewanej zasobów budowlanych ze względu na funkcję użytkową.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGIB (stan na 12.2021).



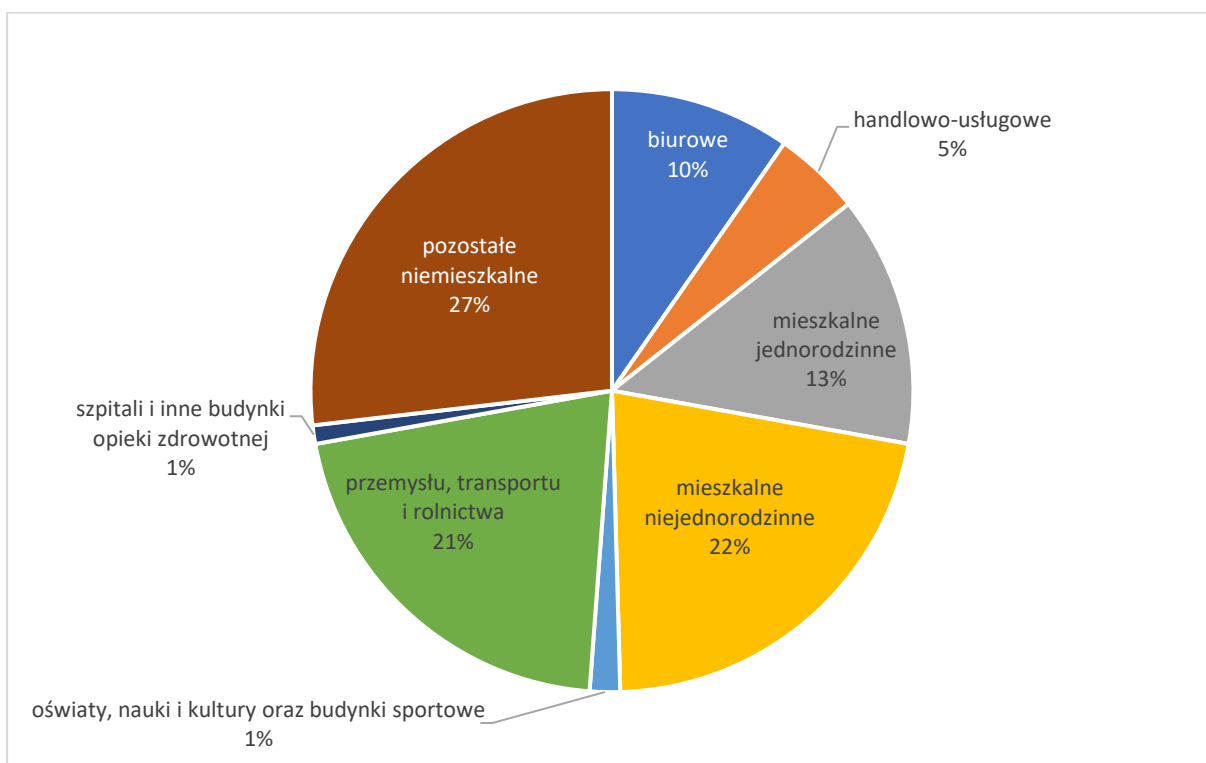
Rysunek 31 Struktura powierzchni ogrzewanej podłączonej do miejskiej sieci ciepłowniczej ze względu na funkcję użytkową.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGIB (stan na 12.2021) i map sieci ciepłowniczej wraz z przyłączami.



Rysunek 32 Struktura powierzchni ogrzewanej podłączonej do sieci gazowej ze względu na funkcję użytkową.

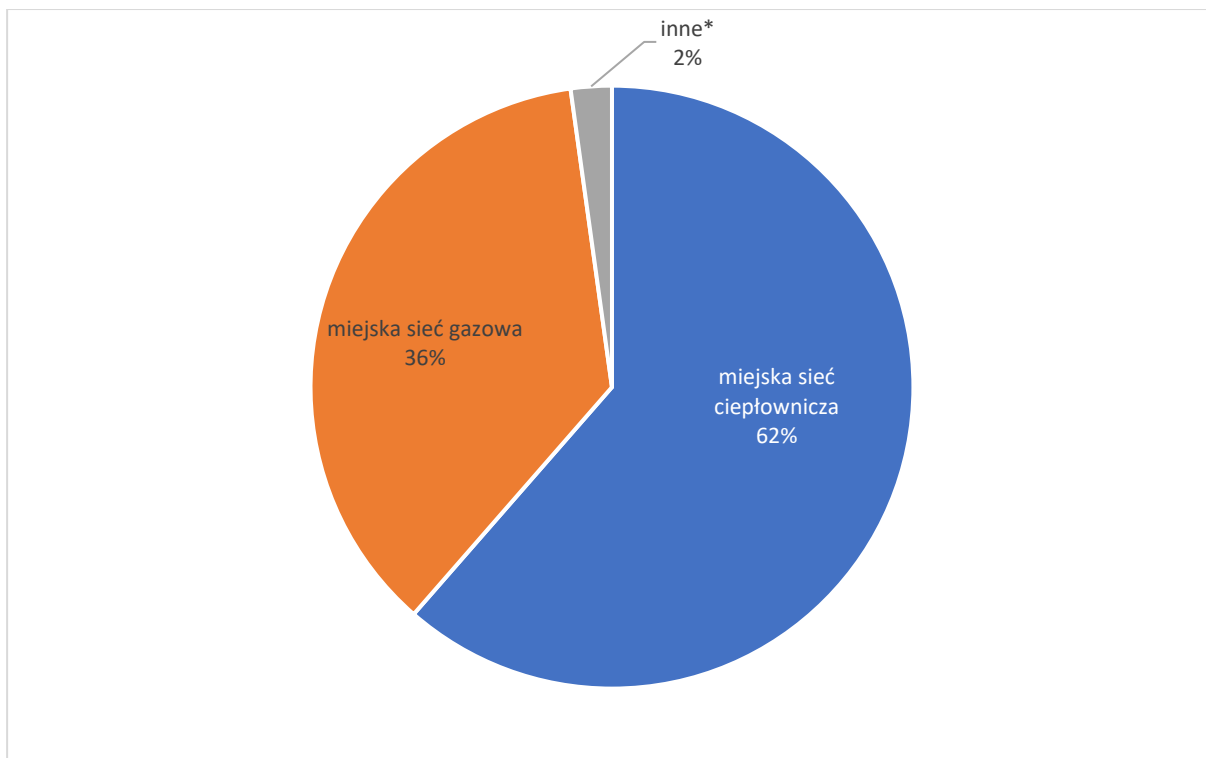
Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGIB (stan na 12.2021) i map sieci gazowej wraz z przyłączami.



Rysunek 33 Struktura powierzchni ogrzewanej korzystającej z innych źródeł ciepła* ze względu na funkcję użytkową.

*inne źródła ciepła – patrz objaśnienie dla Tabela 32 Struktura powierzchniowa zasobów budowlanych Krakowa z wyszczególnieniem na kategorie użytkowe i źródła ogrzewania.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGİB (stan na 12.2021) i danych od UMK.



Rysunek 34 Struktura powierzchni ogrzewanej budynków wpisanych do rejestru zabytków ze względu na źródło ciepła wykorzystywane do celów centralnego ogrzewania.

*inne – patrz objaśnienie dla Tabela 32 Struktura powierzchniowa zasobów budowlanych Krakowa z wyszczególnieniem na kategorie użytkowe i źródła ogrzewania.

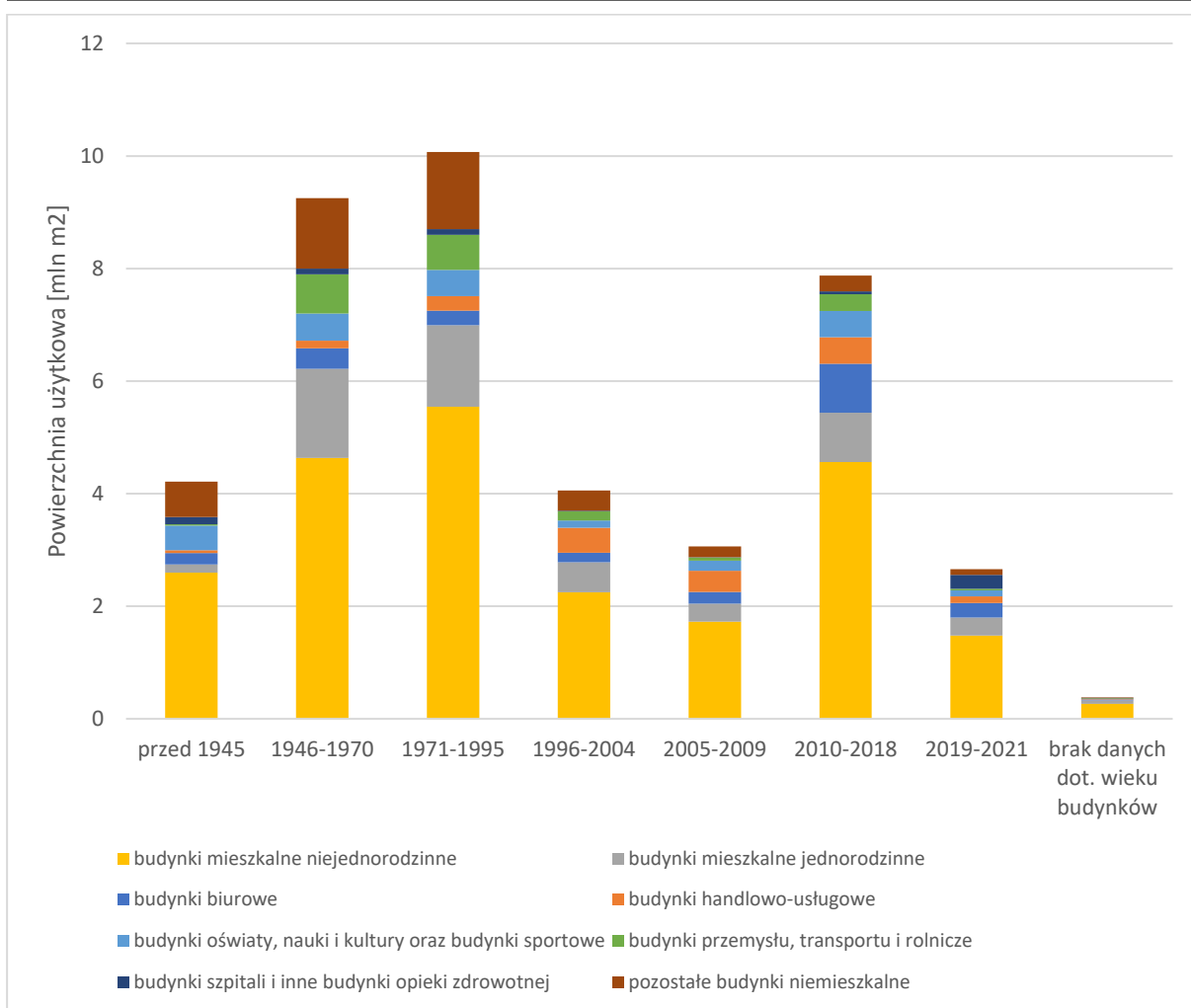
Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGiB (stan na 12.2021), map sieci ciepłowniczej i gazowej wraz z przyłączami, danych od UMK.

Tabela 33 Struktura wiekowo-użytkowa zasobów budowlanych w Krakowie.

Kategoria użytkowa/przedział wiekowy	przed 1945	1946-1970	1971-1995	1996-2004	2005-2009	2010-2018	2019-2021	brak danych dot. wieku budynku
	[m ²]							
budynki mieszkalne jednorodzinne	142 584	1 583 623	1 444 102	534 215	316 681	876 548	318 713	60 925
budynki mieszkalne niejednorodzinne	2 599 550	4 637 616	5 547 091	2 246 215	1 728 657	4 561 149	1 480 168	266 447
budynki biurowe	201 015	360 584	262 102	168 360	209 537	871 025	257 362	17 211
budynki handlowo-usługowe	50 737	137 694	258 153	447 707	373 309	472 097	117 950	9 689
budynki oświaty, nauki i kultury oraz budynki sportowe	437 897	480 539	464 999	126 996	179 746	466 927	105 609	2 059
budynki szpitali i inne budynki opieki zdrowotnej	131 650	104 864	98 470	12 937	8 427	50 977	249 647	3 506
budynki przemysłu, transportu i rolnicze	22 755	695 622	624 435	161 294	57 527	297 154	28 691	9 378
pozostałe budynki niemieszkalne	628 540	1 252 205	1 370 429	361 329	191 310	281 495	100 693	12 264

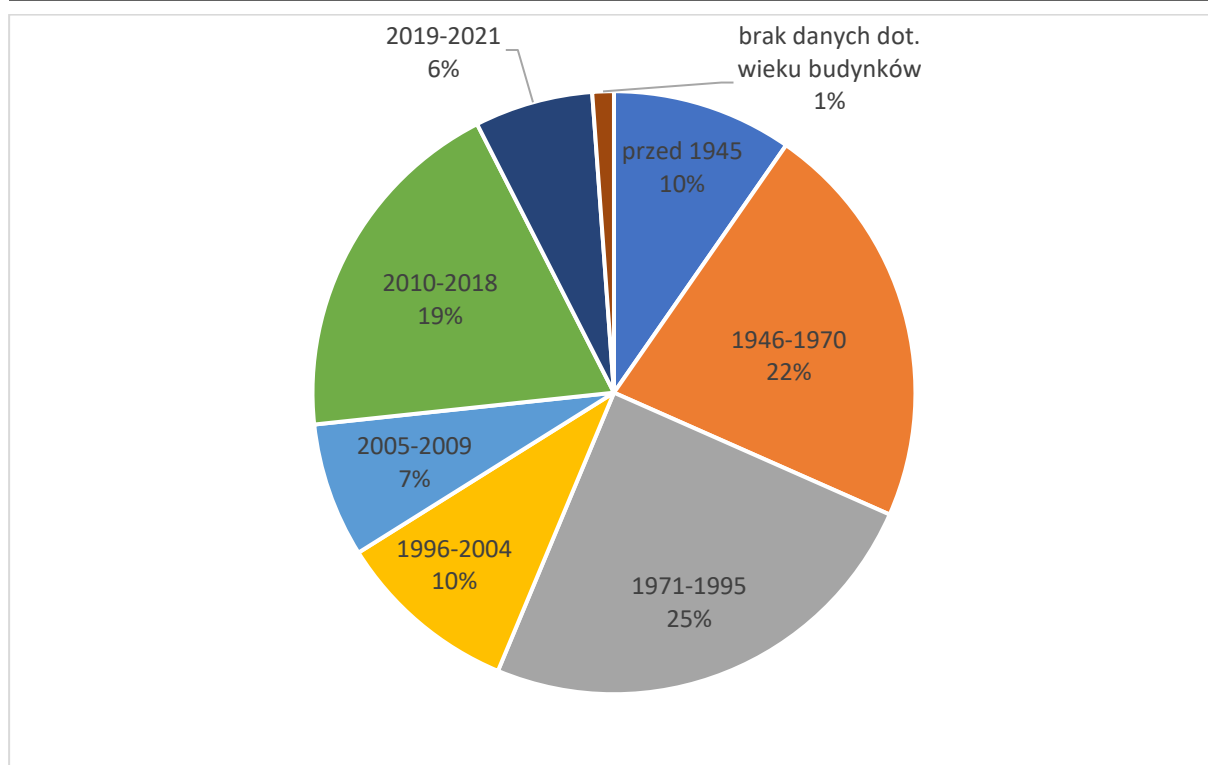
Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGiB (stan na 12.2021), map sieci ciepłowniczej i gazowej wraz z przyłączami, danych od UMK.

Tabela 33 przedstawia, jaka jest struktura wiekowo-użytkowa zasobów budowlanych Krakowa według wielkości powierzchni ogrzewanej. Największe udziały powierzchni w każdej kategorii wiekowej posiadają budynki mieszkalne, natomiast najliczniejszymi pod względem powierzchni kategoriami wiekowymi są budynki wybudowane między 1971 a 1995 rokiem (około 10 mln m²) oraz między 1946 a 1970 (około 9,2 mln m²). Graficzną prezentację powyższych danych przedstawia Rysunek 35.



Rysunek 35 Struktura wiekowo-użytkowa zasobów budowlanych Krakowa według powierzchni ogrzewanej (stan na 12.2021 r.).

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGİB (stan na 12.2021).



Rysunek 36 Struktura wiekowa mieszkalnych zasobów budowlanych Krakowa.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie EGiB (stan na 12.2021).

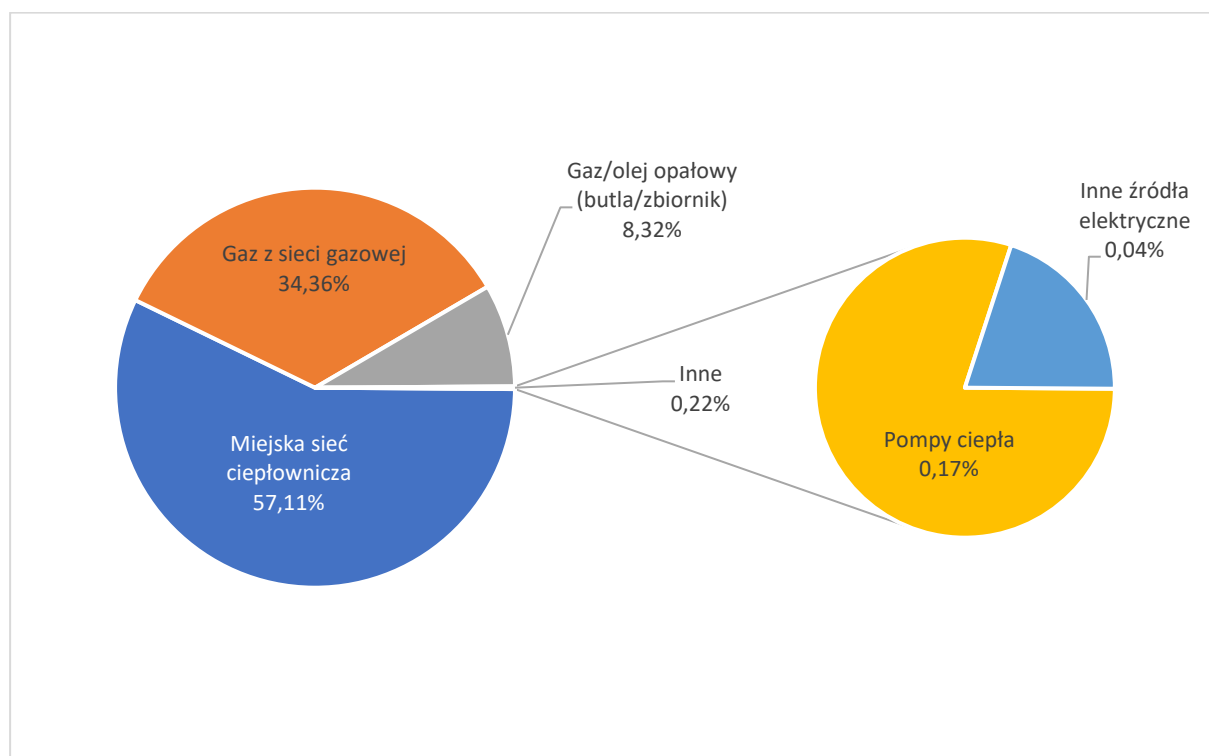
Przeprowadzona analiza powierzchni pod kątem funkcji użytkowej i struktury wiekowej zasobów budowlanych oraz dane dotyczące rzeczywistych zużyć nośników energii w latach 2016-2021, takich jak ciepło sieciowe oraz paliwo gazowe pochodzące z sieci gazowej, pozwoliły określić bilans zaspokojenia potrzeb cieplnych całego miasta w roku standardowym. Punktem wyjścia do prognoz prowadzonych w scenariuszach jest bilans energii cieplnej końcowej w roku standardowym, który przedstawia Rysunek 37 oraz Rysunek 38.

Tabela 34 Bilans zaspokojenia zapotrzebowania na energię cieplną końcową wszystkich zasobów budowlanych według funkcji użytkowej, z wyszczególnieniem źródeł i w podziale na potrzeby c.o. i c.w.u. w roku standardowym.

Kategoria użytkowa	Miejska sieć ciepłownicza	Gaz z sieci gazowej	Gaz/olej opałowy (butla/zbiornik)	Pompy ciepła	Inne źródła elektryczne	Suma
	[MWh/rok]					
c.o. mieszkalne jednorodzinne	35 837	553 190	77 781	4 395	1 302	672 505
c.o. mieszkalne nie jednorodzinne	1 996 074	693 399	109 690	2 084	314	2 801 561
c.o. biurowe	38 336	18 501	13 425	46	14	70 321
c.o. handlowo-usługowe	46 804	20 873	10 020	43	10	77 751
c.o. oświaty, nauki, kultury i sportu	70 149	16 428	3 167	16	3	89 762

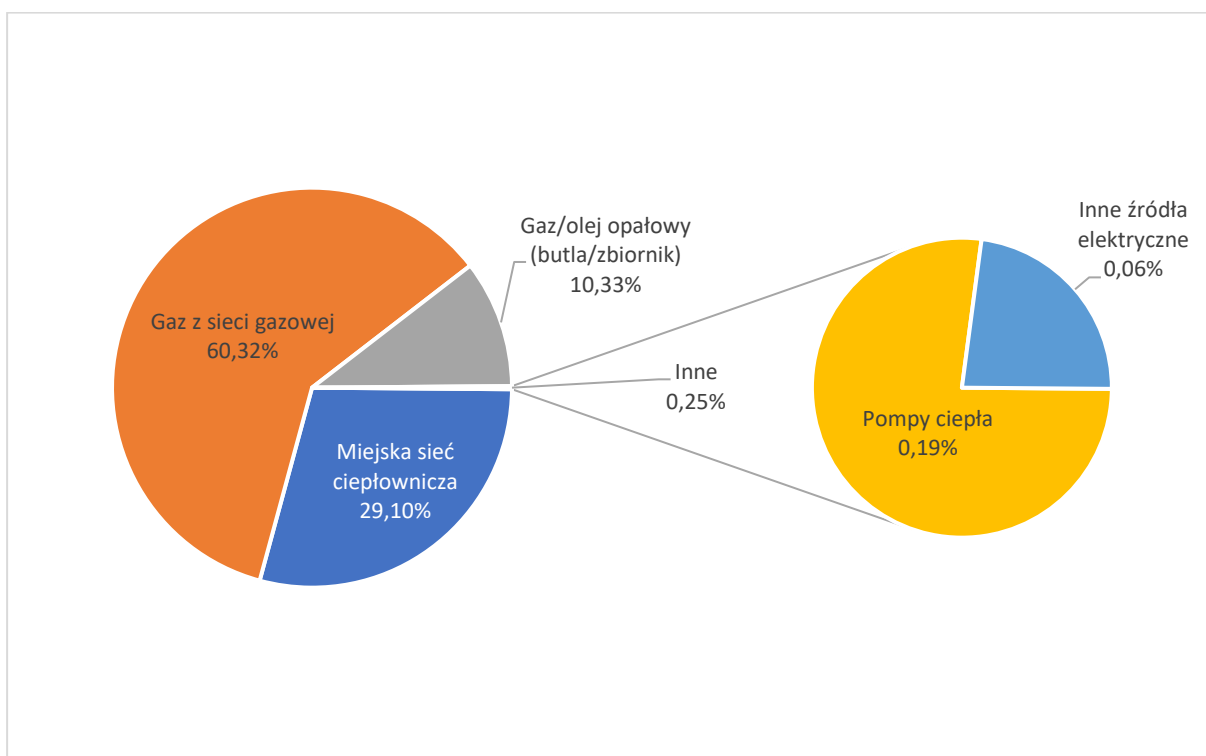
Kategoria użytkowa	Miejska sieć ciepłownicza	Gaz z sieci gazowej	Gaz/olej opałowy (butla/zbiornik)	Pompy ciepła	Inne źródła elektryczne	Suma
	[MWh/rok]					
c.o. szpitale i inne opieki zdrowotnej	38 651	12 086	5 179	17	5	55 939
c.o. przemysł, transport, rolnictwo	7 622	17 706	48 185	164	49	73 725
c.o. pozostałe niemieszkalne	64 790	50 490	67 182	247	68	182 777
c.w.u.	483 538	1 002 400	171 739	3 183	952	1 661 812
Suma	2 781 800	2 385 073	506 368	10 195	2 716	5 686 152

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A. w Krakowie, UMK i PSG.



Rysunek 37 Bilans zaspokojenia zapotrzebowania na energię cieplną końcową na cele centralnego ogrzewania wszystkich zasobów budowlanych w podziale na źródła w roku standardowym.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC w Krakowie, UMK i PSG.



Rysunek 38 Bilans zaspokojenia zapotrzebowania na energię cieplną końcową na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej wszystkich zasobów budowlanych w podziale na źródła w roku standardowym.
 Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC w Krakowie, UMK i PSG.

Tabela 35 Szczytowe obciążenie źródeł ciepła wraz z mocą zamówioną średniorocznie w latach 2017-2020.

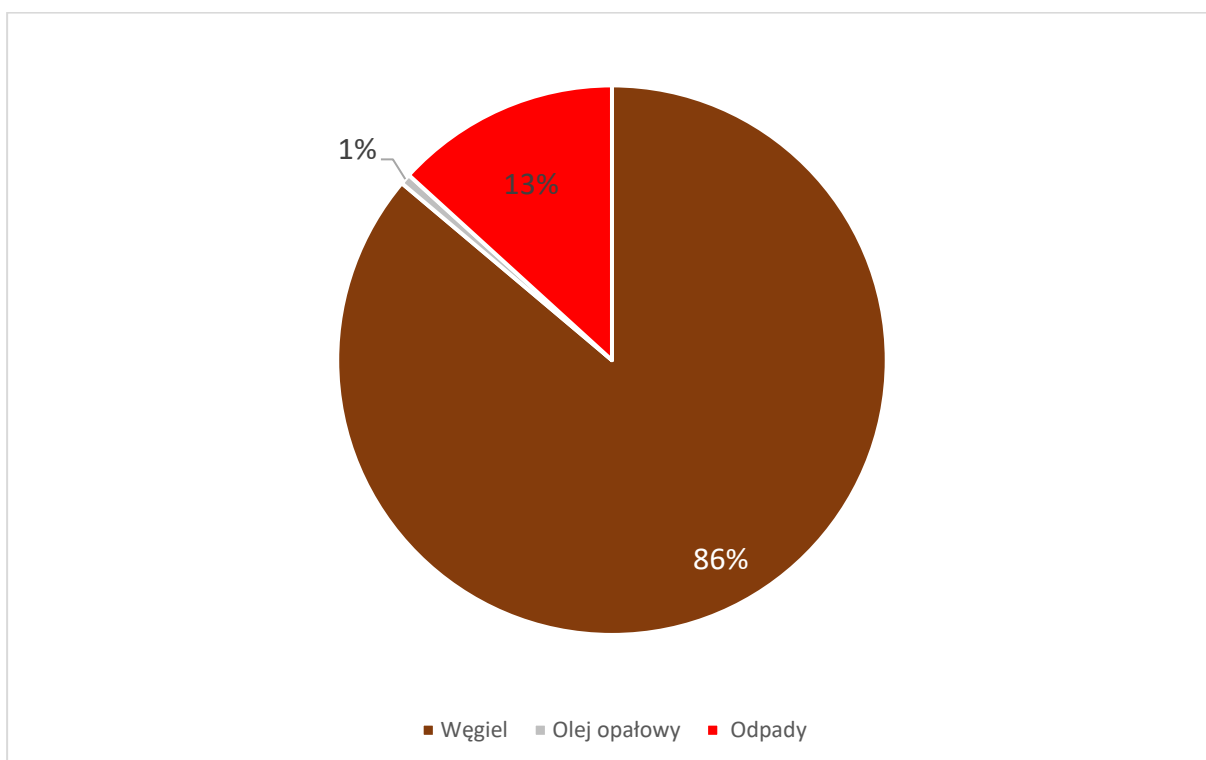
Rok	Szczytowe obciążenie źródeł ciepła	Moc zamówiona średniorocznie	Liczba stopniodni
	%	MW	SD
2017	89	1367	3 768
2018	81	1378,4	3 414
2019	65	1413	3 403
2020	56	1465	3 500

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

Na szczytowe obciążenie źródeł ciepła głównie wpływ mają warunki pogodowe w poszczególnych latach. Maksymalne szczytowe obciążenie źródeł ciepła w okresie 2017 – 2020 wystąpiło w 2017 r. W latach 2019-2020 szczytowe obciążenie źródeł ciepła było stosunkowo niskie (56-65%). Niepełne wykorzystanie mocy zamówionej świadczy o przygotowaniu systemu ciepłowniczego na większe obciążenia, w przypadku niższych temperatur powietrza od tych, które odnotowano w ostatnich latach.

3.4. Ocena stanu istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło

W krakowskim systemie ciepłowniczym dominującym paliwem jest węgiel kamienny. Wykorzystywany do produkcji ciepła jest również gaz ziemny, olej opałowy, odpady komunalne oraz w niektórych latach biomasa (współspalanie paliw). Rysunek 39 przedstawia wykres kołowy obrazujący produkcję ciepła z poszczególnych źródeł w 2021 r.



Rysunek 39 Produkcja ciepła z poszczególnych paliw dla miejskiej sieci ciepłowniczej w 2021 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych od PGE Energia Ciepła S.A. Oddział 1 w Krakowie, CEZ Skawina S.A., Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A.

Szczegółowe informacje dotyczące poszczególnych dostawców ciepła przedstawiono w rozdziale 3.1.1.1.

W sezonie remontowym sieci i urządzenia ciepłownicze eksploatowane przez MPEC S.A. są przygotowywane do zapewnienia ciągłej dostawy energii cieplnej. W okresie tym, w ramach modernizacji, likwiduje się stare skorodowane odcinki sieci kanałowej i zastępuje je sieciami preizolowanymi. Wymienia się uszkodzone urządzenia kompensujące wydłużenia termiczne sieci. Wykonuje się na bieżąco prace remontowo-konserwacyjne, których celem jest zapewnienie niezawodnego działania sieci magistralnych, odgałęźnych i przyłączeniowych oraz urządzeń z nich zasilanych. Przeprowadza się także próby wytrzymałościowe wybranych odcinków sieci ciepłych. Żywotność rur ciepłowniczych zależy od wielu czynników związanych z warunkami środowiskowymi, ale także sposobu prowadzenia sieci. Koniec okresu użytkowania może wiązać się ze zmęczeniem termo-mechanicznym lub zjawiskami starzenia termooksydacyjnego, prowadzącymi na przykład do zmniejszenia lub utraty właściwości izolacyjnych. Żywotność rur z płaszczem z tworzywa sztucznego wynosi co najmniej 30 lat. Żywotność kogeneracji węglowej kotła zależy od wielu czynników, takich jak: jakość konstrukcji, jakość wykonania, warunki eksploatacji, częstotliwość przeglądów i konserwacji, jakość paliwa, itp. W przeciwieństwie do kotłów węglowych, kotłownie gazowe są mniej narażone na korozję i zanieczyszczenie, co może wpłynąć na ich dłuższą żywotność. Przeciętna żywotność kotłowni lokalnych gazowych wynosi od 10 do 20 lat.

Rysunek 40, Rysunek 41, Rysunek 42 i Rysunek 43 przedstawiają roczne profile obciążenia sieci ciepłowniczej w odniesieniu do średniorocznej wartości mocy zamówionej w źródłach ciepła w latach 2017-2020. Pokazują one rzeczywisty wpływ warunków pogodowych w szczególności średnich temperatur zewnętrznych na obciążenia sieci w ostatnich latach. Na czterech poniższych wykresach widać również potencjał sieci, i stopień jej wykorzystania.



Rysunek 40 Roczny profil obciążenia sieci ciepłowniczej w odniesieniu do średniorocznej wartości mocy zamówionej w źródłach ciepła w 2017 roku.

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 41 Roczny profil obciążenia sieci ciepłowniczej w odniesieniu do średniorocznej wartości mocy zamówionej w źródłach ciepła w 2018 roku.

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



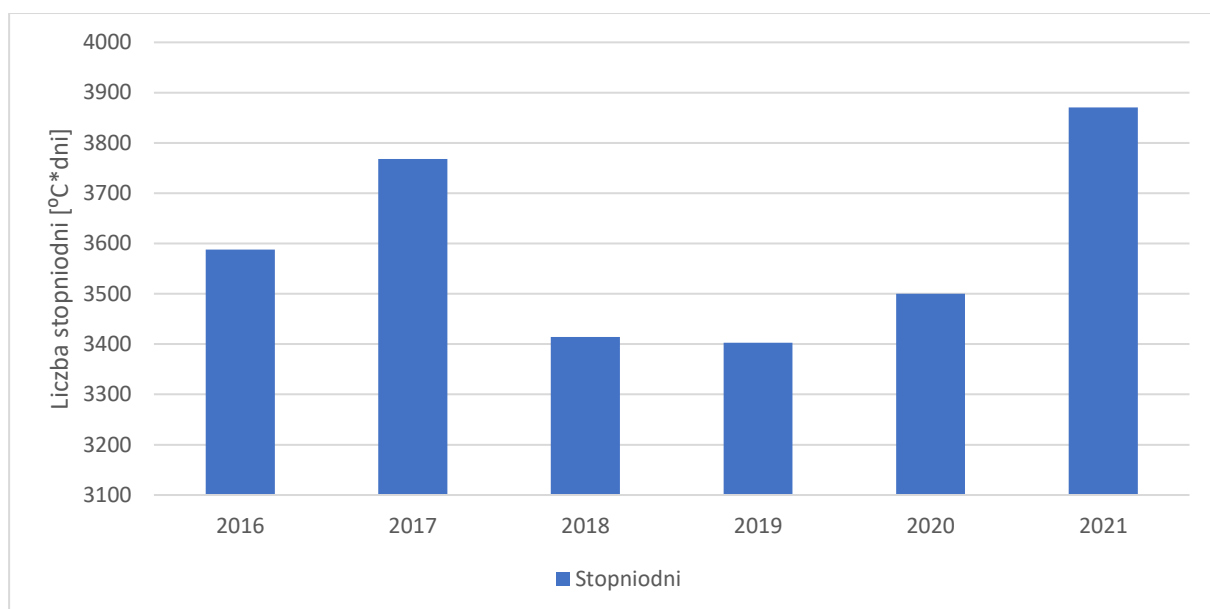
Rysunek 42 Roczny profil obciążenia sieci ciepłowniczej w odniesieniu do średniorocznej wartości mocy zamówionej w źródłach ciepła w 2019 roku.

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 43 Roczny profil obciążenia sieci ciepłowniczej w odniesieniu do średniorocznej wartości mocy zamówionej w źródłach ciepła w 2020 roku.

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.



Rysunek 44 Liczba stopniodni w Krakowie w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC S.A. w Krakowie.

Na pokazanych rocznych profilach średnie obciążenie źródeł ciepła w sezonie grzewczym wynosiło 20-60%, przy czym w okresach szczytowego zapotrzebowania w latach 2017-2018 sięgało 80-90% mocy zamówionej.

Poza sezonem grzewczym średnie obciążenie źródeł ciepła waha się na poziomie 10%. Powoduje to wysoki poziom strat na sieciach przesyłowych oraz małą opłacalność pracy układów kogeneracyjnych w ciągu całego roku.

Dlatego też należy bardzo pozytywnie podkreślić działania MPEC w kierunku zwiększania udziału ciepłej wody użytkowej w m.s.c. w kolejnych latach, z wyraźną tendencją wzrostową.

W przedstawionych rocznych profilach obciążenia źródeł ciepła widać wyraźną korelację ilości zużywanej energii (pole wykresu) z liczbą stopniodni z w danym roku.

Należy podkreślić, że jakkolwiek obecny system zaopatrzenia w ciepło pokrywa z nawiązką zapotrzebowanie wszystkich podmiotów podłączonych do systemu ciepłowniczego na terenie Gminy Miejskiej Kraków, to duży udział paliw kopalnych w miksie energetycznym nie pozwala ocenić go jako przyjaznego dla klimatu.

W ocenie systemu zaopatrzenia w ciepło należy uwzględnić wyzwania z jakimi będzie musiał ten system się zmierzyć oraz już mierzy. Istotny z punktu widzenia przedsiębiorstw ciepłowniczych jest system EU ETS oraz opłaty z tym związane. Ze względu na ogromny udział węgla w wytwórstwie ciepła zakłady wytwórcze ponoszą rosnące koszty z tego tytułu.

Sektor ciepłownictwa jest jednym z sektorów, które w perspektywie do 2050 r. czeka największa transformacja. Warunkowane jest to wieloma czynnikami, wśród których należy wyróżnić m.in. prawodawstwo oraz strategię krajowe oraz unijne, uwarunkowania finansowe oraz technologiczne.

Pośród prawodawstwa krajowego głównymi aktami prawa odnoszącymi się do ciepłownictwa należy wyróżnić ustawę z dnia 10 kwietnia 1997 – Prawo energetyczne [7], ustawę z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej [8] czy ustawę z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii [9]. Celem wymienionych ustaw jest narzucenie prawnych wymogów na sektor, wskazanie konieczności utworzenia wszelkiego rodzaju strategii rozwojowych bądź implementacja prawodawstwa unijnego. Wśród powołanych strategii, jedną z kluczowych jest Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. [17], która wśród najważniejszych elementów wskazuje m.in. transformację energetyczną z uwzględnieniem samowystarczalności elektroenergetycznej, wzrost udziału OZE do 28 % w sektorze ciepłownictwa do 2030 r. (wzrost 1,1 pp. r/r), wzrost efektywności energetycznej do 2030 r. (23% zmniejszenia zużycia energii pierwotnej) czy zapis mówiący, że do 2040 r. potrzeby ciepłne wszystkich gospodarstw domowych pokrywane będą przez ciepło systemowe oraz przez zero- lub niskoemisyjne źródła indywidualne.

Pośród prawodawstwa unijnego głównymi aktami prawa odnoszącymi się bezpośrednio do ciepłownictwa bądź pośrednio należy wyróżnić dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2021/0203 w sprawie efektywności energetycznej [3], dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [4], rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej [5], Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomicznospołecznego i Komitetu Regionów Plan REPowerEU [32] wiele innych. Największą zmianą w wprowadzanym sukcesywnie pakiecie zmian „Fit for 55” jest wprowadzenie zmiennej w czasie definicji efektywnego systemu ciepłowniczego, która została wprowadzona przez dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2021/0203 w sprawie efektywności energetycznej [3] w ramach Artykułu 24. Według wspomnianej dyrektywy, efektywny system ciepłowniczy i chłodniczy jest systemem, który spełnia następujące kryteria:

- do dnia 31 grudnia 2025 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub w co najmniej 50% wykorzystuje się połączenie takiej energii i ciepła,
- od dnia 1 stycznia 2026 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 80% ciepło pochodzące z wysokosprawnej kogeneracji, lub co najmniej połączenie takiej energii cieplnej wprowadzanej do sieci, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 5%, a całkowity udział energii ze źródeł odnawialnych, ciepła odpadowego lub ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji wynosi co najmniej 50%,

- od dnia 1 stycznia 2035 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 20%,
- od dnia 1 stycznia 2045 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 75% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 40%,
- od dnia 1 stycznia 2050 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się wyłącznie energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 60%.

Szerszy opis czynników warunkujących rozwój systemów ciepłowniczych do 2025 r. znajduje się w rozdziale 12.3.

Tabela 36 Przychody netto ze sprzedaży ciepła oraz koszty działalności operacyjnej MPEC w latach 2012-2021.

Rok	Przychody netto ze sprzedaży ciepła	Koszty działalności operacyjnej
	tys. PLN	
2012	447 337	448 326
2013	486 846	485 747
2014	481 392	494 910
2015	521 203	522 497
2016	582 334	562 423
2017	621 283	577 532
2018	598 606	581 386
2019	625 170	616 854
2020	699 701	681 971
2021	849 334	820 340

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC w Krakowie.

Analizując przedstawione dane można dojść do wniosku, że przychody netto ze sprzedaży są w analizowanym okresie nieznacznie wyższe aniżeli koszty działalności operacyjnej. Taki stan rzeczy związany jest m.in. z cenami paliw, koncesjami, uwarunkowaniami politycznymi etc. Jedno z zagrożeń wynikających z nieznacznie większych przychodów netto ze sprzedaży ciepła od kosztów działalności operacyjnej jest brak możliwości akumulacji środków niezbędnych do przeprowadzenia inwestycji związanych z zmianą źródeł wytwórczych oraz modernizacji infrastruktury ciepłowniczej.

Obecna sytuacja polityczna oraz sankcje Unii Europejskiej nakładane na Rosję mają i będą miały bezpośredni wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Można zidentyfikować następujące ryzyka:

- Ograniczony dostęp do paliw;

W Komunikacie Komisji Europejskiej z dnia 8 marca 2022 r. „REPowerEU” [32]: Wspólne europejskie działania w kierunku bezpiecznej i zrównoważonej energii po przystępnej cenie” przedstawiono pilną potrzebę szybkiej transformacji w kierunku czystej energii oraz uniezależnienia się od dostaw gazu i węgla z Rosji. Ograniczony dostęp do gazu w znacznej mierze utrudni spełnienie wymagań efektywnego systemu ciepłowniczego, w którym zgodnie z definicją określoną w pakiecie „Fit for 55” od 01.01.2026 r. wykorzystuje co najmniej 50% energii odnawialnej, 50% ciepła odpadowego, 80% ciepła z kogeneracji lub co najmniej kombinację ww. w której udział energii odnawialnej wynosi co

najmniej 5%, a łączny udział energii odnawialnej, ciepła odpadowego lub ciepła z wysokosprawnej kogeneracji wynosi 50%. w przypadku ograniczonego dostępu do paliw gazowych, ciepłownictwo powinno skłaniać się ku zaspokojeniu zapotrzebowania na ciepło poprzez wykorzystanie w jak największym stopniu energii odpadowej oraz odnawialnych źródeł energii.

- Dalszy wzrost cen paliw;

Uniezależnienie się od dostaw paliw z Rosji będzie wiązać się z dalszymi wzrostami cen paliw, co niesie za sobą szereg trudności (m.in. finansowych) dla przedsiębiorstwa ciepłowniczego oraz odbiorcom końcowym.

- Ograniczony dostęp do biomasy zza wschodniej granicy;

Jedną z możliwości zastąpienia paliw kopalnych w ciepłownictwie jest zastosowanie instalacji spalających biomasę. Ograniczony dostęp do biomasy ze wschodniej granicy przyczyni się do opóźnienia zastosowania tego rozwiązania.

Kolejne wyzwanie dla systemu zaopatrzenia w ciepło budynków to zapewnienie dla ciepła systemowego odpowiednio niskich współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, aby sprostać nowym wymaganiom warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie.

Warianty, które należy rozpatrzyć przy zmianie źródła ciepła w systemie ciepłowniczym w Krakowie to:

- Kogeneracja gazowa,
- Kogeneracja biomasowa.

Na chwilę obecną potencjał kogeneracji biogazowej nie jest znaczący, lecz ze względu na stale rozwijającą się technologię, może w przyszłości zaspokoić część zapotrzebowania na energię cieplną oraz elektryczną.

- Kolektory słoneczne,
- PV.

Ze względu na ograniczone zasoby terenu, na którym byłaby możliwa budowa farmy fotowoltaicznej, należy rozważyć budowę paneli fotowoltaicznych na dachach budynków.

- Wodór i pochodne,
- Ciepło odpadowe,
- Kotły elektrodowe.

W przypadku dużych miast do jakich należy Kraków należy się spodziewać spadków zapotrzebowania na ciepło systemowe. Spadki w zapotrzebowaniu na ciepło w istniejących budynkach spowodowane termomodernizacją mogą być rekompensowane przez zapotrzebowanie w nowym budownictwie pod warunkiem, że będzie oferowane zeroemisyjne ciepło. Na obecną chwilę nowo wybudowane budynki będą w pierwszej kolejności podłączane do sieci ciepłowniczej, o ile jest taka możliwość. W przyszłości uzależnione jest to od spełnienia przez system ciepłowniczy wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego [3]. Zaobserwowano też zjawisko zmiany wymagań, jeśli chodzi o komfort cieplny w budynkach i podwyższenie oczekiwanej przez użytkowników temperatury w pomieszczeniach do 22°C [43].

Jeśli chodzi o preferencyjne źródła finansowania w ciepłownictwie w perspektywie do 2050 roku, to można wyróżnić kilka kierunków, które będą miały kluczowe znaczenie dla sektora:

- Odchodzenie od paliw kopalnych - wraz z rosnącą świadomością ekologiczną i regulacjami, które będą wprowadzane na poziomie krajowym i międzynarodowym, należy spodziewać się stopniowego odchodzenia od paliw kopalnych jako źródła energii w ciepłownictwie. W perspektywie do 2050 roku będzie to kierunek nieunikniony, co oznacza, że źródła finansowania związane z paliwami kopalnymi będą stopniowo zanikać.
- Wspieranie odnawialnych źródeł energii - wraz z odchodzeniem od paliw kopalnych, kluczowym źródłem energii w ciepłownictwie będą odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna, wiatrowa, geotermalna czy biomasa. Wspieranie takich źródeł finansowania będzie zwiększać się, a wraz z nim będzie rosła rola rządów w kształtowaniu polityki energetycznej.
- Modernizacja sieci ciepłowniczych - z racji wieku infrastruktury ciepłowniczej w wielu krajach europejskich, należy spodziewać się dużej ilości inwestycji w modernizację sieci ciepłowniczych. Wspieranie takich inwestycji może się odbywać poprzez rządowe programy dotacji czy preferencyjne pożyczki.
- Wspieranie innowacyjnych rozwiązań - wraz z postępem technologicznym, w ciepłownictwie będą pojawiać się coraz to nowe innowacyjne rozwiązania. Wspieranie takich inwestycji będzie kluczowe dla przyspieszenia transformacji energetycznej w sektorze ciepłowniczym.

System ciepłowniczy w Krakowie oraz proponowany kierunek rozwoju opisano w rozdziale 12.3.

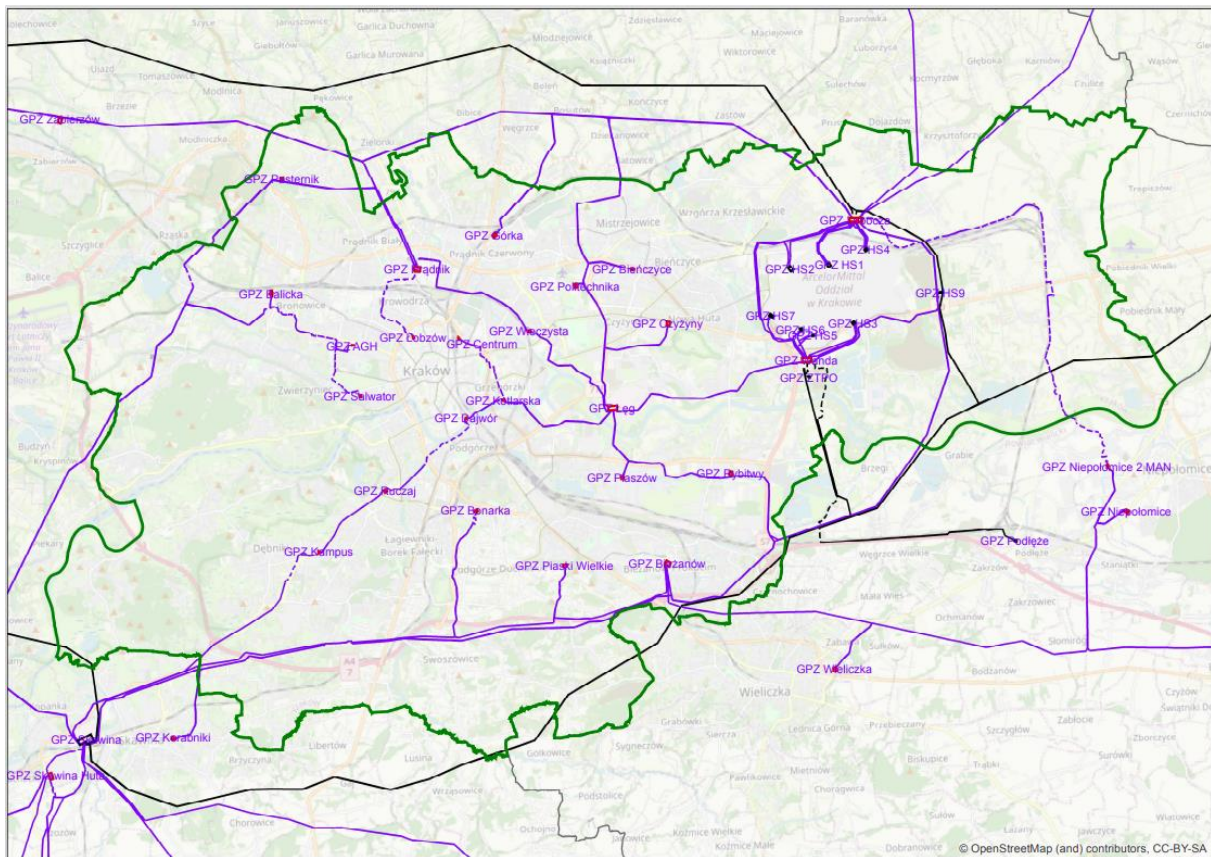
3.5. System elektroenergetyczny

Miasto Kraków zasilane jest w energię elektryczną z obejmującego zasięgiem teren całej Polski Krajowego Systemu Elektroenergetycznego opartego na układzie sieci najwyższych napięć (od 200 do 220 kV) operowanych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. oraz sieci wysokich (110 kV), średnich (od 10 do 30 kV) i niskich (220/230 i 380/400 V) napięć operowanych przez regionalnych operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD). Dodatkowo część budynków należących do miasta zasilana jest z instalacji lokalnych, wykorzystywanych w głównej mierze na potrzeby własne (m.in. mikroinstalacje fotowoltaiczne).

PSE S.A. jest operatorem systemu przesyłowego (OSP) - zdefiniowanym w ustawie Prawo energetyczne [7] - jako przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem energii elektrycznej. Przedsiębiorstwo to odpowiedzialne jest za:

- ruch sieciowy w systemie przesyłowym elektroenergetycznym,
- bieżące i długookresowe bezpieczeństwo funkcjonowania tego systemu,
- eksploatację, konserwację i remonty oraz niezbędną rozbudowę sieci przesyłowej, w tym połączeń z innymi systemami elektroenergetycznymi.

Do obowiązków OSP należy również bilansowanie systemu polegające na równoważeniu zapotrzebowania na energię elektryczną z dostawami energii oraz zarządzanie ograniczeniami systemowymi w celu zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. W przypadku wystąpienia ograniczeń technicznych w przepustowości tych systemów zarządzanie ograniczeniami systemowymi odbywa się w zakresie wymaganych parametrów technicznych energii elektrycznej.



Rysunek 45 Plan istniejącej sieci przesyłowej najwyższych napięć wraz z zaznaczonymi Głównymi Punktami Zasilania.

Źródło: TAURON Dystrybucja S.A.

PSE rozbudowuje i modernizuje infrastrukturę przesyłową, realizując zatwierdzony przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki program inwestycyjny. W stanie obecnym PSE przewiduje szereg inwestycji modernizacyjnych zlokalizowanych na terenie miasta Kraków (stacja Wanda) lub innych, mających wpływ na pracę systemu na południu kraju, między innymi:

- Modernizacja stacji 220/110 kV Wanda. Celem inwestycji jest poprawa pewności, bezpieczeństwa i warunków zasilania sieci w rejonie aglomeracji krakowskiej poprzez podniesienie poziomu stanu technicznego stacji w wyniku wymiany wyeksploatowanej aparatury: wymiana istniejącej jednostki AT1 220/110 kV 160 MVA na jednostkę AT 220/110 kV 275 MVA wraz z dostosowaniem stanowiska, obwodów wtórnych oraz wymiana uzemień aparatury i przyłączenia jej do uziomu kratowego – w polach Skawina, Lubocza, AT1.
- Wymianę transformatora wraz z dostosowaniem infrastruktury w stacji 220/110 kV Siersza. Celem inwestycji jest poprawa pewności, bezpieczeństwa i warunków zasilania sieci w rejonie aglomeracji krakowskiej poprzez podniesienie poziomu stanu technicznego stacji w wyniku wymiany wyeksploatowanej aparatury: wymiana istniejącej jednostki AT1 220/110 kV 160 MVA na jednostkę AT 220/110 kV 275 MVA wraz z dostosowaniem stanowiska, obwodów wtórnych oraz wymiana uzemień aparatury i przyłączenia jej do uziomu kratowego – w polach Skawina, Lubocza, AT1.
- Modernizacja stacji 220/110 kV Łońskie. Celem inwestycji jest poprawa pewności, bezpieczeństwa i warunków zasilania sieci w rejonie aglomeracji krakowskiej poprzez

podniesienie poziomu stanu technicznego stacji w wyniku wymiany wyeksploatowanej aparatury.

- Rozbudowa i modernizacja stacji 400/100 kV Tucznawa. Celem realizacji projektu jest poprawa warunków zasilania sieci dystrybucyjnej 110 kV z sieci przesyłowej, stanu technicznego stacji w wyniku wymiany wyeksploatowanej aparatury i infrastruktury na stacji oraz poprawa zasilania odbiorców energii elektrycznej w obszarze aglomeracji śląskiej.
- Przebudowa linii 220 kV Byczyna-Poręba, Poręba-Czeczoł. Inwestycja realizowana jest w regionie posiadającym najgęstszą w Polsce sieć przesyłową – znajdują się tu liczne linie najwyższych napięć, stacje elektroenergetyczne i elektrownie. Realizowane zadanie dotyczy modernizacji stacji elektroenergetycznej Poręba, a także wykonania zabezpieczenia słupów na odcinku zbliżenia linii do rzeki Soły, którego koncepcja zostanie sporządzona po wykonaniu analizy meandrowania rzeki.

Na terenie Krakowa funkcję OSD (operator systemu dystrybucyjnego) pełni spółka TAURON Dystrybucja S.A., której podstawową działalnością jest dystrybucja energii elektrycznej. Zgodnie z decyzją Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, posiadają na nią koncesję na dystrybucję energii elektrycznej do 31 grudnia 2025 roku.

TAURON Dystrybucja S.A. odpowiedzialna jest za rozwój, użytkowanie i utrzymanie sieci elektroenergetycznych na terenie południowej Polski. Dostarczenie prądu do odbiorców końcowych odbywa się na terenie województw: małopolskiego, dolnośląskiego, opolskiego, śląskiego, częściowo: świętokrzyskiego, podkarpackiego oraz łódzkiego.

Zadania i obowiązki operatora sieci dystrybucyjnej określa w Art. 9c ust. 3 ustawy Prawo energetyczne [7].

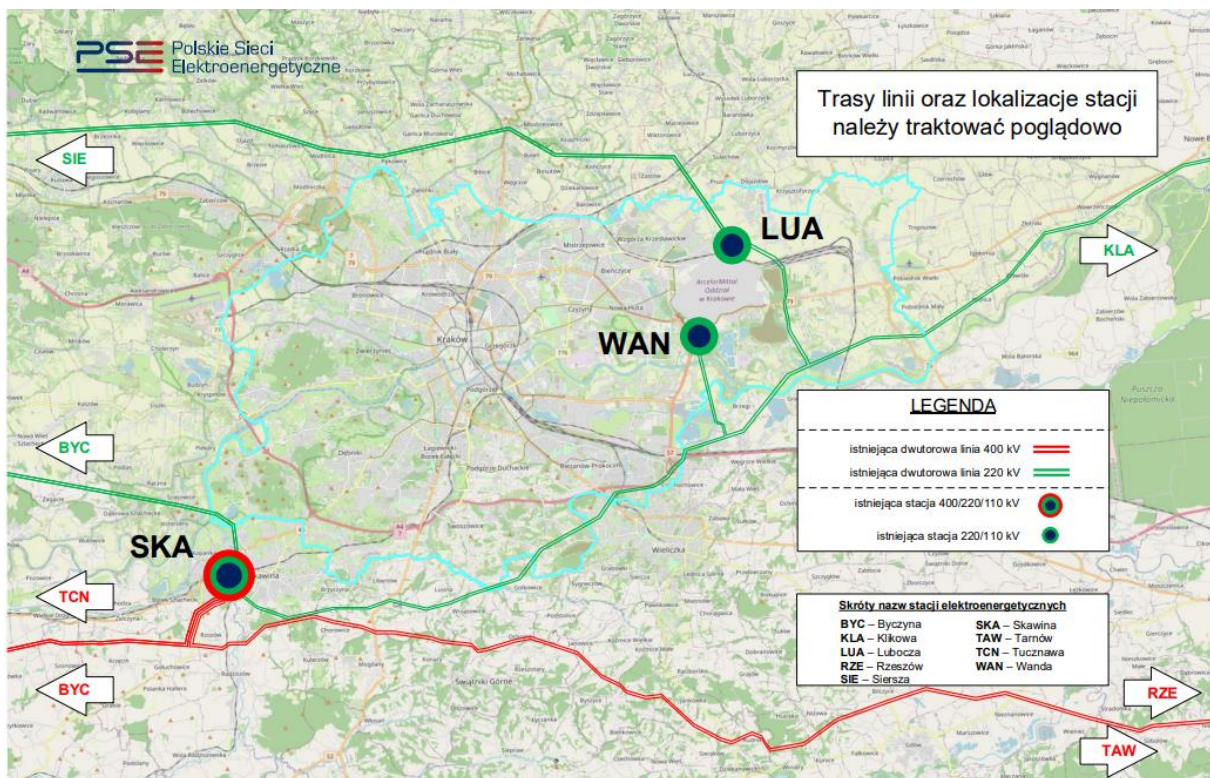
3.6. Źródła energii elektrycznej

3.6.1. Sieć przesyłowa najwyższych napięć

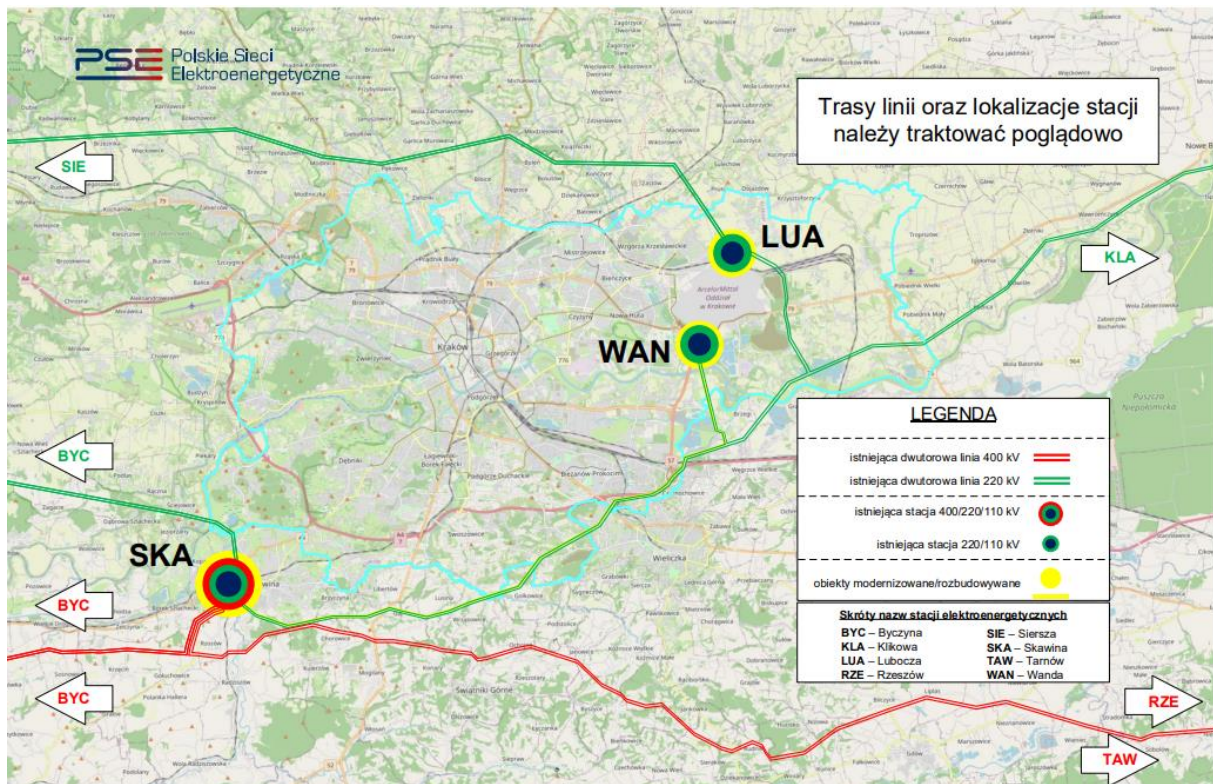
PSE S.A. realizuje zadania operatora systemu przesyłowego m.in. w oparciu o elementy sieci przesyłowej najwyższych napięć zlokalizowane w Krakowie lub jego okolicach.

Na terenie Krakowa zlokalizowane są dwie współdzielone z Tauron Dystrybucja S.A. stacje elektroenergetyczne 220/110 kV Lubocza i Wanda. Stacje te są w trakcie modernizacji związanej z dostosowaniem ich do wymogów Rozporządzenia Komisji UE z dnia 24 listopada 2017 r. dotyczącego stanu zagrożenia i stanu odbudowy systemu elektroenergetycznego. PSE S.A. planują również modernizację obydwu stacji wraz z wymianą transformatorów 160 MVA na jednostki o mocy 275 MVA oraz wymianę przewodów odgromowych na linii 220 kV Skawina – Wanda. PSE S.A. planują budowę połączenia stałoprądowego północ – południe. Jedna z dodatkowo rozważanych tras może zostać poprowadzona przez teren Gminy Miejskiej Kraków. Ze względu na wstępny etap inwestycji nie można określić dokładnego wpływu inwestycji na Gminę Miejską Kraków.

Schemat sieci przesyłowej na obszarze Miasta Krakowa obrazuje Rysunek 46.



Rysunek 46 Schemat sieci przesyłowej na obszarze Gminy Miejskiej Kraków – stan istniejący.
 Źródło: PSE S.A.



Rysunek 47 Schemat sieci przesyłowej na obszarze Gminy Miejskiej Kraków – plany na rok 2032.
 Źródło: PSE S.A.

3.6.1. Elektrownie i elektrociepłownie

Elektrociepłownia TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków

Elektrociepłownia obecnie nie znajduje się w systemie energetycznym Krakowa, jest to indywidualny system stworzony dla huty oraz okolicznych obiektów który kiedyś był podłączony do systemu. Na chwilę obecną nie należy wykluczać możliwości ponownego podłączenia elektrociepłowni do systemu Krakowa. W strukturze Oddziału w Krakowie działa Zakład Energetyczny i Zakład Wytwarzania Kraków, których podstawowym działaniem jest produkcja, przesył i dystrybucja mediów energetycznych, niezbędnych do prowadzenia podstawowej, hutniczej i przetwórczej działalności produkcyjnej ArcelorMittal Poland. W Elektrociepłowni wytwarzana jest energia elektryczna, para technologiczna (1,6 MPa oraz 0,8 MPa), ciepło w wodzie grzewczej, odgazowana i podgrzana woda zmiękczona oraz podgrzana woda zdeminalizowana. Produkty te są zużywane głównie na potrzeby własne ArcelorMittal Poland. Mniejsze ilości energii wykorzystywane są na potrzeby pozostałych okolicznych odbiorców. Należy podkreślić, że TAMEH POLSKA ZW Kraków nie sprzedaje energii cieplnej do MPEC S.A. Całość sprzedanej energii cieplnej przez ZW Kraków przekazywana jest do systemu dystrybucyjnego ArcelorMittal Poland Oddział w Krakowie.

Moc cieplna i elektryczna zakładu wynosi:

- Wydajność znamionowa kotłów energetycznych: 460 t/h,
- Wydajność osiągalna kotłów energetycznych: 460 t/h,
- Moc osiągalna kotłów energetycznych: 368 MW,
- Moc znamionowa turbozespołów: 115 MW,
- Moc osiągalna turbozespołów: 105 MW,
- Moc osiągalna cieplna: 236 MW.

Tabela 37 Urządzenia wytwórcze TAMEH POLSKA oddział w Krakowie.

Nazwa urządzenia	Typ	Liczba/Moc [MW]	Moc cieplna [MW]		Moc elektryczna [MW]	
			Znamionowa	Osiągalna	Znamionowa	Osiągalna
Kocioł parowy	OG	2x 120	240	240		
Kocioł parowy	OG	1x 128	128	128		
Turbozespół	UK	1x 55	-	-	55	55
Turbozespół	UK	2x 30 (25)	-	-	60	50
Suma	-	6	368	368	115	105

Źródło: TAMEH POLSKA sp. z o.o.

Energia cieplna oraz elektryczna produkowana przez TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków dostarczana jest na terenie zakładu ArcelorMittal Poland Oddział w Krakowie w postaci wody grzewczej oraz pary technologicznej o ciśnieniu 0,8 MPa w dwóch grupach taryfowych – ZHS-H (c. o.) oraz ZHS-P08 (para) oraz pozostałych okolicznych odbiorców. Poniżej przedstawiono zużycie paliw do produkcji energii (Tabela 38).

Energia elektryczna produkowana przez ZW Kraków dostarczana jest do elektroenergetycznego systemu dystrybucji należącego do ArcelorMittal Poland Oddział w Krakowie.

Tabela 38 Zużycie paliw w TAMEH POLSKA oddział w Krakowie.

Parametr	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Węgiel	MWh	1 211 066	1 053 664	808 381	267 257	-	-
Gaz wielkopiecowy		953 074	1 385 981	1 447 272	986 186	-	
Gaz koksowniczy		423 968	256 140	269 361	219 098	251 280	256 468
Gaz ziemny		9 773	59 484	166 554	502 991	851 605	704 478

Źródło: TAMEH POLSKA sp. z o.o.

Do połowy 2019 r. wszystkie kotły były typu pyłowo-gazowego (OPG). Po modernizacji K8 i budowie dwóch nowych kotłów gazowych wszystkie kotły w ZW Kraków to kotły gazowe. Od czasu wygaszenia wielkiego pieca pod koniec 2019 r. paliwo do kotłów stanowią gaz ziemny oraz gaz koksowniczy.

Tabela 39 Produkcja i zużycie energii elektrycznej i ciepłej w TAMEH POLSKA oddział w Krakowie w latach 2016-2021.

Parametr	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energia elektryczna produkcja	MWh	423 024	421 828	413 957	318 890	235 217	234 226
Energia elektryczna potrzeby własne	MWh	111 490	118 341	114 569	86 926	55 712	50 378
Energia ciepła produkcja (woda grzewcza + para technologiczna)	MWh	442 717	432 519	353 722	318 396	355 740	333 506
Energia ciepła c.o. produkcja	MWh	442 593	432 398	353 623	318 306	355 640	333 413
	GJ	1 593 782	1 557 068	1 273 399	1 146 224	1 280 663	1 200 623
Energia ciepła c.o. potrzeby własne	MWh	6 383	5 167	5 678	6 644	8 294	11 490
Energia elektryczna sprzedana do AMP	MWh	311 534	303 488	299 388	231 963	179 506	183 848
Produkcja energii elektrycznej w kogeneracji	%	19	19	15	21	41	50

Źródło: TAMEH POLSKA sp. z o.o.

Tabela 40 Emisja CO₂ w latach 2016-2021.

Parametr	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energia elektryczna produkcja	Mg	833 422	1 005 321	1 011 838	661 966	115 881	106 168
Ciepło c.o. + p. 0,8 MPa produkcja	Mg	296 019	354 993	287 967	213 130	72 115	66 869

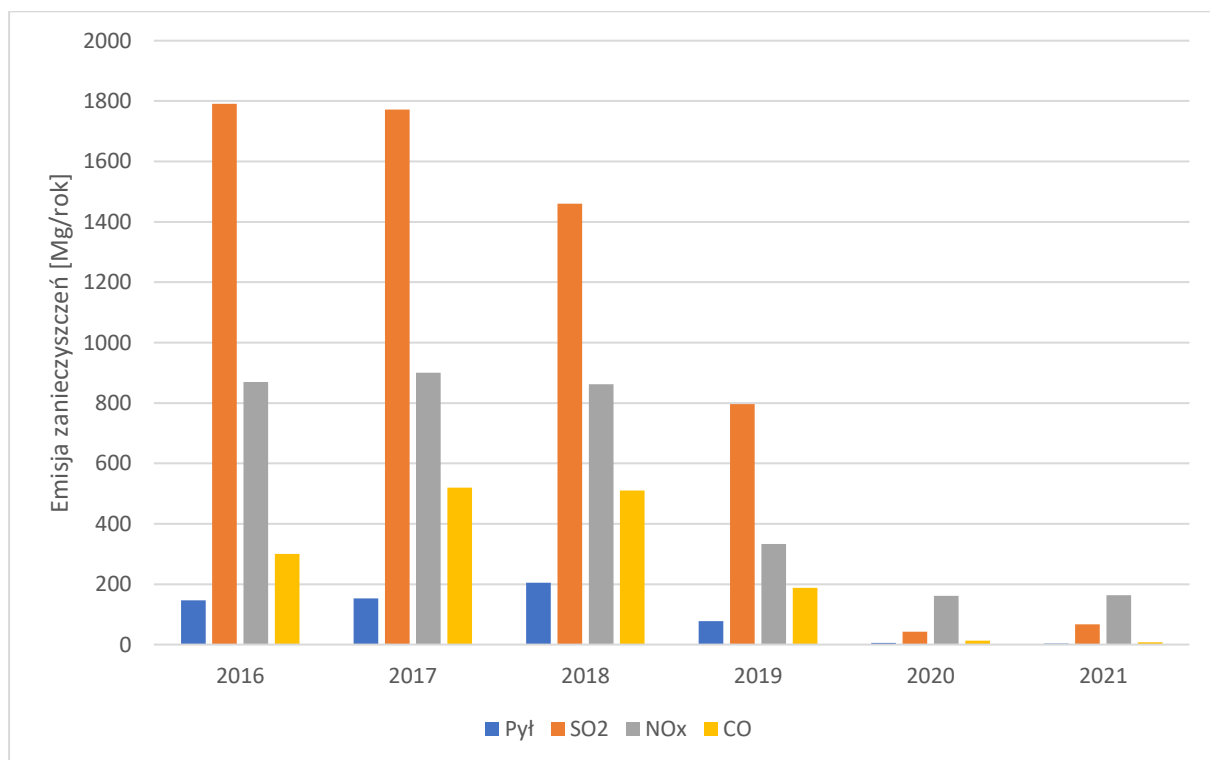
Parametr	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energia elektryczna sprzedaż	Mg	613 769	723 286	731 796	481 520	88 435	83 333
Ciepło c.o. + p. 0,8 MPa sprzedaż	Mg	291 751	350 752	283 344	208 351	70 322	64 565
Energia elektryczna potrzeby wł.	Mg	219 652	282 035	280 042	180 445	27 447	22 835
Ciepło c.o. + p. 0,8 MPa potrz. wł.	Mg	4 268	4 241	4 623	4 779	1 793	2 304

Źródło: TAMEH POLSKA sp. z o.o.

Tabela 41 Emisja zanieczyszczeń w latach 2016-2021 w TAMEH POLSKA oddział w Krakowie.

Substancja emitowana	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pyły (PM)	Mg/rok	146,3	153	205	77,5	5,2	3,8
Dwutlenek węgla (SO ₂)		1791,2	1772	1459,9	796,4	42,4	66,8
Tlenki azotu (NO _x)		869,6	900,8	861,7	333	161,1	163,8
Tlenek węgla (CO)		300	519,6	509,8	188,4	13,3	7,7

Źródło: TAMEH POLSKA sp. z o.o.



Rysunek 48 Emisja zanieczyszczeń z TAMEH TAURON ArcelorMittal Energy Holding w Krakowie w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych TAMEH POLSKA sp. z o.o.

Na przełomie analizowanych lat doszło do znaczącej zmiany zanieczyszczeń emitowanych przez TAMEH TAURON ArcelorMittal Energy Holding. Znaczący spadek emitowanych substancji takich jak pyły zawieszane, dwutlenek siarki (SO₂), tlenki azotu (NO_x) czy tlenku węgla (CO). Jest to ściśle związane

z strukturą paliw zużywanych do produkcji energii, a dokładniej zaprzestaniem zużycia węgla w celach energetycznych.

Urządzenia służące do ograniczenia emisji zanieczyszczeń:

- dysze OFA 10 szt. - kocioł K8;
- palniki niskoemisyjne 10 szt. - kotły K5, K6, K8;
- recyrkulacja spalin 3 komplety – kotły K5, K6, K8.

3.6.2. Źródła rozproszone energii odnawialnej

Na terenie Krakowa zlokalizowano kilka większych, o mocy powyżej 50 kW, źródeł energii odnawialnej:

- elektrownia wodna Przewóz – elektrownia przepływowa o mocy zainstalowanej 3,2 MWe,
- elektrownia wodna Dąbie – elektrownia przepływowa o mocy zainstalowanej 3,2 MWe,
- elektrownia biogazowa –czyszczalnia Kujawy - moc zainstalowana 0,557 MWe,
- elektrownia biogazowa oczyszczalnia Płaszów - moc zainstalowana 1,6 MWe,
- elektrownia fotowoltaiczna Oczyszczalnia Płaszów - moc zainstalowana 0,0 MWe,
- turbina biogazowa Oczyszczalnia Płaszów - moc zainstalowana–0,12 MWe,
- turbina wodna Oczyszczalnia Płaszów - moc zainstalowana 0,065 MWe,
- turbina wodna komora KP3 - moc zainstalowana 0,44 MWe,
- elektrociepłownia biogazowa na składowisku odpadów komunalnych Barycz – moc zainstalowana 1,34 MWe.

Oprócz wyżej wymienionych instalacji działają również prywatne instalacje fotowoltaiczne montowane przez mieszkańców oraz prywatnych przedsiębiorców. W 2021 r. na terenie Miasta oprócz wyżej wymienionych instalacji znajdowały się 4 instalacje fotowoltaiczne o mocy powyżej 50 kW. Łączna moc zainstalowana instalacji wynosi 248,08 kW (stan na 31.12.2021 r.). Instalacje podłączone są do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.

Ich umiejscowienie przedstawione zostało w rozdziale 3.1.1.3 oraz w rozdziale 1.

3.7. Sieć dystrybucyjna

Energia elektryczna jest dostarczana do odbiorców na terenie Gminy Miejskiej Kraków za pośrednictwem sieci elektroenergetycznej wysokiego, średniego i niskiego napięcia należącej do TAURON Dystrybucja S.A. Długość linii z podziałem na kablowe i napowietrzne przedstawia Tabela 42.

Tabela 42 Długość sieci elektroenergetycznych.

Szacowana długość linii (własność TD S.A. Oddział w Krakowie) /km/	WN			SN			Nn				
	napowietrzne	kablowe	Suma	napowietrzne	kablowe	Suma	napowietrzne	napowietrzne przyłącza	kablowe	kablowe przyłącza	Suma
2021	244	57	301	173	2 170	2 343	857	361	2 990	660	4 868
2020	245	56	301	172	2 125	2 297	853	359	2 940	635	4 787
2019	255	36	292	173	2 096	2 269	843	356	2 877	618	4 694
2018	255	36	292	173	2 061	2 234	851	355	2 827	593	4 626

2017	255	36	292	175	2 038	2 213	874	356	2 772	568	4 570
2016	258	34	292	173	1 976	2 148	785	354	2 713	530	4 382

Źródło: Informacje uzyskane od Tauron Dystrybucja S.A.

W 2021 r. na terenie Krakowa znajdowały się 322 stacje transformatorowe SN napowietrzne oraz 3 231 wewnętrzne. Tabela 43 przedstawia szczegółowy podział tych stacji.

Tabela 43 Liczba i rodzaj stacji transformatorowych SN i SN/Nn.

Liczba /szt.		Własność TAURON Dystrybucja S.A.	Wspólna	Obca	Zmiana sumy w porównaniu do poprzedniego roku
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2021	3 231	-	-	894
		322	-	-	57
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2020	2 337	578	227	58
		265	-	50	3
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2019	2 302	573	209	75
		264	-	48	9
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2018	2 248	567	194	125
		259	-	44	12
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2017	2 298	431	155	102
		254	-	37	7
Wnętrzowa 15/0,4kV oraz złącza kablowe SN	2016	2 239	400	143	-
		245	-	39	-

Źródło: Informacje uzyskane od TAURON Dystrybucja S.A.

Zgodnie z przytoczonymi danymi w tabeli szacowana długość linii WN oraz SN ulega nieznacznym zmianom w analizowanym okresie.

System elektroenergetyczny jest systematycznie modernizowany na przestrzeni lat 2016 – 2021 zmodernizowano łącznie 38,25 km linii SN, 109,43 km linii Nn oraz 505 stacji transformatorowych.

Tabela 44 Dane dotyczące systemu elektroenergetycznego TAURON Dystrybucja S.A.

Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liczba odbiorców w tym:	szt.	450 481	462 645	475 280	486 241	495 539	505 153
• gospodarstwa domowe	szt.	b.d.	409 930	421 649	431 416	439 053	465 625
Ilość wygenerowanej energii elektrycznej w źródłach odnawialnych	MWh	b.d.	61 500	76 657	81 252	96 817	114 127

Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ilość dostarczonej energii elektrycznej w tym:	MWh	3 292 334	3 470 060	3 540 550	3 471 989	3 123 815	3 266 176
• dla gospodarstw domowych	MWh	b.d.	780 033	765 625	770 745	776 593	869 569
• ze źródeł odnawialnych	MWh	26 216	28 158	24 780	25 166	31 533	43 054
Mikroinstalacje przyłączone do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.:							
• liczba	szt.	91	177	351	1 166	3 627	6 853
• moc	kW	495	1 122	2 357	8 235	24 837	50 000
• ilość wyprodukowanej energii	MWh	b.d.	b.d.	b.d.	2 276	8 698	20 179

Źródło: TAURON Dystrybucja S.A.

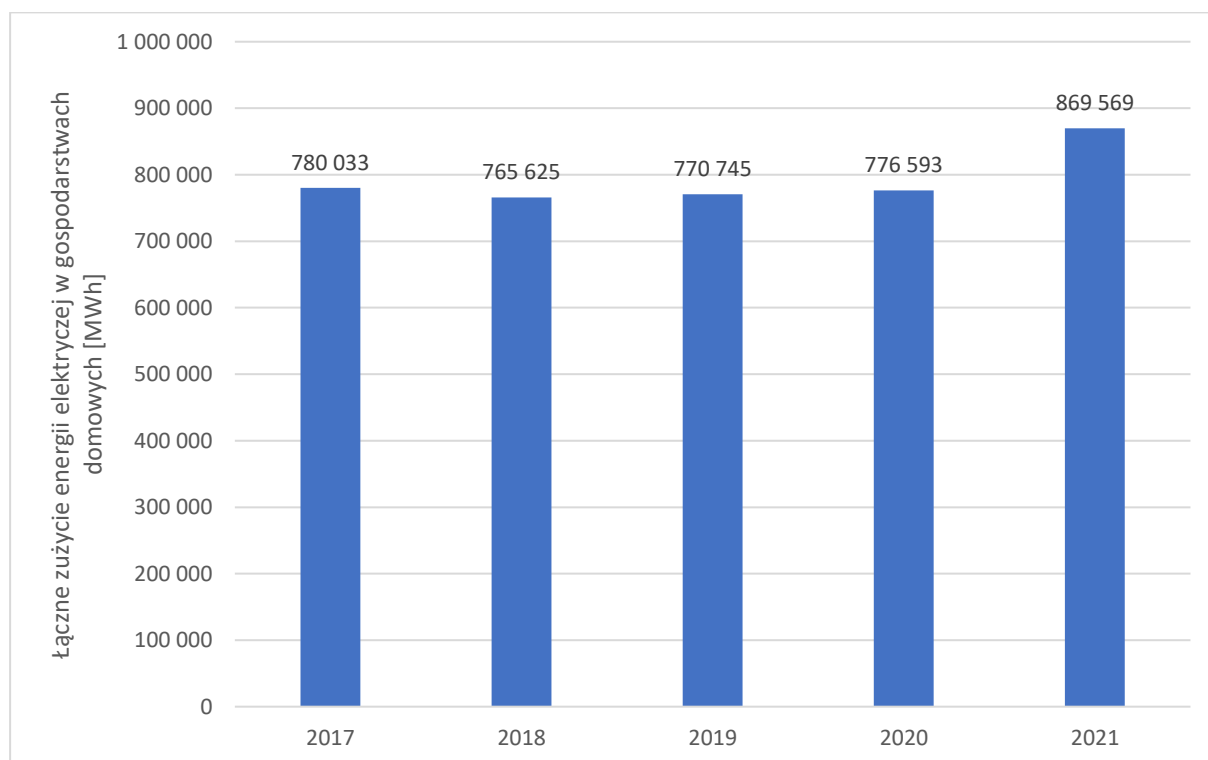
3.8. Odbiorcy i zużycie energii elektrycznej – bilans stanu istniejącego

Najliczniejszą grupę odbiorców energii elektrycznej na terenie Miasta stanowią gospodarstwa domowe, które używają energię do oświetlania pomieszczeń, ogrzewania i zasilania sprzętów domowych.

Tabela 45 Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w latach 2016-2021.

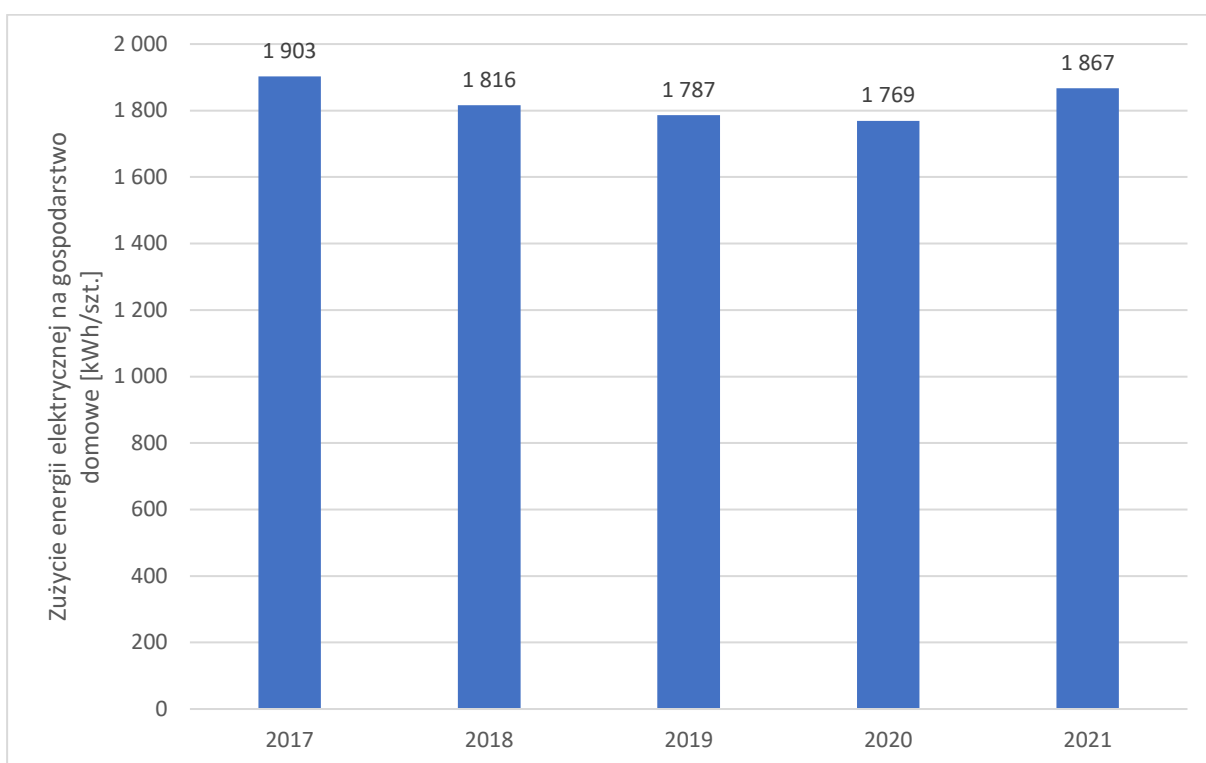
Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ilość odbiorców	b.d.	409 930	421 649	431 416	439 053	465 625
MWh	b.d.	780 033	765 625	770 745	776 593	869 569
kWh/odbiorcę	b.d.	1 903	1 816	1 787	1 769	1 867

Źródło: Informacje uzyskane od Tauron Dystrybucja S.A.



Rysunek 49 Łączne zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych.

Źródło: Informacje uzyskane od Tauron Dystrybucja S.A.



Rysunek 50 Zużycie energii elektrycznej na gospodarstwo domowe.

Źródło: Informacje uzyskane od Tauron Dystrybucja S.A.

Z danych przedstawionych z rysunku na str. 87 wynika, że gospodarstwa domowe były jednym z głównych wyszczególnionych odbiorców energii elektrycznej. W 2021 r. wszystkich odbiorców było (505 153), zdecydowana większość z nich (465 625) były to gospodarstwa domowe. W 2021 r. gospodarstwa domowe odpowiadały za zużycie 27% (869 569 MWh) całkowitej energii elektrycznej. W latach 2016-2021 zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych ulegało nieznacznym wahaniom. Wahania zużycia energii elektrycznej w poszczególnych latach nie jest obarczone znaczącym wpływem stopniodni jak w przypadku energii cieplnej. Mimo że gospodarstwa domowe stanowiły zdecydowaną większość odbiorców energii elektrycznej, nie byli oni głównymi odbiorcami energii.

Kluczowymi odbiorcami energii elektrycznej w Krakowie był sektor przemysłu oraz usług. Wspomniane sektory odpowiadają za większość zużycia energii elektrycznej na terenie Krakowa.

Oświetlenie uliczne w Krakowie odpowiada za stosunkowo niewielkie zużycie energii elektrycznej. Na terenie Miasta w 2021 było zainstalowanych 72 886 opraw oświetleniowych z czego 54 818 opraw to oprawy sodowe, a 18 068 opraw to oprawy LED. W 2021 do oświetlenia miasta zużyto 33 985 MWh (1%). Na przestrzeni ostatnich 5 lat zwiększyła się liczba opraw oświetleniowych o 5 930 a zużycie zmniejszyło się o 3 599,05 MWh (0,6 MWh na jedną wymienioną oprawę). Przyczyniła się do tego głównie wymiana starych opraw sodowych na oprawy LED oraz stworzony elektroniczny system sterowania nowym oświetleniem pozwalający zarządzać w czasie rzeczywistym jego parametrami.

Energia elektryczna jest również wykorzystywana do zasilania komunikacji miejskiej (autobusy i tramwaje) oraz do ładowania samochodów elektrycznych. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne S.A. w Krakowie posiada 52 ładowarki wysokiej mocy (55 Wk) i mniejszej mocy (40 kW). Do ładowania autobusów w roku 2021 wykorzystano 3 547 MWh energii elektrycznej, natomiast do zasilania tramwajów 376 817,520 MWh (energia wykorzystywana przez 31 podstacji trakcyjnych). Na terenie

miasta znajdują się też stacje ładowania innych przedsiębiorstw, np. Wodociągi Miasta Krakowa posiadają 8 stacji ładowania, każda po 22 kW.

W przypadku sygnalizacji świetlnej liczba wzrosła w stosunku do roku 2016 (277 sztuk) o 28 szt. i w 2020 było to 305 sztuk. Zużycie energii elektrycznej w 2016 r. wynosiło 2 317,894 MWh, a w 2021 wzrosło i wynosiło 2 383,605 MWh (0,1%).

Według danych zawartych w Strategii Rozwoju Elektromobilności dla Gminy Miejskiej Kraków na początku roku 2020 na terenie Krakowa znajdowało się 19 ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych co przekłada się na 69 punktów ładowania. Na początku roku 2022 tych stacji było już 35. Dodatkowo występują również prywatne stacje ładowania zlokalizowane na terenach domków jednorodzinnych, hoteli oraz przy restauracjach. W tym miejscu należy również zwrócić uwagę na wykorzystywanie przez mieszkańców urządzeń transportu osobistego, z których część również zasilana jest energią elektryczną.

Energia elektryczna wykorzystywana jest również do zasilania infrastruktury znajdującej się na terenie Miasta, są to np. przejścia podziemne, windy szalety miejskie itp. Instalacje te pracują w trybie pracy chwilowej, a moc potrzebna do ich zasilania wynosi 667,8 kW.

W roku 2021 łączne zużycie energii elektrycznej na terenie miasta zarówno na potrzeby gospodarstw domowych, budynków użyteczności publicznej, usług i przemysłu wynosiło 3 266 176,74 MWh. Ogólna liczba punktów mających dostęp do energii elektrycznej w 2021 r. wynosiła 505 163 punktów. Tabela 46, Tabela 47 i Tabela 48 przedstawiają liczbę odbiorców wraz ze zużyciem energii w podziale na grupy taryfowe. Dane dotyczące energii elektrycznej wytwarzanej oraz zużywanej przez podmioty takie jak Wodociągi Miasta Krakowa przedstawione zostały w rozdziałach dotyczących poszczególnych podmiotów. Zużycie energii elektrycznej w budynkach użyteczności publicznej przedstawione zostało m.in. w rozdziale 11.2.13

Tabela 46 Odbiorcy posiadający umowy kompleksowe.

Obszar TD/gr. taryf. m. Kraków	WN		SN		C		R		G		Razem
	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	MWh
2021	0	0	300	202 874	25 148	226 237	16	84	465 625	869 569	1 298 765
2020	0	0	289	216 101	25 672	225 837	14	224	455 841	828 869	1 271 031
2019	0	0	322	289 699	26 115	254 381	34	399	445 919	809 994	1 354 473
2018	0	0	333	313 949	25 524	247 227	40	379	434 028	792 291	1 353 847
2017	0	0	344	312 803	25 685	261 068	40	562	420 142	799 798	1 374 232
2016	1	3 591	344	295 785	25 632	254 488	36	719	404 494	776 733	1 331 318

Źródło: Informacje uzyskane od TAURON Dystrybucja S.A.

Tabela 47 Odbiorcy posiadający umowy o świadczenie usług dystrybucji.

Obszar TD/gr. taryf. m. Kraków	WN		SN		Nn		Razem
	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	Liczba odbiorców	MWh	MWh
2021	2	565 327	598	1 008 081	13 474	394 004	1 967 412
2020	3	548 250	573	935 839	13 147	368 694	1 852 784
2019	3	699 208	524	1 003 728	13 324	414 579	2 117 515
2018	3	778 967	488	976 128	14 864	431 607	2 186 702
2017	4	747 889	453	926 455	15 977	421 484	2 095 828
2016	2	651 256	406	889 061	19 566	420 698	1 961 016

Źródło: Informacje uzyskane od TAURON Dystrybucja S.A.

Tabela 48 Instalacje fotowoltaiczne na budynkach pomocy społecznej.

Jednostka pomocy społecznej	Łanowa 39	DPS Nowa Huta			DPS Łanowa 41		Babińskiego 25	DPS Krakowska 55		Nowczyńskiego 1	Praska 25	Kluzeka 6	Rozrywka 1	Helclów
		Szkolna 28	Sportowa 9	Hutnicza 5	Łanowa 43e	WTZ Cechowa 142		Krakowska 53	Chmielowskiego 6					
Moc instalacji PV (kWp)	49,16	10,3	7,2	9,2	8,6	5,1	19,2	8,80	9,12	15,12	18,0	33,5	brak	brak
Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej (kWh)	134,6	10372	3589,5	6327,4	7550,0	9708,0	15018,7	8184,0	8866,0	15769,0	14700,0	32915,0	brak	brak
Ilość energii elektrycznej zużytej na własne potrzeby (kWh)	134,6	9394,2	3403,5	5351,4	7365,0	6031,0	15000,0	8184,0	8343,0	15761,6	14700,0	31530,0	brak	brak
Ilość energii elektrycznej wprowadzonej do sieci (kWh)	brak	978,0	186,0	976,0	185,0	3677,0	18,7	0,0	523,0	7,4	0,0	1385,0	brak	brak

Źródło: Dane dostarczone przez Urząd Miasta Krakowa.

Taryfy WN, SN, C, R i G dotyczą dystrybucji energii elektrycznej i są stosowane w Polsce.

Taryfa WN (wysokiego napięcia) - ta taryfa jest stosowana dla odbiorców, którzy pobierają energię elektryczną na poziomie wysokiego napięcia, czyli powyżej 1 kV. Taryfa ta jest korzystna dla dużych przedsiębiorstw i instytucji, które pobierają dużo energii elektrycznej.

Taryfa SN (średniego napięcia) – taryfa SN jest stosowana dla odbiorców, którzy pobierają energię elektryczną na poziomie średniego napięcia, czyli w zakresie od 1 kV do 15 kV. Taryfa ta jest stosowana przede wszystkim przez małe i średnie przedsiębiorstwa oraz gospodarstwa domowe.

Taryfa C (ciągła) - taryfa C jest stosowana dla odbiorców, którzy pobierają energię elektryczną w sposób ciągły, czyli przez całą dobę. Taryfa ta jest korzystna dla firm i instytucji, które pobierają energię przez cały czas, np. hotele, szpitale, zakłady przemysłowe.

Taryfa R (rezerwowa) - taryfa R jest stosowana dla odbiorców, którzy pobierają energię elektryczną w sposób nieciągły, czyli w określonych godzinach lub okresach. Taryfa ta jest korzystna dla firm i instytucji, które pobierają energię tylko w określonych godzinach lub okresach, np. kina, teatry, centra handlowe.

Taryfa G (gospodarstwa domowe) – taryfa G jest stosowana dla gospodarstw domowych, które pobierają energię elektryczną. Taryfa ta jest podzielona na kilka podgrup, np. G11, G12, G12k, G12t, G12u, w zależności od ilości zużytej energii i pory dnia.

Pośród odbiorców posiadających umowy kompleksowe najliczniejszą grupą odbiorców są odbiorcy posiadający grupę taryfową G (465 625 odbiorców w 2021 r.) oraz odpowiadają za stosunkowo największe zużycie energii (869 569 MWh w 2021 r.). Kolejną stosunkowo liczną grupą odbiorców są odbiorcy korzystający z taryfy C (25 148 odbiorców w 2021 r.) którzy zużyli 226 237 MWh energii elektrycznej. najmniej liczną grupą odbiorców są odbiorcy posiadający taryfę SN, w 2021 r. było ich 300 oraz odpowiadali za zużycie 202 874 MWh energii elektrycznej. Dane te wskazują na znaczny udział zakładów przemysłowych oraz sektora usług w zużyciu energii elektrycznej.

W przypadku odbiorców posiadających umowy o świadczenie usług dystrybucji najliczniejszą grupą są odbiorcy posiadający taryfę Nn (13 474 odbiorców stan na 2021 r) odpowiadający za zużycie 394 004 MWh energii elektrycznej. Wyszczególnioną grupą odbiorców zużywającą największą ilość energii elektrycznej są odbiorcy posiadający taryfę SN (598 odbiorców zużywających 1 008 081 MWh energii elektrycznej). Najmniej liczną grupą odbiorców byli odbiorcy posiadający taryfę WN (2 odbiorców zużywających 565 327 MWh energii elektrycznej). Są to odbiorcy posiadający największe zużycie energii elektrycznej przypadające na jednego odbiorcę. Ocena stanu zaopatrzenia w energię elektryczną

System elektroenergetyczny pozwala na zaspokojenie obecnego zapotrzebowania na energię elektryczną. Istniejąca infrastruktura sieci przesyłowych wysokich napięć posiada rezerwy zapewniające możliwość dostawy zwiększonych ilości energii, a to umożliwi budowę nowych Głównych Punktów Zasilania i linii dystrybucyjnych.

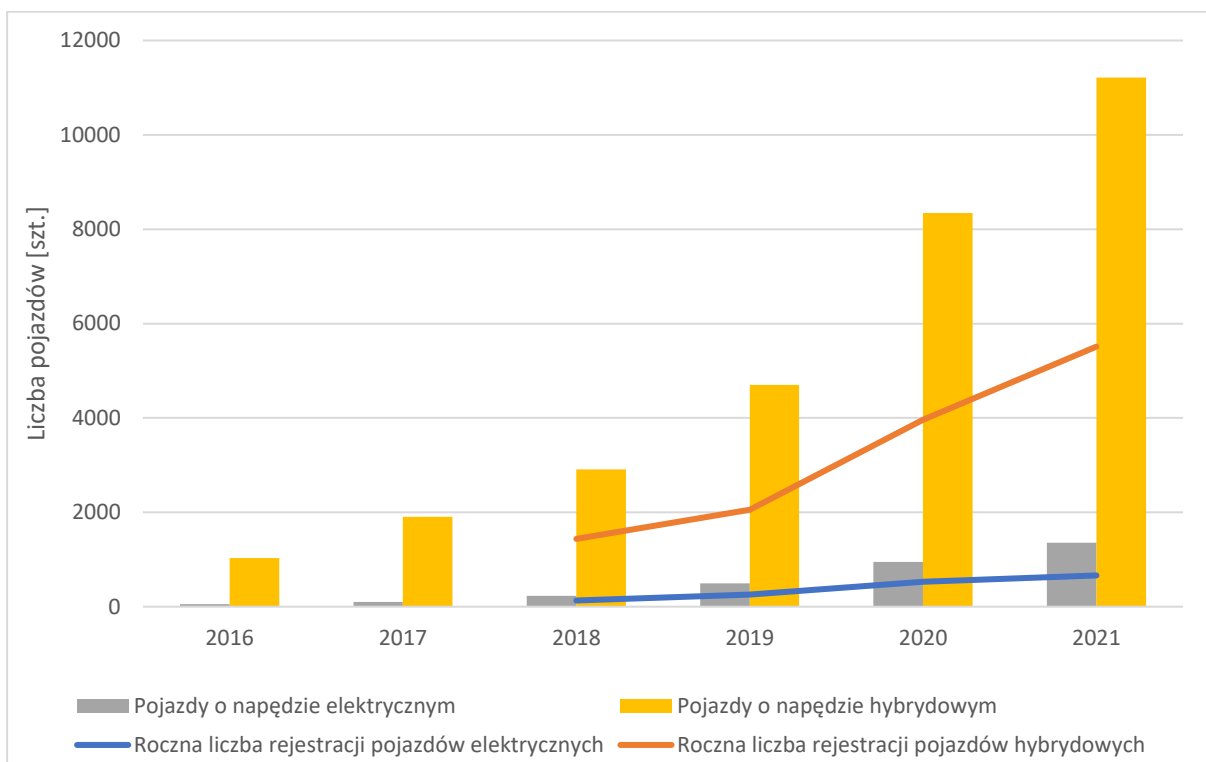
Wartości łącznej dostępnej mocy przyłączeniowej dla źródeł przyłączanych do sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV na obszarze TAURON Dystrybucja S.A. w 2023 r. dla odbiorców indywidualnych w Krakowie wynosi 30 MW a dla odbiorców związanych z przemysłem w Krakowie 40 MW.

Wraz z rosnącym zainteresowaniem elektromobilnością i wzrostem liczby instalacji wykorzystujących/wytwarzających energię elektryczną (panele fotowoltaiczne, pompy ciepła), elektroenergetyczna sieć przesyłowa w Krakowie staje przed szeregiem wyzwań. Pośród wyzwań należy wyróżnić:

- Zapewnienie wystarczającej mocy – rozwój elektromobilności i elektryfikacji ogrzewania mogą prowadzić do wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną, co z kolei wymaga zwiększenia mocy elektroenergetycznej sieci przesyłowej w Krakowie. Konieczne może być również dostosowanie systemu dystrybucji energii elektrycznej, aby zapewnić stabilność i niezawodność sieci:
- Infrastruktura ładowania - wraz z rosnącą liczbą pojazdów elektrycznych, w Krakowie konieczne jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury ładowania, takiej jak stacje ładowania na ulicach, w centrach handlowych i na parkingach. Wymaga to odpowiedniej planifikacji, projektowania i wdrażania systemów ładowania, a także dostosowania sieci energetycznej do zmiennego zapotrzebowania na energię elektryczną:
- Wyzwania technologiczne - rozwój elektromobilności i elektryfikacji ogrzewania wymagają nowych technologii i rozwiązań, takich jak szybkie ładowarki, efektywne systemy magazynowania energii i zaawansowane systemy sterowania. Konieczne jest rozwijanie tych technologii i ich integracja w istniejącą infrastrukturę energetyczną w Krakowie.

Kluczowe wyzwania w obszarze zaopatrzenia w energię elektryczną, których waga będzie zwiększać się w perspektywie najbliższych 15 lat w Krakowie, to:

- elektryfikacja źródeł ciepła, szczególnie w lokalizacjach poza zasięgiem sieci ciepłowniczej,
- rozwój elektromobilności,
- zagospodarowanie nadwyżek produkcji energii elektrycznej z fotowoltaiki,
- przyłączenie do sieci rozproszonych źródeł OZE,
- modernizacja starych odcinków sieci Nn, szczególnie w centrum Krakowa,
- magazyny energii,
- dekarbonizacja i transformacja energetyczna,
- dostosowanie do zmiany sytuacji geopolitycznej.



Rysunek 51 Liczba pojazdów o napędzie elektrycznym i hybrydowym zarejestrowanych (stan na dzień 31.12.2021) w Krakowie w zestawieniu z liczbą rejestracji w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Kraków.

W ostatnich latach w Krakowie można zaobserwować znaczny wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów o napędzie elektrycznym i hybrydowym. z tego względu rosnąć będzie zapotrzebowanie na energię elektryczną, a to będzie wymagało rozbudowy istniejącej sieci, modernizacji urządzeń elektroenergetycznych i budowy stacji transformatorowych.

Prędkość rozwoju elektromobilności będzie zależać od wielu czynników, w tym:

- Polityki rządu i instytucji regulujących - decyzje podejmowane przez rządy i instytucje regulujące, takie jak normy emisji spalin, opłaty za korzystanie z dróg czy preferencyjne warunki podatkowe, mogą stymulować lub hamować rozwój elektromobilności;
- Postępu technologicznego - rozwój technologii związanych z elektromobilnością, takich jak baterie o większej pojemności, ładowanie indukcyjne czy inteligentne systemy zarządzania energią, może przyspieszyć rozwój elektromobilności;
- Dostępność infrastruktury ładowania - szybki rozwój elektromobilności będzie wymagał budowy odpowiedniej infrastruktury ładowania, takiej jak stacje ładowania na autostradach, parkingi z ładowarkami czy ładowarki w garażach. Brak infrastruktury ładowania może utrudnić rozwój elektromobilności;
- Ceny samochodów elektrycznych - cena samochodów elektrycznych jest wciąż wyższa niż cena samochodów z silnikiem spalinowym. Zmniejszenie kosztów produkcji baterii oraz zachęty finansowe dla kupujących mogą zwiększyć atrakcyjność samochodów elektrycznych;
- Świadomość społeczna - zwiększona świadomość społeczna dotycząca problemów związanych z emisją spalin i zmianami klimatu może przyczynić się do wzrostu zainteresowania elektromobilnością oraz zwiększyć popyt na samochody elektryczne.

4. System zaopatrzenia w gaz ziemny

4.1. Źródła gazu

Gaz na terenie Krakowa dostarczany jest przez operatora sieci przesyłowej gazowej, którym jest Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A. Oddział w Tarnowie. Wykorzystywana na terenie Krakowa sieć gazowa jest częścią Krajowego Systemu Przesyłowego.

4.2. Sieć dystrybucyjna – system przesyłowy

Decyzją prezesa URE z dnia 13 października 2010 r. na operatora gazowego systemu przesyłowego, zarządcę krajowej sieci przesyłowej o w Polsce został wybrany Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM.

System przesyłowy składa się z dwóch współpracujących ze sobą systemów:

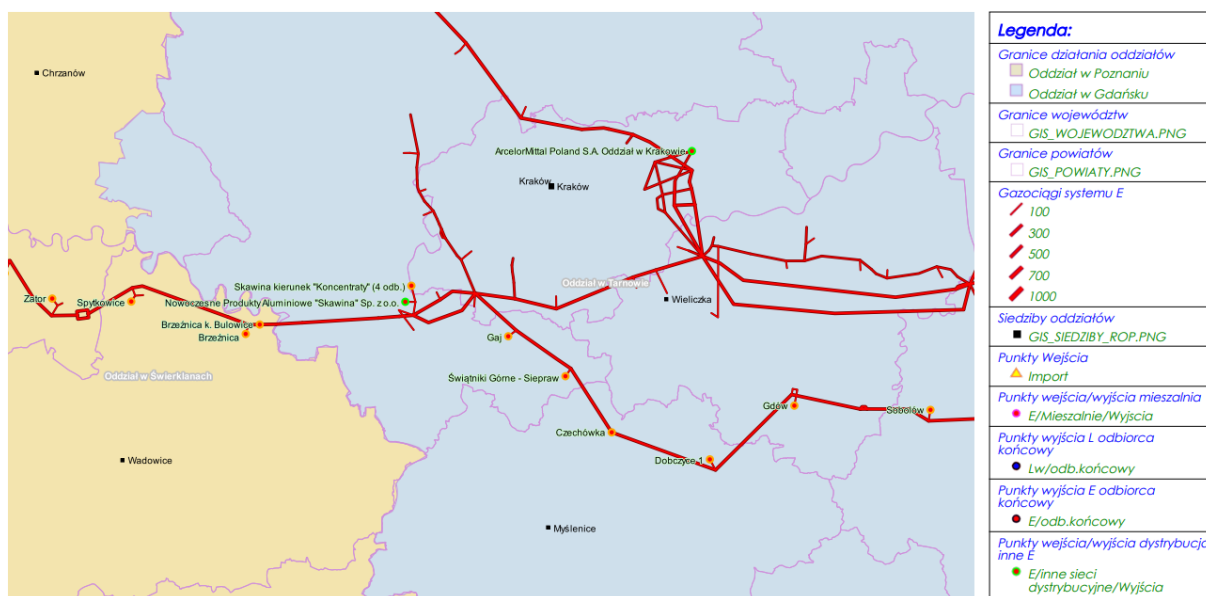
- Systemu Gazociągów Tranzytowych,
- Krajowego Systemu Przesyłowego, na który składają się dwa systemy gazu ziemnego:
 - wysokometanowy E,
 - zaazotowany Lw.

Sieć gazowa wysokiego ciśnienia występująca na terenie Krakowa przedstawia Tabela 49.

Tabela 49 Sieć gazowa wysokiego ciśnienia występująca na terenie Krakowa.

Lp.	Relacje	DN [mm]	MOP [MPa]	Rodzaj przesyłanego gazu
1	Łukanowice–Skawina	500	4,9	E
2	Śledziejowice–Nowa Huta odcinek Popielnik – Nowa Huta	300	3,43	E
3	Śledziejowice – Nowa Huta odcinek Popielnik – Nowa Huta	300	4,9	E

Źródło: Dane dostarczone przez Urząd Miasta Kraków.



Rysunek 52 Mapa systemu przesyłowego GAZ-SYSTEM S.A. w Krakowie.

Źródło: GAZ-SYSTEM S.A.

Dodatkowo na terenie Krakowa dużym odbiorcom gazu ziemnego jest Huta ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie. Gaz ziemny dostarczany jest do Huty z PGNiG S.A. w ilości do 50.000 m³/godz. dwoma rurociągami $\varnothing 300$ o ciśnieniu nominalnym 6,4 MPa.

Po zredukowaniu ciśnienia gazu do ok. 0,8 MPa w Stacji Redukcyjnej nr 1 gaz ziemny podawany jest dwoma rurociągami $\varnothing 500$ do magistralnej sieci gazu ziemnego, a następnie do kolejnych stacji redukcyjnych i odbiorców lub bezpośrednio do odbiorców. Głównymi odbiorcami gazu ziemnego są:

- Tameh Polska Sp. zo.o.(kotły parowe),
- Walcownia Gorąca Blach (piece pokroczne),
- Walcownia Zimna Blach (Ocynkownie, piece kołpakowe, regeneracja kwasu),
- ArcelorMittal Tubular Products Kraków Sp. z o.o.(Walcownia Rur),
- ArcelorMittal Refractories Sp. z o.o.,
- Rozmrażalnie węgla (palniki pilotujące w sezonie zimowym),
- Stacje mieszania gazu (pracujące w okresach niedoboru gazu koksowniczego).

Ponadto Huta dostarcza gaz ziemny do wielu mniejszych odbiorców również poza terenem Huty. Rurociągi wykonane z rur stalowych bez szwu i ze szwem. ArcelorMittal Poland S.A w Krakowie na kolejne nie planuje modernizacji i rozbudowy infrastruktury gazu ziemnego.

Tabela 50 Główne elementy sieci i urządzenia dla gospodarki gazem ziemnym w ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie.

Lp.	Nazwa elementu sieci	Typ lub rodzaj	Parametry techniczne
1	Stacja redukcyjno-pomiarowa gazu ziemnego nr 1	Dwa ciągi redukcyjne wyposażone w: <ul style="list-style-type: none"> – podgrzewacze gazy – filtry pyłowe, – reduktory Fiorentini, – zawory upustowe, – armaturę odcinającą, 	$P_{wlot} = 6,3 \text{ MPa}$ $W_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $V_{max} = 50 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ $V_s = 24 \text{ tys.m}^3/\text{h}$



Lp.	Nazwa elementu sieci	Typ lub rodzaj	Parametry techniczne
		<ul style="list-style-type: none"> – urządzenia pomiarowe ciśnienia i temperatury <p>Stacja pomiarowa – 2 szt. ciągi pomiarowe wyposażone w:</p> <ul style="list-style-type: none"> – gazomierze rotorowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia akp. 	48 % max użycia
2	Stacja redukcyjna gazu ziemnego nr 2	<p>Jednostopniowa - dwa ciągi redukcyjne wyposażone w:</p> <ul style="list-style-type: none"> – filtry pyłowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia pomiarowe ciśnienia i temperatury 	$P_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $W_{ydot} = 0,14 \text{ MPa}$ $V_{max} = 5,5 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ $V_s = 0,14 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ 2,55 % max użycia
3	Stacja redukcyjna gazu ziemnego nr 4	<p>Jednostopniowa - dwa ciągi redukcyjne wyposażone w:</p> <ul style="list-style-type: none"> – filtry pyłowe, – zawory szybkoodecinające, – reduktory, – zawory upustowe, – zawory wydmuchowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia pomiarowe ciśnienia i temperatury 	$P_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $W_{ydot} = 0,28 \text{ MPa}$ $V_{max} = 2,5 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ $V_s = 0,9 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ 35,7 % max użycia
4	Stacja redukcyjna gazu ziemnego nr 5	<p>Jednostopniowa - dwa ciągi redukcyjne wyposażone w:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zawory szybkoodecinające, – reduktory, – zawory wydmuchowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia pomiarowe ciśnienia. 	$P_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $W_{ydot} = 5 \text{ kPa}$ $V_{max} = 1,8 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ $V_s = 0,04 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ 2,06% max użycia
5	Stacja redukcyjna gazu ziemnego nr 7	<p>Jednostopniowa - dwa ciągi redukcyjne wyposażone w:</p> <ul style="list-style-type: none"> – filtry pyłowe, – zawory szybkoodecinające, – reduktory, – zawory upustowe, – zawory wydmuchowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia pomiarowe ciśnienia i temperatury. 	$P_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $W_{ydot} = 5 \text{ kPa}$ $V_{max} = 4 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ $V_s = 1,7 \text{ tys.m}^3/\text{h}$ 42,08 % max użycia

Lp.	Nazwa elementu sieci	Typ lub rodzaj	Parametry techniczne
6	Stacja redukcyjna gazu ziemnego nr 8	Jednostopniowa - dwa ciągi redukcyjne wyposażone w: – zawory szybkoocinające, – reduktory, – zawory wydmuchowe, – armaturę odcinającą, – urządzenia pomiarowe ciśnienia.	$P_{wlot} = 0,8 \text{ MPa}$ $W_{ydot} = 70 \text{ kPa}$ $V_{max} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_s = 14 \text{ m}^3/\text{h}$ 26 % max użycia

Źródło: ArcelorMittal Poland S.A.

Na terenie Gminy Miejskiej Kraków głównym dystrybutorem gazu, tworzącym sieć dystrybucyjną jest Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o. Tabela 51 przedstawia gazociągi bez przyłączy gazowych w latach 2016-2021 na terenie Krakowa.

Tabela 51 Gazociągi bez przyłączy gazowych w latach 2016-2021 na terenie Krakowa.

Lata	Niskie	Średnie	Podwyższone średnie	Wysokie	Ogółem
	do 10 kPa włącznie)	(powyżej 10 kPa do 0,5 MPa włącznie)	(powyżej 0,5 MPa do 1,6 MPa włącznie)	(powyżej 1,6 MPa)	[m]
2016	708 907	1 017 331	16 227	0	1 742 465
2017	710 664	1 041 413	16 227	0	1 768 303
2018	711 274	1 061 739	16 227	1 765	1 791 005
2019	708 314	1 080 694	16 227	9 653	1 814 888
2020	715 666	1 114 071	16 227	9 653	1 855 599
2021	719 602	1 148 310	16 227	9 653	1 893 792

Źródło: Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o.

Na terenie Miasta zlokalizowane są: gazociągi wysokiego, średniego i niskiego ciśnienia oraz stacje redukcyjno-pomiarowe I i II stopnia. System gazowniczy jest ciągle rozbudowywany i modernizowany, by poprawić jakość świadczonych usług. Na terenie Miasta Krakowa znajdują się sieci gazowe stalowe oraz z polietylenu o łącznej długości 1 894 km sieci gazowej (stan na 2021 r.) Operator prowadzi sukcesywnie wymianę sieci stalowej na sieci polietylenowe. Zmiany na przestrzeni lat przedstawia Tabela 52.

Tabela 52 Długość sieci gazowej z podziałem na sieć stalową oraz z polietylenu w latach 2016-2021.

Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Długość sieci gazowej w tym:	[km]	2 593	2 611	2 647	2 670	2 727	2 777
• sieć stalowa		1 063	1 025	1 003	986	966	945

Wskaźnik	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
• sieć z polietylenu		1 530	1 586	1 644	1 684	1 761	1 832

Źródło: Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o.

Szczegółowy podział sieci gazociągowej w podziale na ciśnienie gazu w 2021 r. przedstawia Tabela 53.

Tabela 53 Charakterystyka sieci gazowej ze względu na ciśnienie w 2021 r.

	Niskie (do 10 kPa włącznie)	Średnie (powyżej 10 kPa do 0,5 MPa włącznie)	Podwyższone Średnie (powyżej 0,5 MPa do 1,6 MPa włącznie)	Wysokie (powyżej 1,6 MPa)	Ogółem
Gazociągi bez przyłączy [m]	720 902	1 158 193	16 227	9 653	1 904 975
Czynne przyłącza gazowe [szt.]	25 067	32 430	1	0	57 498
Czynne przyłącza gazowe [m]	352 087	537 593	47	0	889 727

Źródło: Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o.

Ilość przyłączonych obiektów w 2021 r. wynosiła 1 660 szt. Na terenie miasta Krakowa funkcjonuje jedna stacja gazowa o przepustowości 25 000 m³/h. Stacja została zabudowana w 2020 r.

W ciągu ostatnich lat długość sieci gazowej regularnie rosła. Dodatkowo obserwowalne jest stopniowe zastępowanie stalowych sieci przesyłowych nowoczesnymi z polietylenu.

4.3. Charakterystyka odbiorców i zużycia gazu

Gaz na terenie miasta dostarczany jest do celów grzewczych i przygotowywania posiłków oraz do celów produkcyjnych. W Polsce w 2021 roku około 70% gospodarstw domowych korzystało z gazu ziemnego do celów grzewczych i około 20% do gotowania w kuchni. Dane te mogą być zbliżone do rzeczywistości również w Krakowie, gdzie wiele mieszkań i domów jest podłączonych do sieci gazowej. Jednakże warto pamiętać, że rzeczywiste dane dotyczące wykorzystania gazu w Krakowie mogą się różnić w zależności od wielu czynników, takich jak preferencje mieszkańców, dostępność alternatywnych źródeł energii i lokalna infrastruktura.

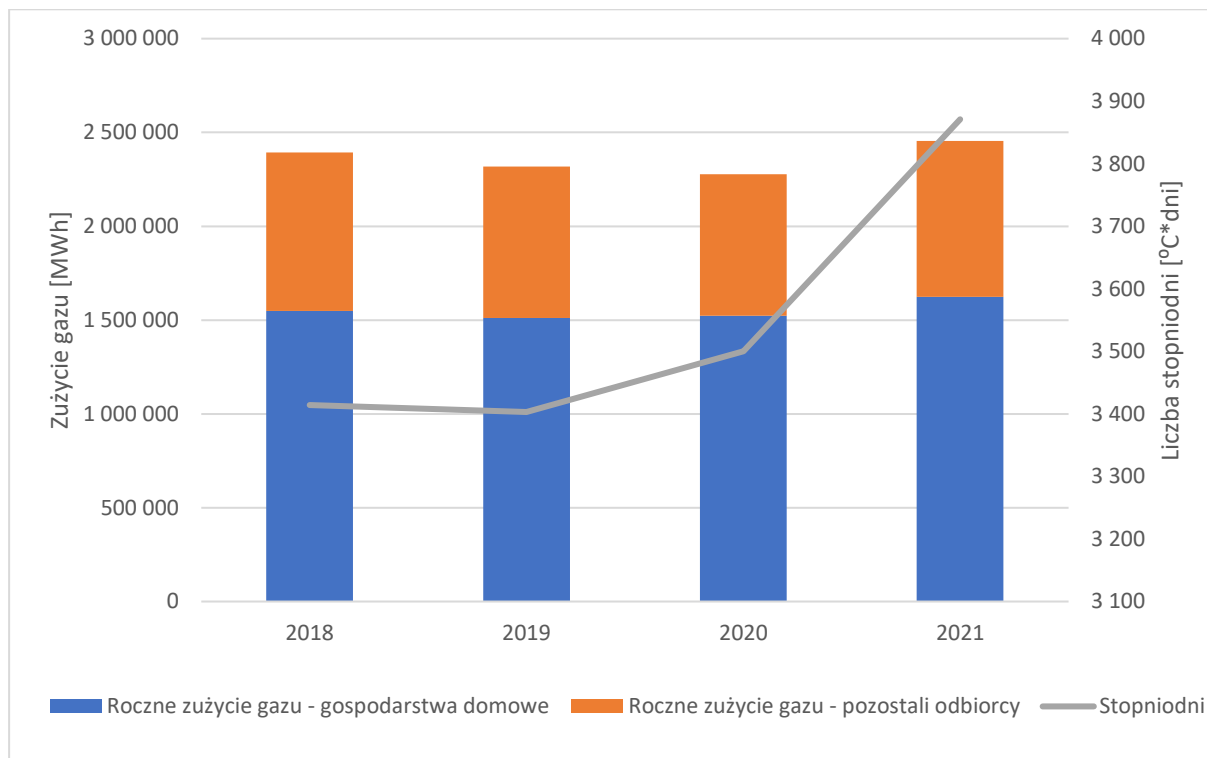
Tabela 54 Roczne zużycie gazu wraz z liczbą punktów odbioru oraz długością sieci gazowych w latach 2016-2021.

Wskaźnik	Jedn.	2016*	2017	2018	2019	2020	2021
Roczne zużycie gazu w tym:	MWh	-	-	2 392 879	2 318 806	2 277 693	2 455 450
	GJ	-	-	8 614 364	8 347 702	8 199 695	8 839 620
	tys. m ³	206 833	217 051	212 111	205 985	202 334	218 125
• dla gospodarstw domowych	MWh	-	-	1 548 956	1 511 483	1 523 355	1 624 194
	GJ	-	-	5 576 242	5 441 339	5 484 078	5 847 098
• dla pozostałych odbiorców	MWh	-	-	843 923	807 323	754 338	831 256
	GJ	-	-	3 038 122	2 906 363	2 715 617	2 992 522
Liczba punktów odbioru w tym:	szt.	262 867	263 514	263 942	264 123	263 461	257 304

• dla gospodarstw domowych	szt.	261 444	262 048	262 446	262 609	261 287	255 119
Długość sieci gazowej	km	2 593	2 611	2 647	2 670	2 727	2 777
Stopniodni	°C*dni	3 588	3 768	3 414	3 403	3 500	3 871

*Danych za lata 2016-2017 w postaci zużycia gazu w MWh nie otrzymano od dystrybutora.

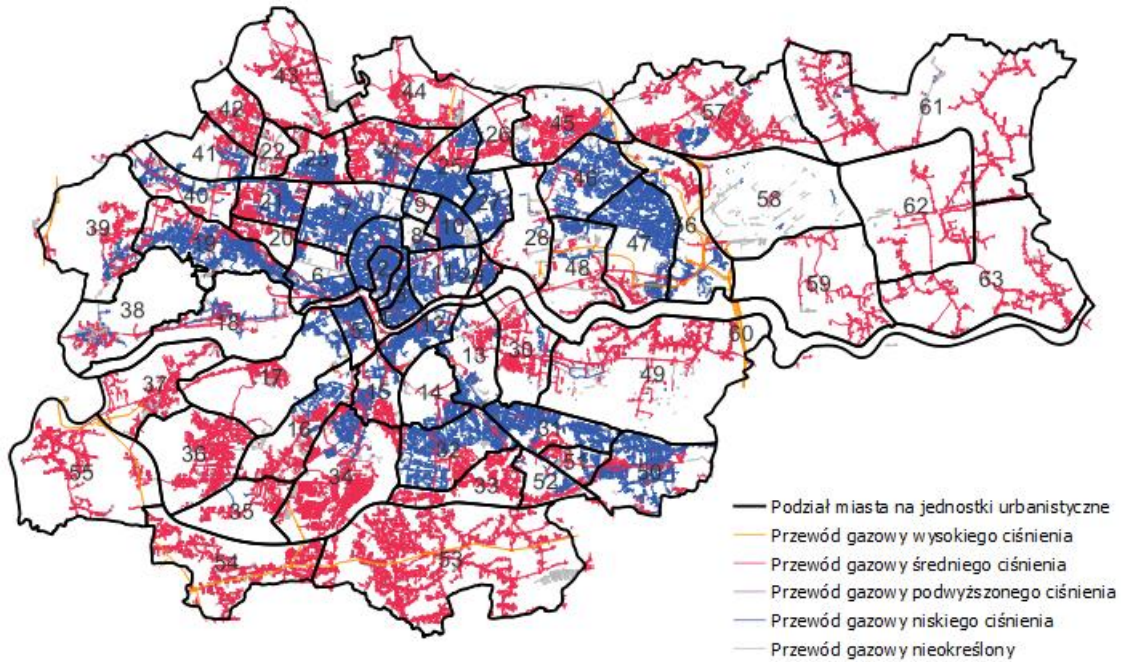
Źródło: Sprawozdanie z realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014-2029 za rok 2021.



Rysunek 53 Roczne zużycie gazu całkowite oraz dla gospodarstw domowych wraz z stopniodniami w Krakowie w latach 2018-2021.

Źródło: Sprawozdanie z realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014-2029 za rok 2021.

Roczne zużycie gazu oraz zużycie gazu wśród gospodarstw domowych nieznacznie malało w latach 2018-2020. Od 2020 r. do 2021 r. zużycie gazu wzrosło do poziomu powyżej obserwowanych w poprzednich latach. Nie można również wykluczyć wpływu pandemii COVID-19 trwającej od 2020 r. Wzrost zużycia gazu przez gospodarstwa domowe od 2020 r. mógł być spowodowany ograniczeniami oraz zmianami przyzwyczajzeń spowodowanymi pandemią.



Rysunek 54 Przewody gazowe wraz z podziałem występujące na terenie Krakowa.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Na przedstawionej mapie kolorami ukazano poszczególne przewody gazowe w odniesieniu do podziału Krakowa wg Mapy ciepła. Analizując przedstawione dane można dostrzec pewne prawidłowości. Na terenie Krakowa największy teren objęty jest przewodami gazowymi średniego ciśnienia. Obejmują one niemal całość obszaru miasta. W centralnej części obszaru miasta znajdują się głównie przewody gazowe niskiego ciśnienia. Najmniej jest przewodów gazowych wysokiego ciśnienia, są one rozlokowane tylko w kilku wyszczególnionych obszarach.

4.4. Ocena stanu systemu gazowniczego

Obecny stan systemu gazowniczego oceniany jest jako dobry. Sieci są systematycznie wymieniane. Operator sieci gazowej prowadzi sukcesywne działania modernizacyjne poprzez wymianę gazociągów stalowych na polietylenowe PE. Rury stalowe są stosunkowo trwałe i odporne na uszkodzenia mechaniczne, takie jak wgniecenia czy pęknięcia, ale podlegają korozji, co w dłuższej perspektywie może prowadzić do pogorszenia ich stanu i utraty wytrzymałości.

Z kolei rury polietylenowe charakteryzują się wyższą odpornością na korozję oraz są lżejsze i łatwiejsze w montażu niż rury stalowe. W zależności od jakości materiału i technologii produkcji, rury polietylenowe mogą mieć żywotność od kilku do kilkudziesięciu lat. Regularna wymiana rur stalowych na rury polietylenowe (PE) w sieci gazowej może przynieść wiele korzyści. Rury polietylenowe charakteryzują się wyższą odpornością na korozję niż rury stalowe, co pozwala na wydłużenie żywotności sieci gazowej oraz zapobiega wyciekom i awariom spowodowanym korozją. Rury polietylenowe są bardziej elastyczne niż rury stalowe i bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne, co redukuje ryzyko pęknięć i wgnieceń rur podczas eksploatacji. Regularna wymiana rur stalowych na rury polietylenowe może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa i efektywności eksploatacji sieci gazowej.

Na bieżąco rozbudowywane są sieci niskiego i średniego ciśnienia w celu podłączenia nowych odbiorców. Głównymi odbiorcami gazu są gospodarstwa domowe, które zużywają gaz na cele komunalno-bytowe. System gazowniczy pozwala na zaspokojenie obecnych potrzeb odbiorców.

Dla nowych odbiorców na terenie Gminy Miejskiej Kraków występują obszary, w których dostawa gazu ziemnego nie zostanie zrealizowana z uwagi na brak możliwości ekonomiczno-technicznych wybudowania sieci gazowej. Taki stan może jednak ulec zmianie w przypadku wystąpienia nowych okoliczności w obszarze ekonomiczno-technicznych.

W 2021 roku roczne zużycie gazu było największe od ostatnich 4 lat (2 455 450 MWh). W gospodarstwach domowych zużycie to również było najwyższe spośród ostatnich lat (1 624 194 MWh). Takiego stanu rzeczy należy wypatrywać w wielu czynnikach, jednakże głównymi czynnikami które mogły wpłynąć na duże zużycie gazu w 2021 w wyszczególnionych grupach jest m.in. rekordowa liczba stopniodni (paliwa gazowe wykorzystywane są do ogrzewania gospodarstw domowych oraz budynków) oraz pandemia choroby COVID-19 (wprowadzenie obostrzeń spowodowało wydłużenie czasu spędzanego w gospodarstwach domowych).

Zgodnie z kierunkami polityki klimatycznej UE gaz ziemny będzie paliwem przejściowym w drodze do neutralności klimatycznej. Gaz będzie głównie spalany w układach kogeneracyjnych różnych mocy. Jednym z potencjalnych źródeł dostaw gazu są inne kraje, które są producentami gazu ziemnego i mają rozwinięte infrastruktury gazowe. Inną opcją jest inwestycja w rozwój własnych źródeł gazu, takich jak np. wydobywanie gazu ziemnego z krajowych złóż lub produkcja biogazu. W dalszej przyszłości będzie zastąpiony przez wodór, biogaz lub gaz syntetyczny. Zastąpienie gazu ziemnego z Rosji skroplonym gazem ziemnym (LNG) oraz sprężonym gazem ziemnym (CNG) jest jednym z możliwych sposobów na dywersyfikację źródeł dostaw gazu w celu pokrycia zwiększonego zapotrzebowania. Według dokumentu „Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.” do 2025 r. wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie odbywać się będzie poprzez wsparcie takich działań jak współspalanie wodoru w turbinach gazowych (w zależności od możliwości technicznych) i konwersja istniejących instalacji. Do 2030 roku udzielone zostanie wsparcie na działania takie jak uruchomienie instalacji ko- i poligeneracyjnych, np. elektrociepłowni o mocy do 50 MWt, gdzie głównym paliwem będzie wodór, czy instalacja układów ko- i poligeneracyjnych dla bloków mieszkalnych, biurowców, małych osiedli oraz obiektów użyteczności publicznej, o mocy od 10 kW do 250 kW z wykorzystaniem ogniw paliwowych.

Według dokumentu „Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.” do wytworzenia wodoru niskoemisyjnego można wykorzystać różne technologie:

- elektrolizę z wykorzystaniem energii elektrycznej z OZE lub elektrowni jądrowych,
- elektrolizę z wykorzystaniem energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych z wychwytem i składowaniem CO₂ (CCS) bądź wychwytem i wykorzystaniem CO₂ (CCU),
- reforming parowy biogazu i biometanu,
- zgazowanie, fermentacja lub piroliza biomasy,
- zgazowanie, pirolizę i termiczne przetwarzanie odpadów,
- reforming parowy węglowodorów z CCS bądź CCU,
- zgazowanie węgla z CCS bądź CCU, IGCC oraz IGFC.

Ze względu na wysokie koszty uszczelnienia aktualnych sieci oraz przyszłe regulacje prawne (zakaz montowania pieców na paliwa kopalne (w tym na gaz) w nowych budynkach od 2030 r.) należy się spodziewać odchodzenia od gazu w małych źródłach spalania typu kuchnie gazowe lub kotły małej mocy. Bardzo niskie jednostkowe zużycie energii końcowej w nowobudowanych obiektach lub głęboko

termomodernizowanych doprowadzi do bezpośredniego wykorzystania sieci ciepłowniczej, kolektorów słonecznych oraz lokalnej zielonej energii elektrycznej w matach grzejnych i zasobnikach do przygotowywania c.w.u. i odchodzenia od innych paliw, w tym gazu ziemnego. Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze pozwolą na wykorzystanie energii odpadowej z procesów produkcyjnych centrów danych itp. co może wpłynąć na zahamowanie rozwoju sieci gazowej w perspektywie kilkunastu lat.

5. Podsumowanie aktualnego stanu zaspokojenia potrzeb energetycznych Krakowa

Podsumowanie realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014 – 2029

Rada Miasta Krakowa uchwałą nr CXIX/1870/14 z dnia 22 października 2014 r. przyjęła "Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014 – 2029. W związku z czym wykonywane były coroczne sprawozdania dotyczące badania zgodności planów rozwoju przedsiębiorstw energetycznych działających na terenie gminy. z przekazanych przez przedsiębiorstwa energetyczne informacji wynika, że zrealizowane w poprzednich latach przez dystrybucyjne przedsiębiorstwa energetyczne inwestycje, modernizacje i remonty są zgodne z kierunkami określonymi w aktualizacji „Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2014 -2029”. Działania przedsiębiorstw energetycznych w poprzednich latach przyczyniły się do poprawy jakości świadczonych usług dla odbiorców, ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery, zaspokojenia bieżących potrzeb odbiorców, poprawy stanu urządzeń i sieci energetycznych, bezpieczeństwa systemów dystrybucji. W zakresie energetyki cieplnej wykonane zostały kolejne instalacje pilotażowo-badawcze zapewniające dostawę ciepła dla obszarów poza zasięgiem sieci ciepłowniczej w oparciu o energetykę rozproszoną z wykorzystaniem źródeł odnawialnych. MPEC S.A. wprowadził usługę dostawy i dystrybucji ciepła i chłodu na bazie odnawialnych źródeł energii. Rozwiązanie wpisuje się w strategię Gminy Miejskiej Kraków w kierunku neutralności klimatycznej.

Ocena stanu istniejącego

Zużycie ciepła, paliw gazowych i energii elektrycznej na terenie Krakowa w okresie 2016-2021 roku przedstawia Tabela 55.

Tabela 55 Zużycie poszczególnych nośników energii w latach 2016-2021.

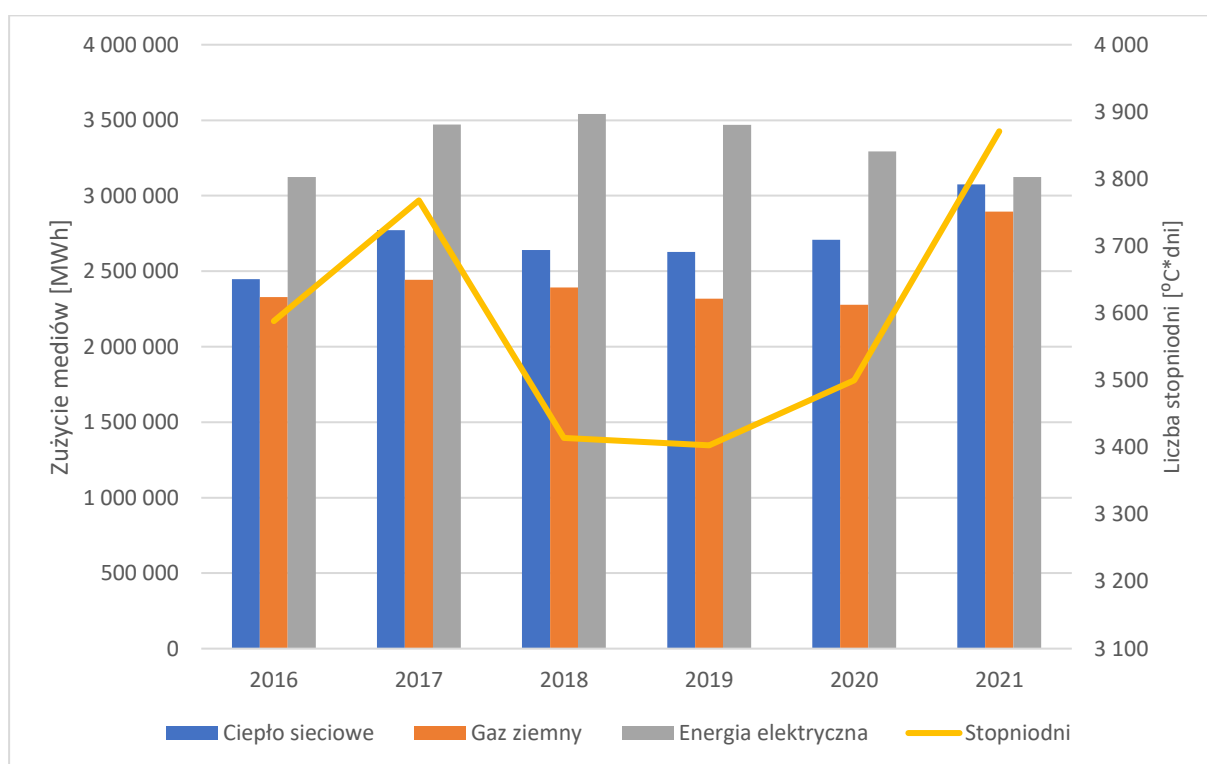
Nośnik energii	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ciepło sieciowe, w tym:	MWh	2 447 133	2 771 931	2 641 147	2 627 589	2 708 583	3 074 641
	GJ	8 809 680	9 978 951	9 508 130	9 459 322	9 750 900	11 068 707
• ciepło ze spalania węgla	MWh	2 210 716	2 360 253	2 275 350	2 196 855	2 317 654	2 707 825
	GJ	7 960 807	8 499 292	8 193 555	7 910 894	8 345 893	9 750 900
• ciepło ze spalania oleju opałowego	MWh	16 158	23 321	16 453	11 830	13 915	19 177
	GJ	58 184	83 980	59 246	42 599	50 107	69 058
• ciepło ze spalania odpadów	MWh	179 447	362 781	348 605	381 111	329 820	406 939
	GJ	646 190	1 306 378	1 255 329	1 372 384	1 187 686	1 465 390
• ciepło ze spalania biomasy	MWh	40 127	24 799	-	37 057	46 435	-
	GJ	144 499	89 300	-	133 444	167 214	-
Gaz ziemny	MWh	2 328 359	2 443 381	2 392 879	2 318 806	2 277 693	2 455 450

Nośnik energii	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gaz wielkopieczowy**	MWh	953 074	1 385 981	1 447 272	986 186	-	
Gaz koksowniczy**	MWh	423 968	256 140	269 361	219 098	251 280	256 468
Gaz ziemny**	MWh	9 773	59 484	166 554	502 991	851 605	704 478
Energia elektryczna	MWh	3 292 334	3 470 060	3 540 550	3 471 988	3 123 815	3 266 177
Stopniodni	°C*dni	3 588	3 768	3 414	3 403	3 500	3 871

** - zużycie przedsiębiorstwa TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC Kraków; Sprawozdanie z realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014-2029 za rok 2021; TAURON Dystrybucja S.A.

W celu przejrzystego zobrazowania zużycia poszczególnych nośników poniżej zaprezentowano cztery wykresy.

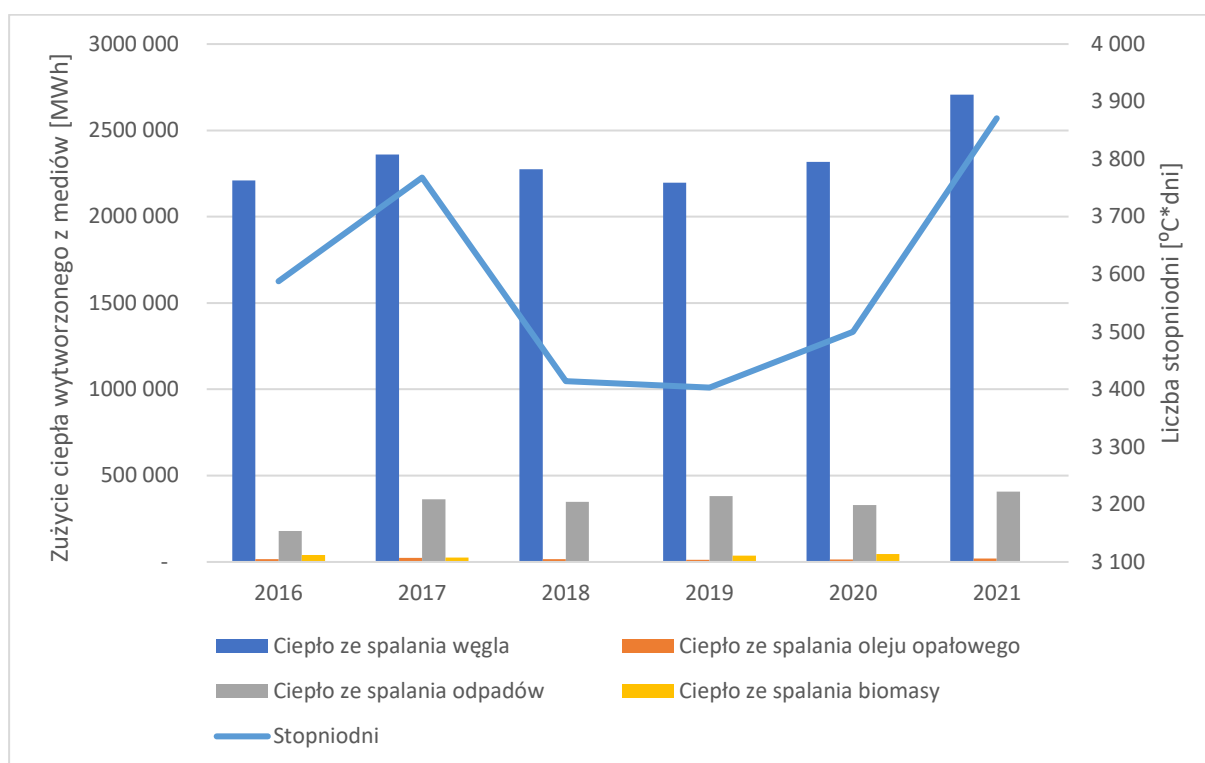


Rysunek 55 Zużycie nośników energii na terenie Krakowa w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC Kraków; Sprawozdanie z realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014-2029 za rok 2021; TAURON Dystrybucja S.A.

Z danych przedstawionych wynika, że największe zużycie energii miało miejsce w przypadku energii elektrycznej. W latach 2016-2021 zużycie energii elektrycznej było zdecydowanie większe aniżeli w przypadku zużycia ciepła sieciowego czy gazu ziemnego. Zużycie energii elektrycznej nie było w znaczącym stopniu powiązane z liczbą stopniodni. W przypadku zużycia ciepła sieciowego jest ono w znaczącym stopniu uzależnione od liczby stopniodni.

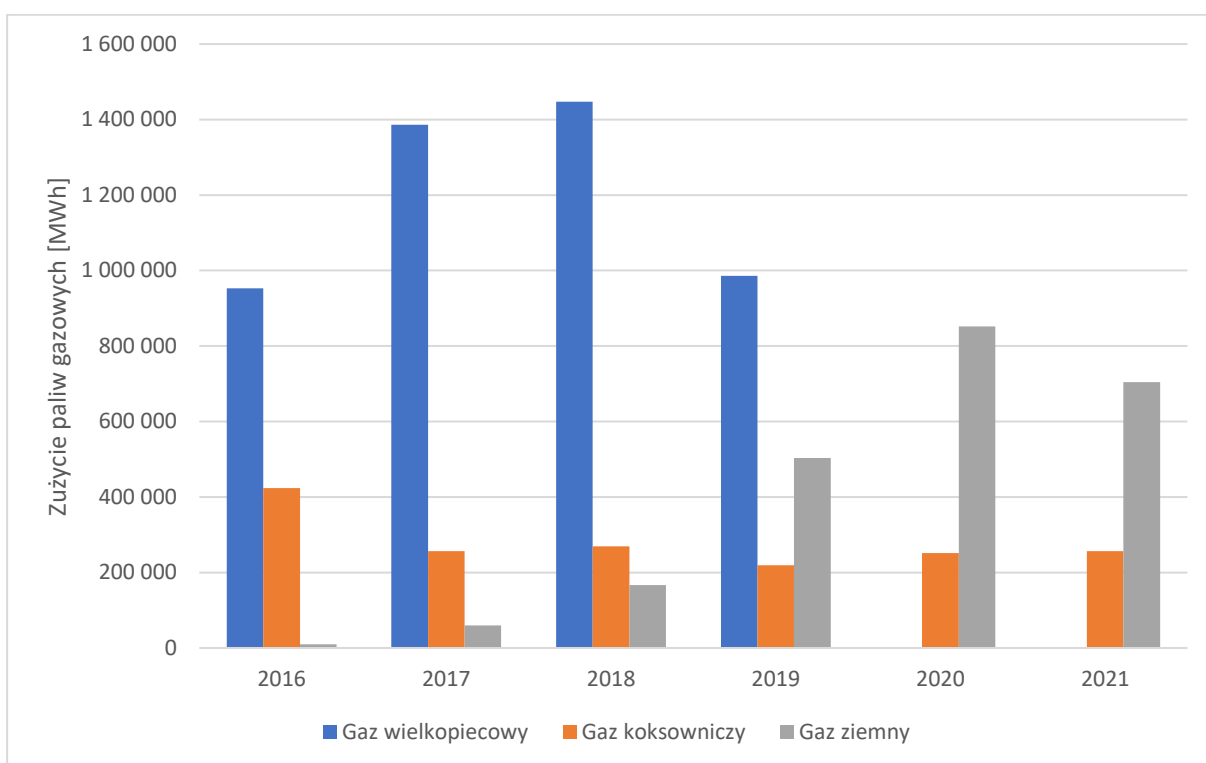
W przypadku węgla kamiennego jego zużycie w latach 2016-2021 stopniowo spadało, co było nie tylko uzależnione od zewnętrznej temperatury powietrza ale również od zmiany sposobu ogrzewania pomieszczeń (wymiana węglowych źródeł ciepła na inne źródła ekologiczne).



Rysunek 56 Zużycie energii cieplnej z poszczególnych paliw w latach 2016-2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych MPEC Kraków S.A.; Sprawozdanie z realizacji "Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe" na lata 2014-2029 za rok 2021.

W latach 2016-2021 znacząca część ciepła pochodziła ze spalania węgla (od 85% do 90%). Znaczącym źródłem ciepła jest również ciepło ze spalania odpadów (od 7% do 15%). W całościowym zużyciu energii cieplnej ciepło wytworzone ze spalania oleju opałowego oraz biomasy miało marginalne znaczenie. Widoczna jest również zależność między całościowym zużyciem energii cieplnej a liczbą stopniociepnych dni w danym roku.

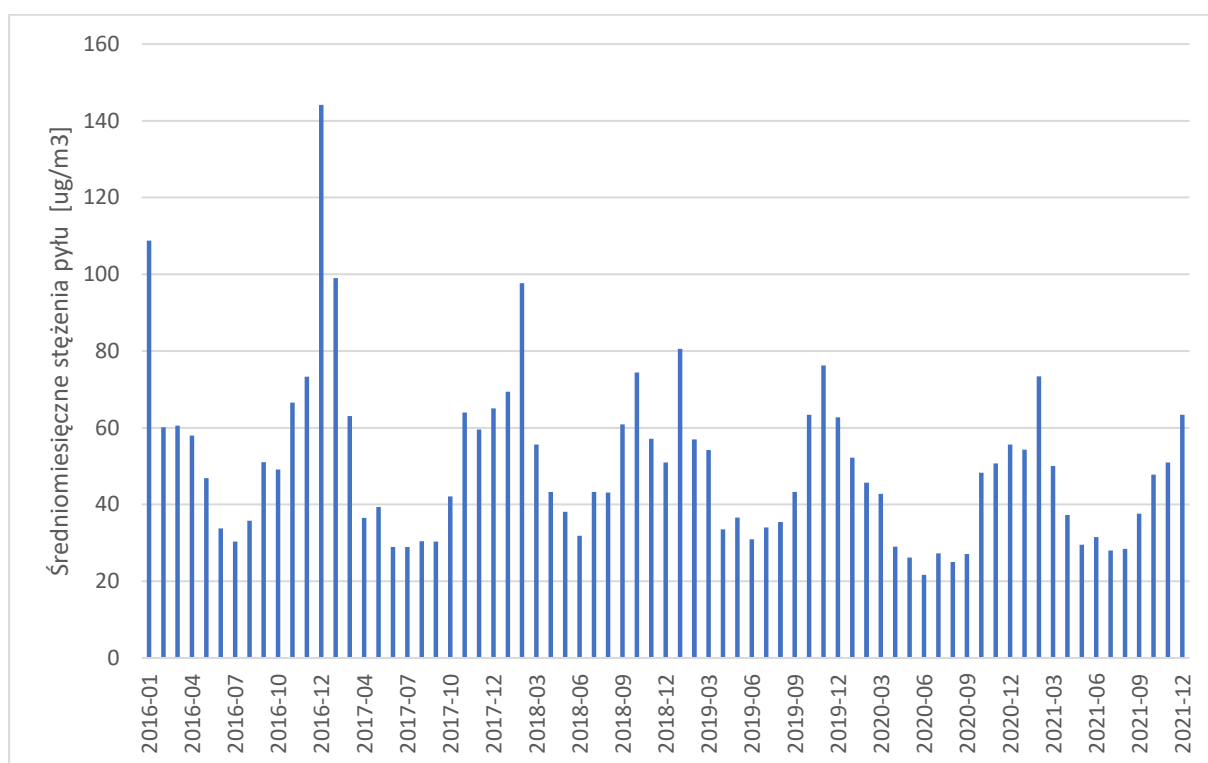


Rysunek 57 Zużycie paliw gazowych na potrzeby TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków na terenie Krakowa w latach 2016-2021.

Źródło: TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków.

W celu dokładniejszego zobrazowania zużycia paliw na potrzeby TAMEH POLSKA Zakład Wytwarzania Kraków przedstawiono je na oddzielnym rysunku. Największą zmianą obserwowaną w latach 2016-2021 był spadek zużycia gazu wielkopieczowego oraz całkowite zaprzestanie używania go w 2020 r. oraz znaczące zwiększenie zużycia gazu ziemnego prawdopodobnie w następstwie gazu wielkopieczowego. Zużycie gazu koksowniczego nie ulegało znaczącym zmianom w analizowanym okresie.

Miasto z bardzo dobrym skutkiem zlikwidowało kotłownie i paleniska na paliwo stałe zlokalizowane na jego terenie. z wielu przyczyn (m.in. ekonomicznych oraz technologicznych) pozostała jeszcze nieznaczna liczba budynków (około 900 szt., stan na dzień 31.12.2021) posiadających tego typu źródło ciepła. Jednak dotychczasowe działania związane z wymianą źródeł ciepła przyczyniły się do zdecydowanej poprawy jakości powietrza na terenie Krakowa. Miesięczne stężenia pyłu PM₁₀ obserwowane przez stację pomiarową Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przy ul. al. Krasieńskiego w Krakowie w latach 2016-2021 przedstawia Rysunek 58.



Rysunek 58 Średniomiesięczne stężenia pyłu PM₁₀ przy ul. al. Krasieńskiego w latach 2016-2021.
 Źródło: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Tabela 56 Miesięczne stężenia pyłu PM₁₀ przy ul. al. Krasieńskiego w latach 2016-2021.

Miesiąc	Lata					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Styczeń	108,8	144,1	65,0	80,6	52,2	54,3
Luty	60,2	99,0	69,4	56,9	45,7	73,4
Marzec	60,5	63,0	97,6	54,2	42,8	50,0
Kwiecień	58,0	36,5	43,3	33,5	29,0	37,2
Maj	46,9	39,4	38,1	36,6	26,2	29,5
Czerwiec	33,7	28,9	31,8	30,9	21,6	31,5
Lipiec	30,4	29,0	43,3	34,0	27,3	28,0
Sierpień	35,7	30,4	43,1	35,5	25,0	28,4
Wrzesień	51,0	30,3	60,8	43,3	27,1	37,6
Październik	49,1	42,1	74,4	63,4	48,3	47,7
Listopad	66,6	64,0	57,1	76,2	50,7	50,9
Grudzień	73,3	59,6	51,0	62,7	55,7	63,4

Źródło: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Rysunek 58 oraz Tabela 54 przedstawiają stężenia pyłu PM₁₀ na stacji przy ul. al. Krasieńskiego w latach 2016-2021, która jest stacją komunikacyjną, dobrze odzwierciedlającą wpływ emisji zanieczyszczeń z sektora transportu. Stężenia zanieczyszczeń pyłowych obciążone są tłem ze względu na występujące

natężenie ruchu. Przedstawione dane mimo wspomnianego tła komunikacyjnego wskazują na znaczną poprawę jakości powietrza, szczególnie w sezonie grzewczym. Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀, który jest dobrym wyznacznikiem jakości powietrza, ulegały obniżeniu w kolejnych analizowanych latach. Szczególnie jest to widoczne w sezonie grzewczym, gdzie stężenia pyłów są najwyższe.

Tabela 57 Wskaźniki emisyjności wykorzystane do obliczeń.

	CO ₂	Pyły	SO ₂	NO _x	Jedn.	Źródło danych
Energia elektryczna	698	0,026	0,509	0,522	kg/MWh	KOBIZE (2018 r.)
Gaz ziemny	56 100	1,2	0,3	51	g/GJ	POP Małopolska
Biomasa	112 000	404	11	80	g/GJ	KOBIZE (2018 r.), POP Małopolska
Ciepło sieciowe	117 671	0,02	16	78	g/GJ	Raporty spółek (2018 r.)
Węgiel	94 678	760	400	110	g/GJ	POP Małopolska
Olej opałowy	77 400	1,9	70	51	g/GJ	POP Małopolska

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych KOBIZE, POP Małopolska.

Tabela 58 przedstawia emisje CO₂, CO, SO₂, NO_x oraz pyłów terenie miasta Kraków w latach 2016-2018 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE). W przypadku danych raportowanych przez KOBiZE dotyczących emisji z energii elektrycznej, ulegają one zmianie co roku ze względu na odmienny mikś paliw wykorzystywanych do ich wytworzenia. przedstawia wielkość emisji zanieczyszczeń, które były wyemitowane na terenie. Emisje z biomasy zależą od rodzaju materiału, który jest spalany, oraz od sposobu spalania. Jeśli biomasa pochodzi z upraw energetycznych, emisje CO₂ są neutralne, ponieważ rośliny wchłaniają CO₂ podczas wzrostu. Jednakże, spalanie biomasy może wytwarzać dużo pyłów, SO₂ i NO_x, co wpływa na jakość powietrza.

W przypadku spalania węgla, emisje CO₂ są szczególnie wysokie, ponieważ węgiel jest paliwem kopalnym i jego spalanie przyczynia się do wzrostu ilości CO₂ w atmosferze. Spalanie węgla również powoduje duże emisje pyłów, SO₂ i NO_x.

Spalanie oleju opałowego jest jednym z najczystszych sposobów produkcji energii, ponieważ ma niskie emisje pyłów, SO₂ i NO_x. Jednakże, emisje CO₂ są nadal wysokie, ponieważ olej opałowy jest produktem naftowym i jego spalanie przyczynia się do wzrostu ilości CO₂ w atmosferze.

Rok 2018 jest poziomem wyjściowym do podejmowania dalszych kroków w kierunku osiągnięcia neutralności klimatycznej do roku 2050. Jedną z rekomendacji Krakowskiego Panelu Klimatycznego [24] które uzyskały minimum 80% poparcia oraz zostaną wdrożone w życie jest jak najszybsze osiągnięcie neutralności klimatycznej, Rekomendacja zakłada co najmniej 30% redukcję emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku względem 2018 roku, co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej nie później niż do 2050 roku. Kierunki umożliwiające spełnienie wspomnianej rekomendacji znajdują się w rozdziale 12.1.

Tabela 58 Emisje CO₂, CO, SO₂, NO_x oraz pyłów terenie miasta Kraków w latach 2016-2018 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

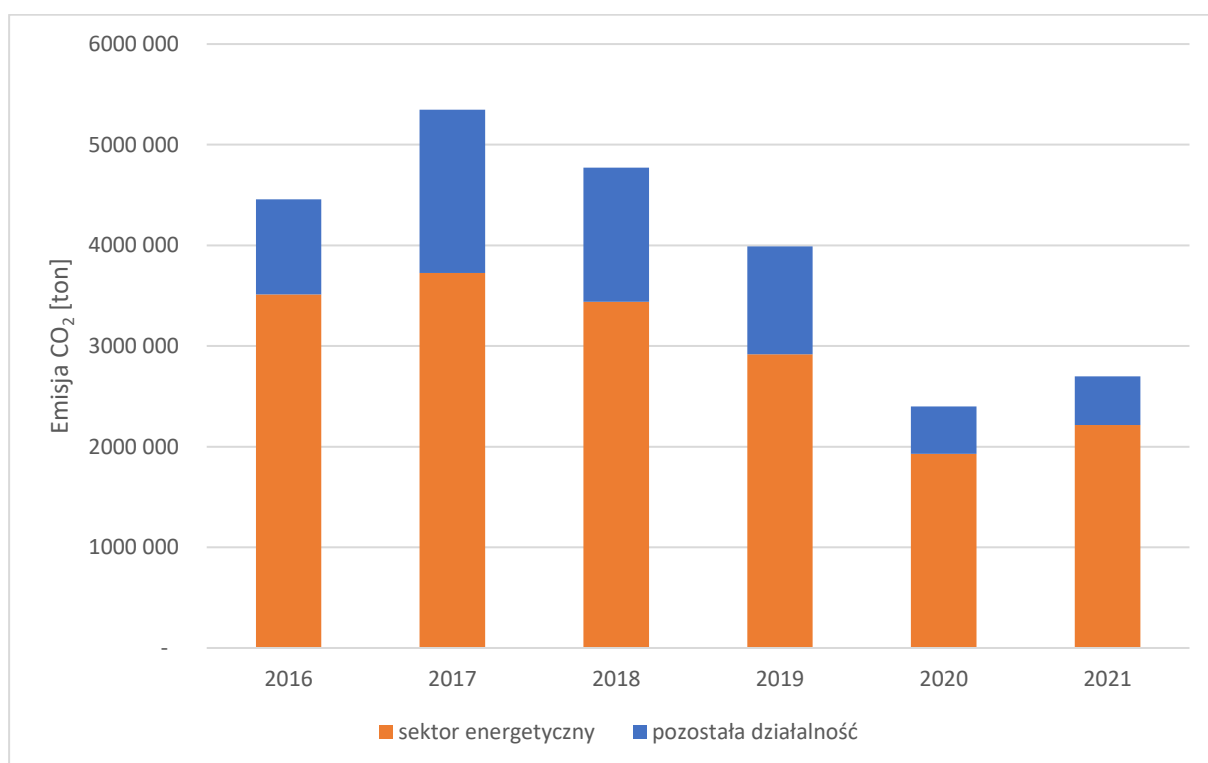
Substancja	Jedn.	2016		2017		2018	
Dwutlenek węgla (CO₂)		4 458 994	100,00	5 347 588	100,00	4 772 449	100,00
w tym sektor energetyczny		3 513 844	78,80	3 725 649	69,67	3 440 966	72,10
w tym kotłownie lokalne		45 736	1,03	41 613	0,78	40 735	0,85
Tlenki siarki (SO_x)		3 009,5	100,00	2 930,8	100,00	2 410,3	100,00
w tym sektor energetyczny		2 917,3	96,94	2 714,0	92,60	2 245,5	93,16
w tym kotłownie lokalne		22,9	0,76	21,1	0,72	18,3	0,76
Tlenki azotu (NO_x)		4 222,8	100,00	3 980,2	100,00	3 063,1	100,00
w tym sektor energetyczny	Mg/%	3 609,7	85,48	3 094,9	77,76	2 369,3	77,35
w tym kotłownie lokalne		44,3	1,05	41,3	1,04	34,0	1,11
Pyły PM₁₀		190,6	100,00	213,8	100,00	279,5	100,00
w tym sektor energetyczny		188,5	98,91	205,7	96,21	223,3	79,89
w tym kotłownie lokalne		0,5	0,24	0,5	0,21	0,4	0,13
Tlenek węgla (CO)		8 720,3	100,00	9 562,3	100,00	11 547,2	100,00
w tym sektor energetyczny		3 828,0	43,90	7 011,4	73,32	6 442,2	55,79
w tym kotłownie lokalne		30,7	0,35	34,4	0,36	25,2	0,22
Benzen		329,2	100,00	260,8	100,00	84,8	100,00
w tym sektor energetyczny		-	0,00	-	0,00	-	0,00
w tym kotłownie lokalne		-	0,00	-	0,00	-	0,00
Benzo(a)piren		13,679	100,00	10,602	100,00	6,600	100,00
w tym sektor energetyczny	kg/%	9,878	72,22	6,605	62,30	6,589	99,83
w tym kotłownie lokalne		1,124	8,22	1,077	10,15	0,905	13,71

Źródło: Dane dotyczące wielkości emisji wybranych substancji, wykazane w raportach do Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za lata 2016 – 2018.

Tabela 59 Emisje CO₂, , CO, SO₂, NO_x oraz pyłów na terenie miasta Kraków w latach 2019-2021 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

Substancja	Jedn.	2019		2020		2021	
Dwutlenek węgla (CO₂)		3 991 190	100,00	2 399 144	100,00	2 699 166	100,00
w tym sektor energetyczny		2 919 188	73,14	1 927 528	80,34	2 214 001	82,03
w tym kotłownie lokalne		41 307	1,03	44 457	1,85	39 725	1,47
Tlenki siarki (SO_x)		1 549,8	100,00	965,2	100,00	778,0	100,00
w tym sektor energetyczny		1 419,5	91,59	912,1	94,49	728,3	93,61
w tym kotłownie lokalne		15,7	1,02	14,4	1,50	7,8	1,00
Tlenki azotu (NO_x)		2 428,7	100,00	2 039,1	100,00	2 331,8	100,00
w tym sektor energetyczny	Mg/%	1 763,2	72,60	1 583,1	77,64	1 825,9	78,30
w tym kotłownie lokalne		34,4	1,42	36,5	1,79	35,1	1,51
Pyły PM₁₀		138,2	100,00	98,4	100,00	88,0	100,00
w tym sektor energetyczny		89,1	64,45	77,7	79,00	50,7	57,61
w tym kotłownie lokalne		0,4	0,28	0,9	0,90	0,5	0,56
Tlenek węgla (CO)		9 548,2	100,00	8 602,0	100,00	6 951,6	100,00
w tym sektor energetyczny		5 415,0	56,71	6 102,7	70,94	6 693,1	96,28
w tym kotłownie lokalne		21,0	0,22	18,8	0,22	20,6	0,30
Benzen		80,2	100,00	230,6	100,00	441,2	100,00
w tym sektor energetyczny		-	0,00	145,5	63,09	223,9	50,73
w tym kotłownie lokalne		-	0,00	-	0,00	-	0,00
Benzo(a)piren		4,372	100,00	3,263	100,00	1,660	100,00
w tym sektor energetyczny	kg/%	4,328	99,01	2,016	61,78	1,496	90,12
w tym kotłownie lokalne		1,034	23,65	0,673	20,62	0,175	10,54

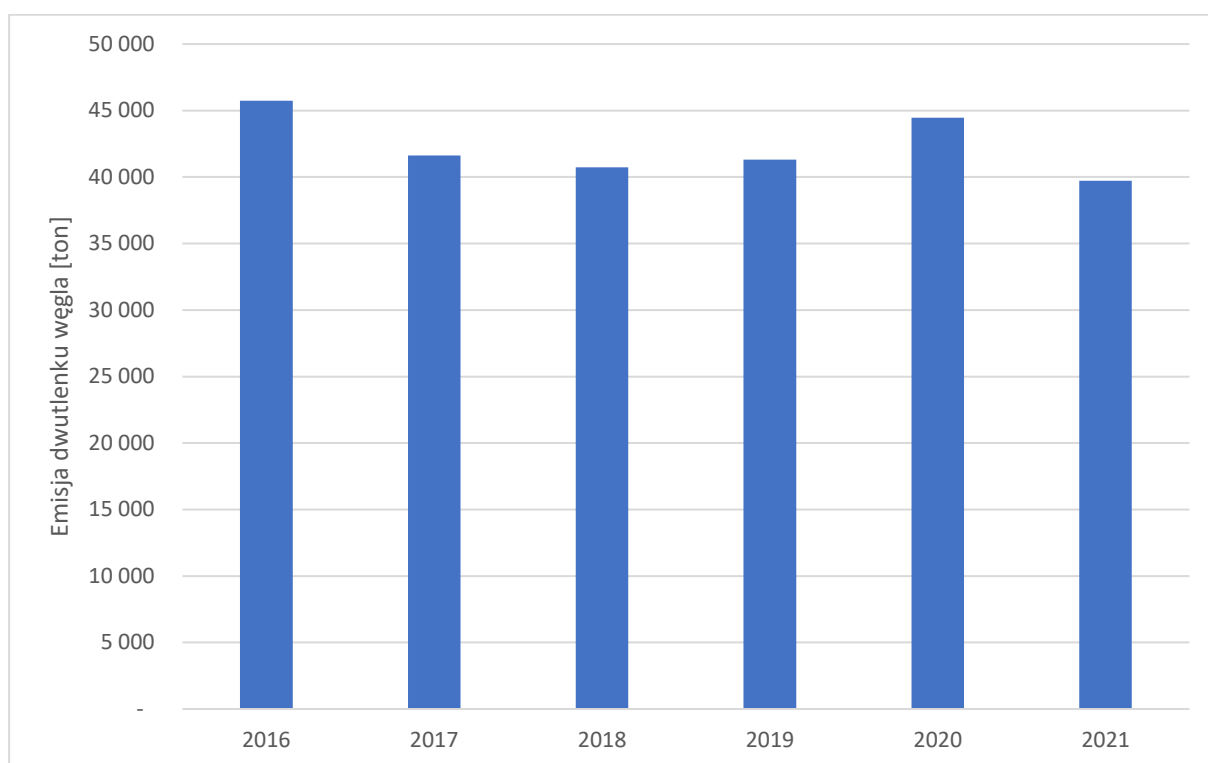
Źródło: Dane dotyczące wielkości emisji wybranych substancji, wykazane w raportach do Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za lata 2018 – 2021.



Rysunek 59 Emisja dwutlenku węgla (CO₂) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w sektorze energetycznym oraz w pozostałej działalności.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie bazy Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

W przypadku emisji zaraportowanej przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) zdecydowana większość emisji dwutlenku węgla (CO₂) pochodzi z sektora energetycznego (około 70-80%). Pozostałe sektory odpowiadały za znacznie mniejszą część emisji zanieczyszczeń.



Rysunek 60 Emisja dwutlenku węgla (CO₂) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) z kotłowni lokalnych.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie bazy Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE)

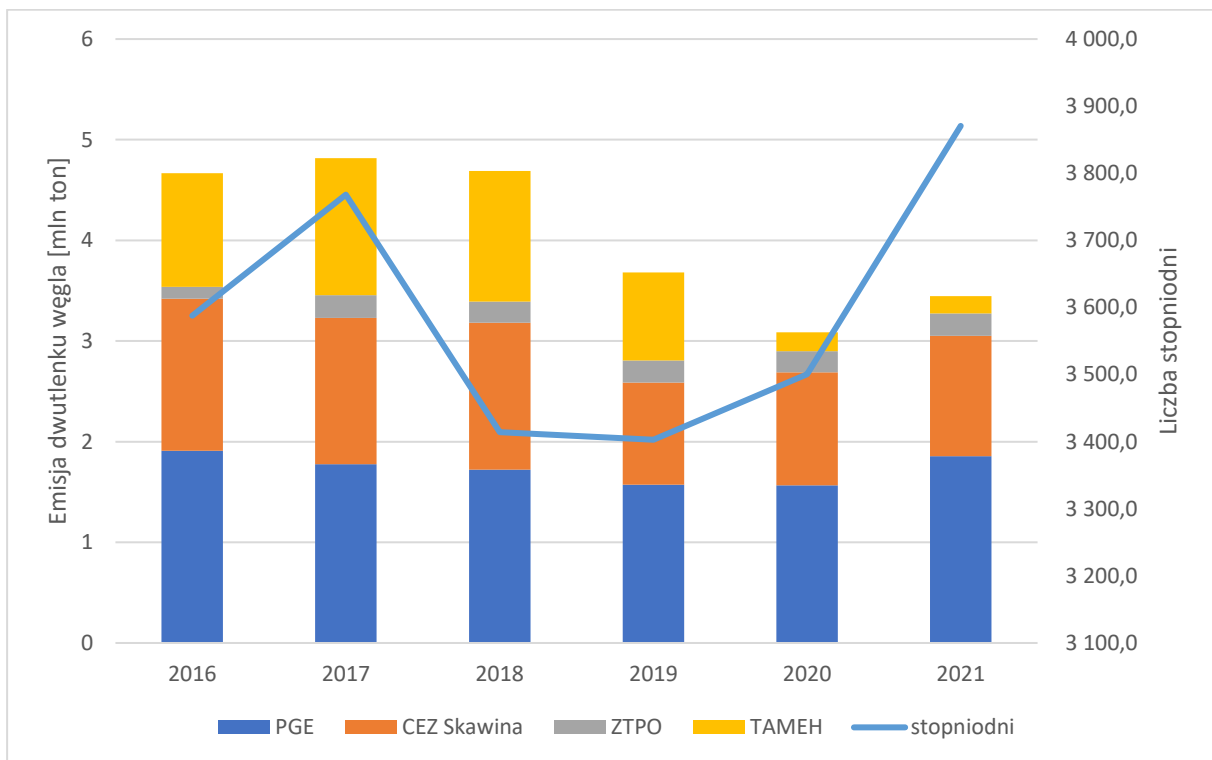
Rysunek 60 przedstawia emisję dwutlenku węgla (CO₂) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez podmioty korzystające ze środowiska do Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) z kotłowni lokalnych. Na przełomie lat 2016-2021 widać nieznaczne wahania emisji dwutlenku węgla. Taki stan rzeczy spowodowany jest wpływem temperatury zewnętrznej (liczbą stopnioceljuszy) w poszczególnych latach. Warto również zauważyć, że kotłownie lokalne odpowiadają z stosunkowo niewielką emisją dwutlenku węgla do atmosfery.

Tabela 60 Emisje wybranych substancji zaraportowane przez spółki energetyczne w latach 2016 – 2021.

PGE							
Substancja	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dwutlenek węgla (CO ₂)	Mg	1 909 684	1 775 841	1 721 648	1 574 257	1 564 982	1 855 058
w tym:							
produkcja ciepła		741 440	810 232	796 447	782 888	801 325	920 639
produkcja energii elektrycznej		1 168 244	965 609	925 201	791 369	763 657	934 419
Tlenki siarki (SO _x)		1 034,8	838,2	691,9	531,4	796,7	586,0
Tlenki azotu (NO _x)		2 529,6	1 883,4	1 202,5	1 079,2	1 071,4	1 211,1
Pyły zawieszone (TSP)		105,9	105,2	79,3	75,2	78,4	50,3
ZTPO							
Substancja	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dwutlenek węgla (CO ₂)	Mg	117 390	225 186	208 808	219 715	212 181	220 438
w tym:							
produkcja ciepła		82 437	164 666	153 585	164 395	160 535	164 826
produkcja energii elektrycznej	34 953	60 520	55 223	55 320	51 647	55 612	

Tlenki siarki (SOx)		6,8	13,7	5,4	12,9	12,8	18,3
Tlenki azotu (NOx)		83,5	178,3	136,5	166,8	172,5	186,5
Pyły zawieszane (TSP)		0,157	0,200	0,352	1,305	1,202	0,374
Tlenek węgla (CO)		9,6	19,9	19,2	14,3	12,5	15,9
chlorowodór	kg	2320,9	3718,7	1312,1	1970,7	1104,1	2050,3
fluorowodór		0,3	0,0	16,6	14,7	5,0	6,1
węgiel organiczny		1092,6	1164,3	245,6	264,9	483,3	439,1
TAMEH							
Substancja	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dwutlenek węgla (CO ₂) w tym:	Mg	1 129 441	1 360 314	1 299 805	875 096	187 996	173 037
produkcja ciepła		296 019	354 993	287 967	213 130	72 115	66 869
produkcja energii elektrycznej		833 422	1 005 321	1 011 838	661 966	115 881	106 168
Tlenki siarki (SOx)		1 791,2	1 772,0	1 459,9	796,4	42,4	66,8
Tlenki azotu (NOx)		869,6	900,8	861,7	333,0	161,1	163,8
Pyły zawieszane (TSP)		146,3	153,0	205,0	77,5	5,2	3,8
Tlenek węgla (CO)		300,0	519,6	509,8	188,4	13,3	7,7
CEZ Skawina							
Substancja	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dwutlenek węgla (CO ₂) w tym:	Mg	1 511 824	1 454 765	1 460 511	1 011 513	1 122 539	1 197 896
produkcja ciepła		b.d.	b.d.	b.d.	258 007	262 200	320 400
produkcja energii elektrycznej		b.d.	b.d.	b.d.	753 506	860 339	877 496
Tlenki siarki (SOx)		1 945	2 005	2 420	1 289	970	612
Tlenki azotu (NOx)		2 231	2 016	1 916	1 273	1 166	806
Pyły zawieszane (TSP)		24	29	32	41	19	14
Razem							
Substancja	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dwutlenek węgla (CO ₂)	Mg	4 668 340	4 816 106	4 690 772	3 680 581	3 087 698	3 446 429
Tlenki siarki (SOx)		4 777,8	4 629,0	4 577,2	2 629,7	1 821,9	1 283,2
Tlenki azotu (NOx)		5 713,7	4 978,5	4 116,6	2 851,9	2 571,0	2 367,5
Pyły zawieszane (TSP)		276,4	287,4	316,6	195,0	103,8	68,5

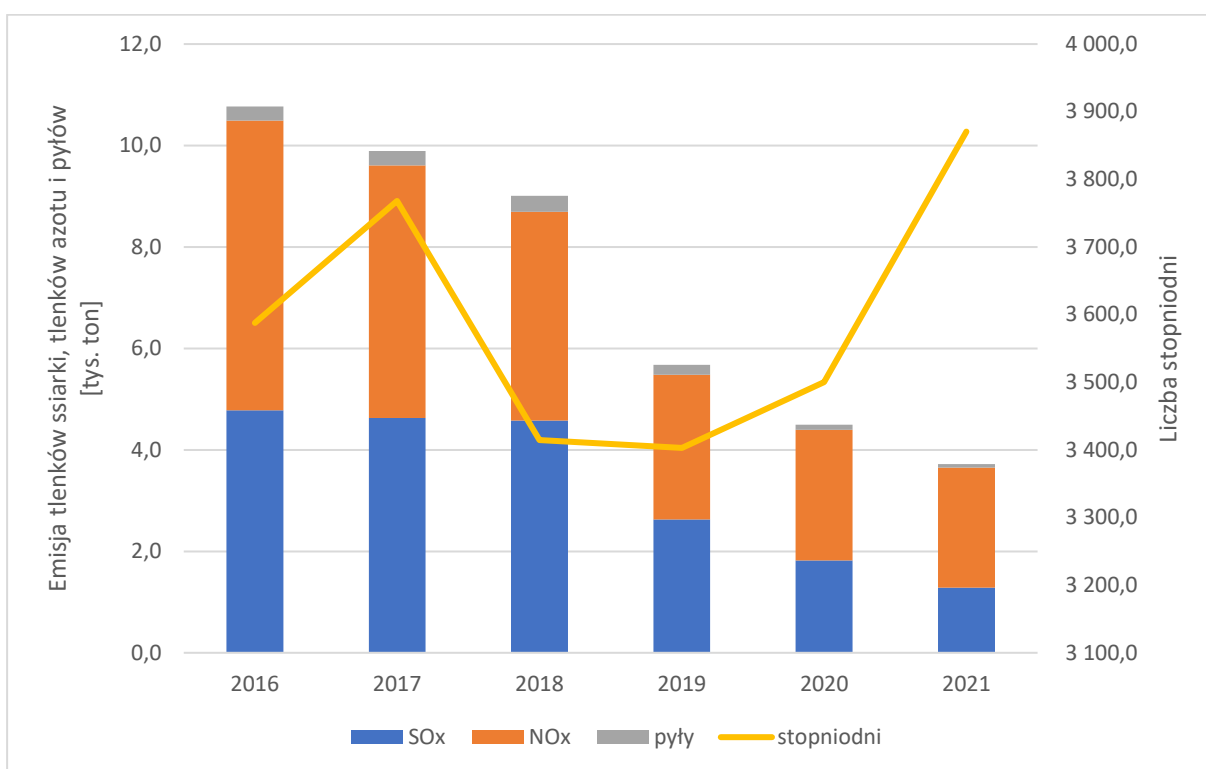
Źródło: Dane dotyczące wielkości emisji wybranych substancji w latach 2016 - 2021, przekazane przez spółki energetyczne.



Rysunek 61 Emisja dwutlenku węgla (CO₂) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez wytwórców energii.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez wytwórców energii.

Z przedstawionych danych wynika, że emisja dwutlenku węgla na terenie Miasta Krakowa uzależnione są w ścisły sposób z liczbą stopniodni. Jest to uzależnione w sposób bezpośredni z ilością zużytego paliwa w celu zapewnienia dostaw ciepła do odbiorców końcowych.



Rysunek 62 Emisja tlenków azotu (NOx), tlenków siarki (SOx) oraz całkowitych pyłów zawieszonych (TSP) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez wytwórców energii.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez wytwórców energii.

Rysunek 62 przedstawia emisję tlenków azotu (NOx), tlenków siarki (SOx) oraz całkowitych pyłów zawieszonych (TSP) na terenie miasta Kraków w latach 2016-2021 zaraportowane przez wytwórców energii. W przypadku emisji tlenków siarki widoczny jest znaczący spadek emisji, szczególnie zauważalny w latach 2018-2021. Spadek ten spowodowany jest prawdopodobnie zastosowaniem technologii odsiarczania spalin oraz dostosowywaniem się wytwórców energii do rygorystycznych wymagań stawianych przez prawodawstwo unijne oraz krajowe. W przypadku tlenków azotu również widoczny jest spadek emisji zanieczyszczeń. W przypadku emisji pyłu całkowitego w latach 2016-2021 zmalała ona niemalże 4-krotnie (276 Mg wyemitowanych pyłów w 2016 r. do 68 Mg pyłu w 2021 r.). Podobnie jak w przypadku emisji tlenków siarki, spadek emisji pyłów spowodowany jest dostosowywaniem się wytwórców energii do rygorystycznych wymagań stawianych przez prawodawstwo unijne oraz krajowe.

W świetle zebranych i przedstawionych danych o możliwościach wytwórczych (ciepła i energii elektrycznej) oraz możliwości dystrybucji (ciepła, gazu i energii elektrycznej) w Gminie Miejskiej Kraków w porównaniu z rzeczywistym zapotrzebowaniem na te nośniki energii można stwierdzić, że zaopatrzenie to jest obecnie w pełni realizowane.

System ciepłowniczy w Krakowie posiada duże rezerwy mocy zainstalowanej a obciążenie sieci nawet w najzimniejszych miesiącach nie przekracza 80% (dane na rok 2021). Jest to powiązane z temperaturami atmosferycznymi w danym roku oraz co za tym idzie, z liczbą stopniodni. W przypadku sieci przesyłowej elektrycznej również można mówić o rezerwach mocy.

Wyzwaniem zarówno dla zakładów wytwarzających ciepło, wytwórców energii cieplnej oraz elektrycznej jak i Gminy Miejskiej Kraków jest Europejski Zielony Ład, którego założenia zakładają:

- Bardziej ambitne cele klimatyczne,
- Dostarczanie czystej, przystępnej cenowo i bezpiecznej energii,
- Wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym,
- Budynki o niższym zapotrzebowaniu na energię,
- Przyspieszenie przejścia na zrównoważoną i inteligentną mobilność,
- Ochronę i odbudowę ekosystemów oraz bioróżnorodności,
- Przystosowanie się do zmiany klimatu,
- Ochronę zdrowia,
- Wspieranie badań naukowych i pobudzanie innowacji.

W celu spełnienia w jak największym stopniu stawianych wymagań, uwzględniono je podczas tworzenia Scenariuszy rozwoju miasta oraz Wariantu rozwoju systemu ciepłowniczego przedstawionych w rozdziale 12.3. Rok 2018 jest poziomem wyjściowym do podejmowania dalszych kroków w kierunku osiągnięcia neutralności klimatycznej do roku 2050. Jedną z rekomendacji Krakowskiego Panelu Klimatycznego [24] które uzyskały minimum 80% poparcia oraz zostaną wdrożone w życie jest jak najszybsze osiągnięcie neutralności klimatycznej, Rekomendacja zakłada co najmniej 30% redukcję emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku względem 2018 roku, co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej nie później niż do 2050 roku. Kierunki umożliwiające spełnienie wspomnianej rekomendacji znajdują się w rozdziale 0.

Tabela 61 oraz Tabela 62 przedstawiają analizę SWOT dotyczącą rozwoju miasta oraz zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Analiza SWOT uwzględnia zarówno szczegółową analizę stanu obecnego jak i prawdopodobne zmiany w przedsiębiorstwach wytwórczych energii elektrycznej i ciepłej (rozdział 0), jak i potencjalne zmiany w prawodawstwie krajowym i unijnym.

Tabela 61 Stan obecny oraz wyzwania dotyczące zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe stojące przed Miastem - analiza SWOT Mocne i Słabe strony.

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Dobrze rozwinięty system ciepłowniczy, • Dobrze rozwinięty system elektroenergetyczny, • Istniejący monitoring zużycia energii w gminnych budynkach użyteczności publicznej, • Wykorzystywanie Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, • Niskie straty na przesyle ciepła sieciowego w porównaniu do systemów ciepłowniczych innych miast, • Ścisła współpraca miasta z przedsiębiorstwami produkującymi ciepło i energię elektryczną, • Rosnący udział pojazdów elektrycznych wśród pojazdów poruszających się po mieście, 	<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystywanie paliw stałych w elektrociepłowniach, • Wysokie ceny paliw, • Duża liczba budynków zabytkowych, • Bardzo słabo rozwinięta sieć ciepłownicza i gazowa w peryferyjnych dzielnicach, • Prawdopodobna niska rentowność inwestycji związanych z systemem ciepłowniczym, • Prawdopodobna niska rentowność inwestycji związanych z kompleksową termomodernizacją zasobów budowlanych, • Niski udział OZE w ogólnym bilansie wytwarzania energii ciepłej (około 5%), • Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną spowodowany rozwojem elektromobilności, • Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną spowodowany elektryfikacją

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Zrównoważone zarządzanie terenami na terenie miasta, • Czerpanie doświadczeń związanych z energetyką od innych państw poprzez udział w projektach międzynarodowych, • Produkcja energii i ciepła z wysokosprawnej kogeneracji do 2026 r., • Instalacje proekologiczne, pozwalające na spełnienie coraz ostrzejszych standardów emisyjnych. 	<p>ciepłownictwa (pompy ciepła, kotły elektrodowe),</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemy z odbiorem energii wytworzonej w instalacjach fotowoltaicznych – ograniczenia infrastruktury dystrybucyjnej i przesyłowej, • Produkcja energii i ciepła z wysokosprawnej kogeneracji, • Możliwe problemy ze spełnieniem warunków stawianych przez WT2021.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Tabela 62 Stan obecny oraz wyzwania dotyczące zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe stojące przed Miastem - analiza SWOT Szanse i Zagrożenia.

Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, • Możliwość budowy sieci wyspowych i rozwoju energetyki rozproszonej, • Wysokie wymagania stawiane przy budowie nowych budynków publicznych, • Zmniejszenie zapotrzebowania na energię poprzez termomodernizację budynków, • Rozbudowa Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów poprzez dostawę i montaż instalacji podnoszących efektywność energetyczną: instalacja do odzysku ciepła ze spalin, instalacja absorpcyjnej pompy ciepła, • Planowy rozwój sieci ciepłowniczych, • Budowa instalacji do produkcji i tankowania wodoru na terenie Krakowa, • Rozwój instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii, • Wykorzystanie potencjału geotermalnego, • Wykorzystanie wodoru w transporcie publicznym oraz prywatnym, • Powstawanie obszarów dodatnich energetycznie, • Rozwój energetyki rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii, 	<ul style="list-style-type: none"> • W przypadku braku uznania ciepła ze spalania odpadów jako ciepła odpadowego mogą wystąpić potencjalne problemy związane ze spełnieniem wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego przed systemem ciepłowniczym w Krakowie, • Ryzyko związane z brakiem możliwości spełnienia współczynnika EP opisanego w WT2021 w przypadku braku uznania ciepła ze spalania odpadów jako ciepła odpadowego, • Konieczność czasowego lub trwałego wyłączenia systemowych źródeł ciepła z powodu zmian w ustawodawstwie, regulacji prawnych bądź przyczyn ekonomicznych, <ul style="list-style-type: none"> • Rosnące ceny paliw i energii, • Rosnące ceny opłat za emisję dwutlenku węgla, związane z Europejskim Systemem Handlu Emisjami, • Pogłębienie ubóstwa energetycznego, • Wzrost cen materiałów budowlanych, który może spowodować spowolnienie przeprowadzania prac termomodernizacyjnych, • Brak dofinansowania lub finansowania inwestycji na rozwój MSC, transformacji energetycznej źródeł itp., • Wysokie koszty magazynowania energii,

Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Powstanie programu wsparcia termomodernizacji budynków wielorodzinnych,(m.in. kontynuacja programu „Ciepłe Mieszkanie”), • Tworzenie klastrów i spółdzielni energetycznych, • Plany rozwojowe PGE Energia Ciepła zakładający transformację krakowskiej elektrociepłowni w kierunku źródła niskoemisyjnego, • Obniżenie emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego spowodowany transformacją systemu ciepłowniczego, • Poprawa jakości powietrza na terenie Miasta Krakowa będąca wynikiem obniżenia emisji zanieczyszczeń, • Plany rozwojowe CEZ Skawina S.A. zakładające zakończenie spalania węgla oraz rozpoznanie możliwości inwestowania w budowę OZE do 2028 r., • Budowa reaktora atomowego jako stabilnego źródła energii cieplnej. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ryzyko wzrostu cen energii cieplnej związane z potencjalną budową reaktora ciepłowniczego, • Potencjalnie sprzeczne intencje poszczególnych dostawców energii cieplnej, • Potencjalne przerwanie łańcucha dostaw surowców niezbędnych do funkcjonowania systemu ciepłowniczego spowodowane sytuacją geopolityczną oraz jej następstwami.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

6. Przedsięwzięcia racjonalizujące wytwarzanie i użytkowanie energii

Efektywne gospodarowanie energią, rozumiane jako oszczędne korzystanie z posiadanych zasobów, stanowi jeden z filarów koncepcji budowy i rozwoju zrównoważonego miasta. Jest ono również głównym elementem wszystkich działań mających na celu ochronę klimatu. Racjonalne użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych winno być traktowane jako obowiązek na każdym etapie procesu: wytwarzania, dystrybucji, magazynowania, przetwarzania i użytkowania oraz dotyczy wszystkich interesariuszy, w tym przedsiębiorstw energetycznych, użytkowników końcowych i władzy na wszystkich szczeblach.

Ponadto Gmina jest zobowiązana do planowania i organizacji zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na swoim terenie. W związku z powyższym również Gminie spoczywa obowiązek inicjowania działań proefektywnościowych przez wszystkich uczestników rynku energii a plany rozwoju przedsiębiorstw energetycznych winny być również skorelowane ze strategią rozwoju Gminy. Miasto powinno dążyć do udziału w źródłach wytwórczych, co zwiększy pewność dostaw energii elektrycznej i ciepła dla mieszkańców Gminy.

Czynniki inspirujące do działania mogą być bardzo zróżnicowane, w zależności od podmiotów działających w mieście i na rynku. Ekologia, energochłonność, estetyka, ergonomia, komfort osobisty czy też bezpieczeństwo stają naprzeciw efektowi ekonomicznemu, z kolei doraźne cele konkurują z korzyściami oddalonymi w czasie.

Działania racjonalizujące, przedstawione w niniejszym dokumencie, zostały podzielone na obszary: wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i użytkowania u odbiorców końcowych.

1. Racjonalizacja wytwarzania:

a. energii elektrycznej:

- wytwarzanie energii elektrycznej w skojarzeniu z produkcją ciepła (kogeneracja),
- wytwarzanie energii elektrycznej w skojarzeniu z produkcją ciepła i chłodu (trigeneracja) przez głównych wytwórców energii,
- Rozwój rynku ciepła sieciowego w celu poprawy efektywności produkcji – zwiększenie kogeneracji,
- zwiększenie wolumenu energii ze źródeł odnawialnych w miksie energetycznym Miasta,
- wymiana źródeł energii na instalacje wytwarzające energię z OZE lub wysokosprawną kogenerację zasilaną biopaliwami,
- racjonalizacja wytwarzania energii poprzez zastosowanie zaawansowanych systemów monitorowania i zarządzania, które pozwalają na przewidywanie popytu na energię oraz optymalizację wytwarzania energii w sposób dynamiczny,
- utworzenie klastrów energetycznych,
- utworzenie smart grid,

b. ciepła:

- likwidacja lokalnych kotłowni poprzez:
 1. zastąpienie ich zasilaniem odbiorców z istniejącej sieci ciepłowniczej,

2. zmianę paliwa węglowego na zeroemisyjne,
 3. wykorzystanie OZE,
- tworzenie dodatknych obszarów samowystarczalnych energetycznie,
 - wykorzystanie ciepła odpadowego,
 - optymalizacja procesów produkcji ciepła, w celu zminimalizowania strat energii,
 - stosowanie systemów rekuperacji ciepła, które umożliwiają odzyskiwanie ciepła z procesów technologicznych i powrotu do systemu ciepłowniczego,
 - racjonalizacja wytwarzania energii cieplnej poprzez zastosowanie zaawansowanych systemów monitorowania i zarządzania, które pozwalają na przewidywanie popytu na energię oraz optymalizację wytwarzania energii w sposób dynamiczny,
 - wykorzystanie ciepła odpadowego z przemysłu oraz sektora usługowego,
 - modernizacja systemu ciepłowniczego oraz jednostek wytwórczych,
 - utworzenie systemów umożliwiających akumulację ciepła,
- c. energii ze źródeł odnawialnych:
 - zastosowanie paneli fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej,
 - zastosowanie kolektorów słonecznych do produkcji ciepła ogrzewania, ciepła technologicznego oraz ciepłej wody użytkowej,
 - stosowanie pomp ciepła współpracujących z instalacjami fotowoltaicznymi, kolektorami słonecznymi oraz magazynami ciepła,
2. Przesył:
- a. energii elektrycznej:
 - zmniejszenie strat przesyłowych w liniach energetycznych sieci przesyłowej poprzez np. stosowanie przewodów o mniejszej rezystancji, czy też poprawa sposobu zarządzania siecią elektroenergetyczną,
 - rozbudowa energetyki rozproszonej, w tym wsparcie dla odnawialnych źródeł energii,
 - rozwój sieci inteligentnych,
 - optymalizacja mocy transformatorów i dostosowanie do zapotrzebowania obsługiwanego obszaru,
 - tworzenie obszarów samowystarczalnych energetycznie,
 - b. ciepła:
 - modernizacja magistrali ciepłowniczych, przepompowni i systemów sterowania siecią,
 - dalszy rozwój miejskiej sieci ciepłowniczej,
 - modernizacja systemu w celu poprawy jego efektywności,
 - likwidacja lub wymiana odcinków sieci ciepłowniczych dużych średnic obciążonych w małym zakresie, co powoduje znaczne straty przesyłowe,
 - wymiana sieci ciepłowniczych o wysokich stratach cieplnych (sieci kanałowe) na sieci ciepłownicze preizolowane o niskim współczynniku strat ciepła,
 - stosowanie układów automatyki pogodowej, opomiarowania i sterowania siecią,
 - redukcja ubytków wody sieciowej,

- szersze zastosowanie instalacji nadzoru przecieków i zawilgoceń pozwalającą na szybkie zlokalizowanie i usunięcie awarii sieci ciepłowniczych,
 - energetyka rozproszona,
 - stopniowa modernizacja systemu przesyłowego w kierunku niskoparametrowego w przypadku zastosowania instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii (dla nowobudowanych budynków projektowanie instalacji niskotemperaturowych),
- c. paliw gazowych:
- d. energii ze źródeł odnawialnych:
- wykorzystanie systemu monitoringu energii z OZE w celu skutecznego przesyłu oraz zarządzania,
 - optymalizacja systemu transportu biomasy i odpadów komunalnych,
 - wykorzystanie lokalnych źródeł biomasy lub biogazu.
3. Dystrybucja:
- a. energii elektrycznej:
- powszechne zastosowanie inteligentnych liczników ze zdalnym odczytem,
 - dostosowanie sieci Nn do wymagań energetyki prosumenckiej w stopniu umożliwiającym jak najefektywniejsze wykorzystanie energii produkowanej w OZE,
 - zmniejszenie strat przesyłowych w liniach energetycznych sieci dystrybucyjnej poprzez zwiększanie napięcia zasilania, stosowanie przewodów o mniejszej rezystancji, czy też poprawa sposobu zarządzania siecią elektroenergetyczną,
 -
- b. ciepła:
- stosowanie dwufunkcyjnych wymienników ciepła,
 - stosowanie automatyki pogodowej w węzłach ciepłowniczych,
 - modernizacja węzłów ciepłowniczych bezpośrednich na wymiennikowe,
 - modernizacja/wymiana starych węzłów ciepłowniczych,
 - likwidacja stacji grupowych na węzły indywidualne,
 - obniżanie temperatury obliczeniowej w systemach ciepłowniczych,
 - stosowanie autonomicznych systemów niskotemperaturowych,
 - pozyskiwanie nowych odbiorców ciepła z sieci ciepłowniczej,
 - dalszy rozwój miejskiej sieci ciepłowniczej,
 - modernizacja systemu w celu większego wykorzystania systemu oraz ograniczenia strat na przesyśle,
 - likwidacja lub wymiana odcinków sieci ciepłowniczych dużych średnic obciążonych w małym zakresie, co powoduje znaczne straty przesyłowe,
 - wymiana sieci ciepłowniczych o wysokich stratach cieplnych (sieci kanałowe) na sieci ciepłownicze preizolowane o niskim współczynniku strat ciepła,
- c. paliw gazowych:
- zmniejszenie strat gazu w czasie transportu rurociągami poprzez likwidację nieszczelności gazociągów szczególnie na armaturze – dotyczą zarówno samej armatury i jak i jej połączeń z gazociągami (połączenia gwintowane lub przy większych średnicach kołnierzowe),

- wymiana sprężarek na tłoczniach na energooszczędne,
 - modernizacja wewnętrznych sieci gazowych połączona z opomiarowaniem i automatyką regulacyjną, dostosowanie trybu pracy do potrzeb użytkowników,
 - budowa nowoczesnych stacji tankowania gazem LNG i CNG na terenie Miasta,
 - budowa nowoczesnych stacji tankowania wodorem,
 - ograniczenie strat na przesyle poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań minimalizujących straty podczas przeładunku, transportu samochodowego,
- d. energii ze źródeł odnawialnych:
- optymalizacja procesu wykorzystania energii z OZE (regulacja zużycia w trakcie maksymalnej produkcji energii – zmiana zachowań konsumentów),
 - wykorzystanie bezpośrednio prądu stałego produkowanego z OZE do zasilania urządzeń elektrycznych.
4. Magazynowanie:
- a. energii elektrycznej:
- magazynowanie energii elektrycznej w stacjonarnych akumulatorach elektrochemicznych,
 - magazynowanie energii elektrycznej w superkondensatorach,
 - magazynowanie energii elektrycznej w pojazdach elektrycznych,
 - magazynowanie energii elektrycznej w wodrze,
 - magazynowanie energii elektrycznej w kole zamachowym,
- b. ciepła:
- budowa podziemnego magazynu ciepła,
 - budowa magazynów ciepła i chłodu,
- c. paliw gazowych:
- budowa i eksploatacja magazynów gazu ziemnego,
 - budowa i eksploatacja magazynów wodoru,
 - funkcjonowanie terminalu LNG - obróbka gazu, skraplanie, załadunek i magazynowanie LNG na terenie Krakowa bądź sąsiednich miejscowości,
 - budowa stacji tankowania CNG ze sprężarkami, osuszaczem i zbiornikami paliwa przechowywanego pod wysokim ciśnieniem,
5. Użytkowanie u odbiorców końcowych:
- a. energii elektrycznej:
- redukcja strat energii elektrycznej poprzez automatyzację wykorzystania urządzeń dostosowaną do potrzeb użytkownika (systemy BMS (Building Management System)),
 - kompensacja mocy biernej,
 - stosowanie energooszczędnych technologii w procesach produkcyjnych,
 - wykorzystanie energooszczędnych źródeł światła w budynkach oraz do oświetlenia ulic, placów, dróg publicznych, iluminacji budynków itp.,
 - inteligentne sterowanie oświetleniem ulicznym (dostosowywanie poziomów natężenia oświetlenia do aktualnych potrzeb użytkowników i wymogów ustanowionych przez obowiązujące normy),
 - wykorzystanie energooszczędnych technologii w sygnalizacji świetlnej,
 - stosowanie urządzeń energooszczędnych o najwyższej sprawności,

- wymiana sprzętu RTV, AGD, IT na energooszczędny,
 - zmiana nawyków użytkowników i dostosowanie zużycia do faktycznych potrzeb,
 - zmniejszenie zużycia energii elektrycznej niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania systemu zaopatrzenia w media poprzez np. ograniczenie nieszczelności w wodociągach i racjonalne gospodarowanie wodą przez użytkowników końcowych,
- b. ciepła:
- promowanie przedsięwzięć związanych ze zwiększeniem efektywności wykorzystania energii cieplnej (termorenowacja i termomodernizacja oraz wyposażanie w elementy pomiarowe i regulacyjne, wykorzystywanie ciepła odpadowego),
 - termoregulacja programowalna przygrzejnikowa w pomieszczeniach,
 - wprowadzenie systemów rozliczeń za ciepło zużyte do ogrzewania według wskazań liczników zużycia ciepła w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych (z wyjątkiem bloków z pionowym rozprowadzaniem ciepła), modernizacja układów budynkowych c.o. połączona z opomiarowaniem i automatyką regulacyjno-pogodową, w tym wprowadzanie regulacji węzłów „ex ante” z wykorzystaniem prognoz pogody,
 - modernizacja systemów wentylacji i klimatyzacji oraz c.w.u.,
 - obowiązkowe wykonanie audytów energetycznych,
 - stosowanie rozwiązań pozwalających efektywnie wykorzystywać energię ciepłą tj. stosowanie ekranów grzejnikowych,
- c. paliw gazowych:
- zmiana zachowań mieszkańców dotycząca sposobów korzystania z kuchni gazowej (wykonywanie szeregu czynności prowadzących do wzrostu efektywności energetycznej),
 - wykorzystanie wysokosprawnych urządzeń gazowych na przykładzie promiennika podczerwieni,
- d. energii ze źródeł odnawialnych:
- zmiana postaw i zachowań konsumentów wobec energii z OZE skutkująca wzrostem jej wykorzystania – ograniczenie ilości energii oddawanej do sieci (wykorzystywanie energii elektrycznej w okresie maksymalnej produkcji),
 - wprowadzenie systemów kompleksowego zarządzania popytem i podażą i magazynowania energii,
 - zastosowanie technologii „Inteligentnego Budynku”,
 - Rozwój możliwości utworzenia społeczności energetycznych pozwalających na lokalne efektywne zagospodarowanie energii wytworzone z OZE,
- e. możliwości substytucji:
- zwiększenie zastosowania niskoemisyjnych paliw i technologii w systemie transportu publicznego,
 - prowadzenie kampanii informacyjnych i promocyjnych w zakresie szeroko rozumianego zrównoważonego korzystania z energii.

Znaczna część wyszczególnionych działań przyczyni się również do znacznego ograniczenia emisji dwutlenku węgla, a tym samym do spełnienia zobowiązania wypracowanego podczas Krakowskiego Panelu Klimatycznego [24].

W Krakowie podejmuje się wiele działań mających na celu racjonalizację wytwarzania energii i wykorzystanie źródeł odnawialnych. W mieście działa wiele inicjatyw, które mają na celu zwiększenie efektywności energetycznej, zmniejszenie zużycia energii i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych poprzez m.in. termomodernizację zasobów budowlanych, modernizację systemu przesyłowego energii elektrycznej czy gazowej, zwiększenie się liczby instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii, planowanie transformacji systemu ciepłowniczego etc. Część z wymienionych wyżej działań zostały bądź będą w niedalekiej przyszłości wprowadzone. Część działań racjonalizujących nie wdrożonych dotychczas należałoby sukcesywnie wdrażać w życie po uprzednim przygotowaniu szczegółowego opracowania na temat potencjalnych możliwości oraz korzyści.

7. Możliwości wykorzystania kogeneracji oraz efektywnych systemów ciepłowniczych

Zgodnie z art. 18 ust. 1 pkt 5 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2022 poz. 1385 z późn. zm.), do zadań własnych gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe należy: „ocena potencjału wytwarzania energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji oraz efektywnych energetycznie systemów ciepłowniczych lub chłodniczych na obszarze gminy”.

Podstawowym dokumentem ustanawiającym wspólne ramy środków na rzecz promowania efektywności energetycznej na poziomie unijnym jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE. W dyrektywie są stosowane następujące definicje:

- kogeneracja - oznacza równoczesne wytwarzanie energii cieplnej i energii elektrycznej lub mechanicznej w trakcie tego samego procesu,
- wysokosprawna kogeneracja - oznacza kogenerację spełniającą kryteria:
 - produkcja kogeneracyjna w jednostkach kogeneracyjnych zapewnia oszczędność energii pierwotnej w wysokości co najmniej 10% w porównaniu z wartościami referencyjnymi dla rozdzielonej produkcji ciepła i energii elektrycznej,
 - produkcja w małoskalowych jednostkach kogeneracyjnych i jednostkach mikrokogeneracyjnych zapewniająca oszczędność energii pierwotnej może kwalifikować się jako wysokosprawna kogeneracja,
- małoskalowa jednostka kogeneracyjna - oznacza jednostkę kogeneracyjną o mocy zainstalowanej mniejszej niż 1 MWe,
- jednostka mikrokogeneracji - oznacza jednostkę kogeneracyjną o maksymalnej mocy niższej niż 50 kW_e,
- efektywny system ciepłowniczy i chłodniczy - oznacza system ciepłowniczy lub chłodniczy, w którym do produkcji ciepła lub chłodu wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub w co najmniej 50% wykorzystuje się połączenie takiej energii i ciepła.

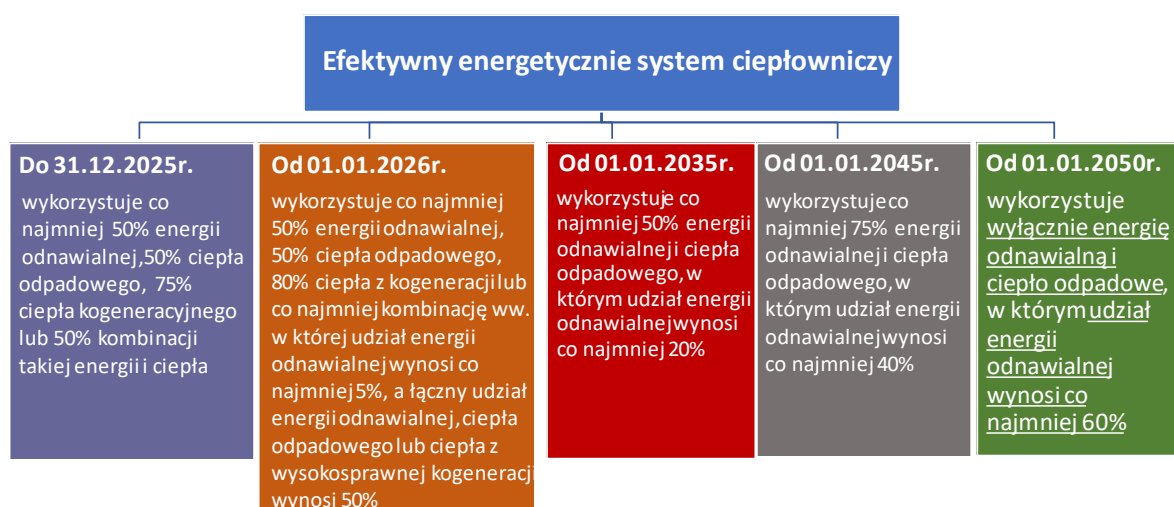
Pakiet „Fit for 55” wprowadza zmiany dotyczące definicji efektywnego systemu ciepłowniczego.

Wprowadzone zostaną szczegółowe kryteria definicji „efektywnego systemu ciepłowniczego i chłodniczego” [3]:

- do dnia 31 grudnia 2025 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 75% ciepło pochodzące z kogeneracji, lub w co najmniej 50% wykorzystuje się połączenie takiej energii i ciepła,
- od dnia 1 stycznia 2026 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 80% ciepło pochodzące z wysokosprawnej kogeneracji, lub co najmniej połączenie takiej energii cieplnej wprowadzanej do sieci, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych

wynosi co najmniej 5%, a całkowity udział energii ze źródeł odnawialnych, ciepła odpadowego lub ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji wynosi co najmniej 50%,

- od dnia 1 stycznia 2035 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 20%,
- od dnia 1 stycznia 2045 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 75% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 40%,
- od dnia 1 stycznia 2050 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się wyłącznie energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 60%.



Rysunek 63 Szczegółowe kryteria definicji "efektywnego systemu ciepłowniczego i chłodniczego" [8].
 Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Zmiana definicji efektywnego systemu ciepłowniczego wymusi na jednostkach wytwarzających energię cieplną inwestycje w instalacje wytwarzające energię cieplną.

Ciepło odpadowe to nadmiar energii cieplnej powstałej na skutek procesu przemysłowego i uwolnienia ciepła. W dyrektywie w sprawie odnawialnych źródeł energii ciepło odpadowe zdefiniowano jako „niemożliwe do uniknięcia ciepło lub chłód, które są wytwarzane jako produkt uboczny w instalacjach przemysłowych lub instalacjach wytwórczych energii lub w sektorze usług i które bez dostępu do systemu ciepłowniczego lub chłodniczego pozostałoby niewykorzystane, rozpraszając się w powietrzu lub w wodzie, w przypadku, gdy jest lub będzie wykorzystywany proces kogeneracji lub gdy kogeneracja nie jest możliwa”.

Odpowiednio do Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2015 poz. 478 z późn. zm.) [9] określa odnawialne źródło energii jako odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów.

Energia elektryczna oraz cieplna wyprodukowana w jednostkach kogeneracyjnych może być wykorzystana na własne potrzeby lub wprowadzona do sieci cieplnej lub elektroenergetycznej. Jednostki kogeneracyjne mogą nie być przyłączone do sieci elektroenergetycznej i pracować

w systemie wyspowym, pokrywając wyłącznie własne potrzeby. Jednak wykorzystanie jednostek kogeneracyjnych do własnych potrzeb wyodrębnionych obiektów lub przedsiębiorstw w trybie wyspowym jest utrudnione ze względu na nierównomierność grafików zapotrzebowania na energię.

W dniu 31 lipca 2017 r. przyjęte zostały tzw. konkluzje BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) [42] wprowadzające restrykcyjne wymogi, w szczególności w zakresie dopuszczalnych wielkości emitowanych zanieczyszczeń. Konkluzje BAT stanowią jeden z rozdziałów tzw. BREF-u (Dokument referencyjny BAT), który zawiera opisy oraz podsumowuje technologie ochrony środowiska. W Dyrektywie ustanawiającej konkluzje BAT dla MCP określono termin na dostosowanie instalacji do nowych norm emisyjnych do 1 stycznia 2025 roku dla obiektów energetycznego spalania o mocy nominalnej powyżej 5 MW, oraz do 1 stycznia 2030 roku dla obiektów o mocy nominalnej do 5 MW. W przypadku przedsiębiorstw, które powinny się dostosować do norm określonych w Konkluzjach BAT dla LCP termin jest krótszy – takie przedsiębiorstwa powinny uruchomić zmodernizowane instalacje oczyszczania spalin dostosowane do nowych norm najpóźniej 4 lata od ukazania się wymienionych Konkluzji, a więc do 17 sierpnia 2021 roku.

Konkluzje BAT warunkowo zwiększają poziomy emisji zanieczyszczeń dla ciepłowni miejskich bądź elektrociepłowni:

- W przypadku emisji NO_x do powietrza ze spalania ciężkiego oleju opałowego lub oleju napędowego w kotłach:
 - W przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej dostarczonej w paliwie obiektu energetycznego spalania poniżej 100 MW, obiekty oddane do użytkowania nie później niż w dniu 27 listopada 2003 r., które są użytkowane < 1 500 godz./rok i w odniesieniu do których SCR lub SNCR nie mają zastosowania, górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 450 mg/Nm³.
 - W przypadku kotłów przemysłowych i ciepłowni miejskich > 100 MW oddanych do użytkowania nie później niż w dniu 27 listopada 2003 r., które są użytkowane < 1 500 godz./rok i w odniesieniu do których SCR lub SNCR nie mają zastosowania, górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 365 mg/Nm³.
- W przypadku emisji SO₂ do powietrza ze spalania ciężkiego oleju opałowego lub oleju napędowego w kotłach:
 - W przypadku kotłów przemysłowych i ciepłowni miejskich oddanych do użytkowania nie później niż w dniu 27 listopada 2003 r. i użytkowanych < 1 500 godz./rok, górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 400 mg/Nm³.
 - W przypadku kotłów przemysłowych i ciepłowni miejskich oddanych do użytkowania nie później niż w dniu 27 listopada 2003 r., które są użytkowane < 1 500 godz./rok i w odniesieniu do których mokre IOS nie ma zastosowania, górna granica zakresu BAT-AEL wynosi 200 mg/Nm³.

Produkcja energii elektrycznej lub cieplnej nieustannie jest związana z wyprowadzeniem energii do sieci i powinna być uregulowana względem obowiązującego prawa. Podstawowym organem regulacyjnym w szerokorozumianej sferze energetyki jest Urząd Regulacji Energetyki (URE) będący centralnym organem administracji państwowej regulującym rynek energii. Działania podejmowane przez niezależny organ regulacyjny skierowane są na wypełnienie celu wytyczonego przez ustawodawcę, a zmierzającego do tworzenia warunków do zrównoważonego rozwoju kraju, zapewnienia

bezpieczeństwa energetycznego, oszczędnego i racjonalnego użytkowania paliw i energii, rozwoju konkurencji, przeciwdziałania negatywnym skutkom naturalnych monopolii, uwzględniania wymogów ochrony środowiska, zobowiązań wynikających z umów międzynarodowych oraz równoważenia interesów przedsiębiorstw energetycznych i odbiorców paliw i energii. Prezes URE ma kompetencje do wydawania i cofania koncesji; zatwierdza i kontroluje stosowanie taryf paliw gazowych, energii elektrycznej i ciepła; analizuje i weryfikuje koszty przyjmowanych przez przedsiębiorstwa energetyczne jako uzasadnione do kalkulacji cen i stawek opłat w taryfach; m.in. kontroluje obowiązek zakupu energii wytworzonej w źródłach odnawialnych; realizuje działania przyczyniające się do zmniejszania strat energii, zwłaszcza energii cieplnej.

Prowadzenie działalności związanej z wytwarzaniem oraz sprzedażą energii w każdej postaci jest związane z uzyskaniem m.in. koncesji na wytwarzanie lub obrót energią, ustalenia taryf, sporządzenia raportów do różnorodnych organów nadzorujących, spełnienie innych wymogów formalnych. Nie wymaga uzyskania koncesji m.in. wytwarzanie ciepła w źródłach o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej nieprzekraczającej 5 MW. Wraz z tym prowadzenie podobnej działalności wymaga posiadania dobrej kondycji finansowej, wykwalifikowanego zespołu oraz możliwości zabezpieczenia prowadzenia pracy w długofalowej perspektywie. W odniesieniu do powyższego należy podkreślić, że jednostka samorządu terytorialnego, jako samodzielny podmiot nie może wprost uczestniczyć w tych procesach. Jednak prowadzenie tej działalności może być przełożone na wyodrębniony podmiot specjalnie utworzony w tym celu.

Na terenie miasta Kraków funkcjonuje kilka podmiotów powiązanych z jednostką samorządu terytorialnego prowadzących działalność objętą koncesją:

- Krakowski Holding Komunalny Spółka Akcyjna, Nr WEE/4780/24465/W/DSW/2016/RR. Przedmiot działalności objętej koncesją stanowi działalność gospodarcza polegająca na wytwarzaniu energii elektrycznej w instalacji odnawialnego źródła energii, instalacji termicznego przekształcania odpadów (ITPO), stanowiącej jednostkę kogeneracji (TPU), o mocy zainstalowanej elektrycznej 16,900 MW. Energia elektryczna wytworzona z ulegającej biodegradacji części odpadów o kodach: 20 03 01 i 19 12 12 pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Odpowiednio do warunków wydanej decyzji wytworzona energia może zostać zakwalifikowana do energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii wyłącznie po spełnieniu wymagań określonych w przepisach o odpadach w zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów oraz wymagań przewidzianych w ustawie o odnawialnych źródłach energii, a także wydanych na jej podstawie przepisach wykonawczych,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Spółka Akcyjna:
 - Nr OCC/61/215/U/OT-3/98/JP. Przedmiot działalności objętej niniejszą koncesją stanowi działalność gospodarcza polegająca na obrocie ciepłem zakupionym w trzech obcych źródłach, na potrzeby odbiorców zlokalizowanych na terenie miasta Krakowa oraz gmin ościennych,
 - Nr PCC/185/215/U/OT-3/98/JP z dnia 5 października 1998r. (przesyłanie i dystrybucja ciepła),
 - Nr WCC/170/215/U/OT-3/98/JP z dnia 5 października 1998 r. (wytwarzanie ciepła),
- Wodociągi Miasta Krakowa Spółka Akcyjna z siedzibą w Krakowie, Nr WEE/1138/13988/W/3/2008/HI. Przedmiot działalności objętej koncesją stanowi działalność gospodarcza polegająca na wytwarzaniu energii elektrycznej w instalacji

odnawialnego źródła energii, elektrowni biogazowej (BGO), o łącznej mocy zainstalowanej 1,600 MW (2 x 0,800 MW), wytwarzającej energię elektryczną w jednostce kogeneracji, przy użyciu dwóch silników spalinowych (SSP), zlokalizowanej na terenie Oczyszczalni Ścieków Płaszów. Odpowiednio do warunków wydanej decyzji energia elektryczna wytworzona z biogazu w instalacji odnawialnego źródła energii może zostać zakwalifikowana do energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii wyłącznie po spełnieniu wymagań określonych w ustawie z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2021 r. poz. 610 ze zm.), a także w wydanych na jej podstawie przepisach wykonawczych. Energia elektryczna wytworzona w ww. jednostce kogeneracji, może zostać zakwalifikowana do energii elektrycznej wytworzonej z wysokosprawnej kogeneracji wyłącznie po spełnieniu wymagań określonych w ustawie z dnia 14 grudnia 2018 r. o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji (Dz. U. z 2021 r. poz. 144 ze zm.), a także w wydanych na jej podstawie przepisach wykonawczych.

Dostawcami ciepła do miejskiego systemu ciepłowniczego są trzy przedsiębiorstwa energetyczne: PGE Energia Ciepła S.A. (72,18% udziału mocy zamówionej), CEZ Skawina S.A. (25,32% udziału mocy zamówionej) ZTPO (2,5% udziału mocy zamówionej). Wszystkie podmioty dostarczają ciepło do sieci ciepłnej, której nośnikiem jest gorąca woda.

Krakowski oddział PGE EC SA jest największym producentem ciepła i energii elektrycznej dla miasta. z roczną produkcją około 1 621 082 MWh energii elektrycznej i 2 430 202 MWh ciepła. Elektrociepłownia jest sygnatariuszem Porozumienia o Ograniczaniu Niskiej Emisji w Krakowie. Ma też zawartą z władzami miasta Umowę o Zrównoważonym Rozwoju Krakowa. Elektrociepłownia wyposażona jest w 4 bloki energetyczne i kotły olejowe HOB. Łączna zainstalowana moc elektryczna wynosi 480 MWe, a moc cieplna 1 644 MWt.

Elektrownia CEZ Skawina S.A. wyposażona jest w 8 kotłów parowych opalanych węglem kamiennym. Energia elektryczna, wytwarzana w 4 turbozespołach o łącznej mocy zainstalowanej 440 MWe, przekazywana jest do sieci elektroenergetycznej 110 kV i 220 kV. Moc cieplna osiągalna przez wymienniki ciepłownicze wynosi 655 MWt.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie (Ekospalarnia) został wybudowany jako odpowiedź na potrzeby ekologiczne Krakowa stanowiąc część projektu pn. „Program gospodarki odpadami komunalnymi w Krakowie”. Spalanie odpadów odbywa się w sposób ciągły na 2 równoległych liniach, każdej o wydajności nominalnej 15,5 t/h. Zapewnia się przy tym odzysk energii zawartej w odpadach, produkcję i przesyłanie do sieci energii elektrycznej oraz ciepłej w procesie kogeneracji, tj. 65 tys. MWh energii elektrycznej, 270 tys. MWh energii ciepłej.

W 2021 roku udział produkcji energii cieplnej w wysokosprawnej kogeneracji w głównych jednostkach wytwórczych wynosił: PGE Energia Ciepła S.A. – około 98,1%, CEZ Skawina S.A. – około 93%, ZTPO w Krakowie (Ekospalarnia) – 99%, z czego wynika, że udział ciepła wytworzonego z wysokosprawnej kogeneracji jest na dość wysokim poziomie. Należy jednak pamiętać o tym, że podstawowym paliwem wykorzystywanym w źródłach systemowych jest węgiel kamienny. Osiągnięcia celów neutralności klimatycznej w najbliższych latach jest nie możliwe bez wykorzystania bezemisyjnych źródeł energii pierwotnej. z uwagi na brak obecnie dostępnych jednostek kogeneracyjnych całkowicie zasilanych wodorem jedynym obecnie dostępnym bezemisyjnym paliwem jest biogaz pozyskany np. z biomasy z terenów zielonych, składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków. Jednak możliwości produkcji biogazu na terenie miasta są ograniczone wieloma czynnikami, a zapotrzebowanie na energię jest znacznie

większe od możliwości produkcji. Dodatkowo z uwagi na zachodzący proces spalania, kogeneratory uważane za wysokotemperaturowe źródła energii cieplnej. W przypadku stosowania tłokowych silników temperatura czynnika grzewczego będzie wynosić około 90°C, a w przypadku stosowania układów odzysku ciepła, temperatura czynnika grzewczego może sięgnąć nawet 115°C. Główną zaletą obecnie stosowanych jednostek kogeneracyjnych jest ich mobilność (np. rozwiązania kontenerowe) oraz unifikacja w ramach jednego producenta.

W dążeniu do uzyskania neutralności klimatycznej na terenie miasta Kraków jednostki kogeneracyjne zasilane biogazem mogą być stosowane w okresie przejściowym (do 2030 - 2035 roku) lub dla podniesienia temperatury czynnika grzewczego u odbiorcy końcowego (tam, gdzie to jest wymagane, np. budynki nieprzystosowane do zasilania z niskotemperaturowej sieci cieplnej, przemysł, usługi etc.). Dodatkowo, w przypadku zlokalizowania jednostek kogeneracyjnych przy odbiorcy, należy przewidzieć możliwość wykonania gazociągu od miejsca wytwarzania biogazu do jednostki kogeneracyjnej, co może być bardzo utrudnione z powodu znacznej urbanizacji terenów, przez które mogą przebiegać przewody. Należy również zaznaczyć, że spowoduje to wzrost jednostkowej emisyjności ze względu na niższą sprawność takich jednostek. Dodatkowo, przy zastosowaniu tego rozwiązania, przewidywany jest wzrost nakładów inwestycyjnych spowodowanych szeregiem inwestycji liniowych koniecznych do przeprowadzenia. Ze względu na znaczny strumień generowanych odpadów przez Miasto Kraków (średni odbiór odpadów kuchennych wnosi około 22 tys. ton/rok, średni odbiór odpadów częściowo organicznych wynosi około 50 tys. ton/rok) budowa nowoczesnej biogazowni pozwoliłaby na zagospodarowanie oraz uzyskanie znacznej ilości energii, którą następnie można wykorzystać. Należy przeprowadzić szczegółową analizę możliwości budowy nowoczesnej oraz nie uciążliwej dla mieszkańców biogazowni wykorzystującej jako źródło energii stały strumień odpadów.

W obecnej praktyce ciepłowniczej, relatywnie duże wolumeny energii odpadowej z procesów technicznych (np. chłodzenia i klimatyzacji) lub energii odnawialnej (energia słoneczna) pozostają niewykorzystane. Wykorzystanie energii odpadowej w systemach ciepłowniczych jest możliwe tylko przy założeniu, że system jest niskotemperaturowy, a temperatura czynnika grzewczego nie przekracza 60-65°C. W przypadku dostosowania instalacji wewnętrznych w budynkach istniejących, wiąże się to ze znacznymi nakładami inwestycyjnymi oraz w części budynków ograniczenia techniczne będą uniemożliwiały zmianę. W przypadku nowszego budownictwa, w znacznej części budynków nie będzie potrzeby zmiany.

8. Możliwości wykorzystania energii odpadowej i OZE

8.1. Ciepło odpadowe z instalacji przemysłowych

Kraków to ważny ośrodek przemysłowy w Polsce, z różnymi sektorami przemysłu reprezentowanymi w regionie. Najważniejsze branże przemysłu to:

- przemysł spożywczy - w Krakowie działa wiele firm z branży spożywczej, w tym producenci słodczy, przetworów mięsnych, produktów mlecznych i piekarniczych,
- przemysł farmaceutyczny - Kraków to również ważny ośrodek przemysłu farmaceutycznego, z produkcją leków i innych produktów farmaceutycznych,
- przemysł IT - w Krakowie rozwija się również przemysł IT, z firmami zajmującymi się projektowaniem oprogramowania, tworzeniem gier, projektowaniem stron internetowych i usług w chmurze,
- przemysł tytoniowy.

Ze względu na wiele sektorów przemysłu działających na terenie Krakowa potencjał odzysku ciepła odpadowego można określić na istotny. Istnieje wiele możliwości odzysku ciepła odpadowego. Najpopularniejszym z nich jest zastosowanie rekuperacji ciepła z procesów produkcyjnych - w przypadku procesów produkcyjnych, w których stosuje się urządzenia chłodzące, np. chłodnice, chłodnie wodne, kompresory, itp. można zastosować wymienniki ciepła, które umożliwią odzyskanie ciepła odpadowego i wykorzystanie go do ogrzewania wody lub powietrza w budynku. Jednym z potencjalnych miejsc, które należy rozważyć do instalacji rekuperatorów jest huta w Krakowie. Rekuperację ciepła można również przeprowadzać w serwerowniach. Serwerownie generują dużo ciepła, co wynika z pracy wielu urządzeń, takich jak serwery, routery, switch'e, itp. Na chwilę obecną określenie dokładnej ilości ciepła odpadowego wiązałoby się ze znacznym błędem. W celu określenia dokładnego potencjału odzysku ciepła odpadowego wymagane jest przeprowadzenie szczegółowych analiz dotyczących możliwości wykorzystania ciepła odpadowego w systemie ciepłowniczym. Dodatkowo należałoby przeanalizować możliwość wykorzystania ciepła odpadowego niskotemperaturowego. W celu wykorzystania ciepła odpadowego w systemie ciepłowniczym wymagana jest znacząca ingerencja w parametry techniczne systemu m.in. obniżenie temperatury pracy systemu, co wiązałoby się z wieloma trudnościami technicznymi oraz znacznymi nakładami finansowymi.

8.2. Odnawialne źródła energii

8.2.1. Energia słońca

Energia słoneczna może być wykorzystywana przy pomocy kolektorów słonecznych lub paneli fotowoltaicznych. Nasłonecznienie, rozumiane jako ilość energii promieniowania całkowitego dopływającego na dowolnie nachyloną powierzchnię, waha się w Krakowie od 300 W/m² w grudniu do 870 W/m² w czerwcu, przeciętne roczne sumaryczne promieniowanie oscyluje na poziomie ok. 1037 kWh/m²/rok. Średnia roczna suma usłonecznienia to około 1555 godzin [36]. Analiza potencjału solarnego dachów wykazała, że do nieco ponad połowy (51.1%) budynków w Krakowie w ciągu roku dociera średnio na 1 m² powierzchni użytecznej dachu od 800 do 1000 kWh/m² całkowitego promieniowania słonecznego. W sumie w ciągu roku do powierzchni użytecznej dachów w Krakowie

dociera 13.8 TWh energii słonecznej [37]. Są to warunki, które pozwalają na zadowalający uzysk energii ze źródeł wykorzystujących energię słoneczną.

Na terenie Miasta systematycznie wzrasta liczba i moc zainstalowanych mikroinstalacji.

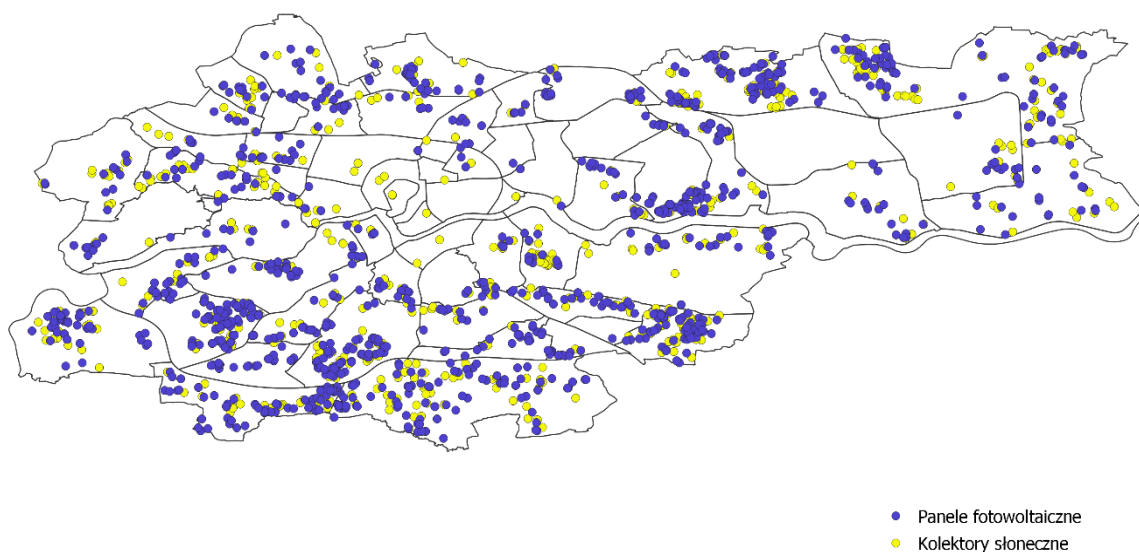
Tabela 63 Liczba oraz moc mikroinstalacji PV w latach 2016-2021.

Mikroinstalacje	Jedn.	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liczba instalacji na koniec danego roku	szt.	91	177	351	1 166	3 627	6 853
Moc na koniec roku	kW	495	1 122	2 357	8 234	24 837	50 000
Wskaźnik jednostkowy mocy instalacji	kW/szt.	5,4	6,3	6,7	7,1	6,8	7,3
Różnica między latami (liczba przyłączonych w danym roku)	szt.	72	86	174	815	2 461	3 226
Różnica między latami (moc w danym roku)	kW	413	627	1 235	5 878	16 453	25 163

Źródło: Informacje uzyskane od TAURON Dystrybucja S.A.

W 2021 r. na terenie Miasta oprócz wyżej wymienionych instalacji znajdowały się 4 instalacje fotowoltaiczne o mocy powyżej 50 kW. Łączna moc zainstalowana instalacji wynosi 248,08 kW (stan na 31.12.2021 r.). Instalacje podłączone są do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.

Na obiektach należących do GMK, spółek i jednostek miejskich działa obecnie 21 instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 899,545 kW. W fazie realizacji jest 5 instalacji o mocy 177 kW, a kolejnych 3 jest planowanych (stan na 31.12.2021 r.). W GMK jest planowany montaż kolejnych instalacji fotowoltaicznych.



Rysunek 64 Zainstalowane panele fotowoltaiczne oraz kolektory słoneczne na terenie Krakowa w 2021 r.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych uzyskanych od Urzędu Miasta Krakowa.

8.2.2. Energia wody i ścieków

Przez Miasto Kraków przepływa rzeka Wisła wraz z jej dopływami lewobrzeżnymi: Sanka, Rudawa, Prądnik (zwany w obrębie Krakowa Białużą), Łęgówka, Dłubnia, Kanał Suchy Jar (Kanał) i Potok Kościelnicki, oraz prawobrzeżnymi: Skawinka, Sidzinka, Potok Kostrzecki, Potok Pychowicki, Wilga oraz Serafa (której odcinek ujściowy znajduje się poza Krakowem). Największe przepływy pozwalające na działanie elektrowni wodnej są na Wiśle, na której w granicach miasta zlokalizowane są 2 elektrownie wodne: Dąbie i Przewóz. Obie elektrownie należą do firmy TAURON Dystrybucja S.A. Ich charakterystyka znajduje się poniżej.

- Elektrownia wodna Przewóz - Jest to elektrownia przepływowa. Przekazano ją do eksploatacji w roku 1954. W okresie dużych przepływów wody Wisły, z uwagi na popiętrzenie poziomu wody dolnej, elektrownia zostaje odstawiona na czas przechodzenia fali powodziowej. Elektrownia ta została zmodernizowana w 2011 r. w elektrowni działają dwie turbiny typu Kaplan o mocy 2,16 MW każda.
- Elektrownia wodna Dąbie – jest elektrownią przepływową, która obecnie pełni kilka funkcji jest zaporą, służą, przepławką dla ryb oraz elektrownią wodną o mocy 3,2 MW zmodernizowaną w latach 2004 i 2005. Stopień wodny nie tylko ułatwia żeglugę na Wiśle w centrum Krakowa, ale także hamuje procesy erozji dennej, jakie zachodzą na tym odcinku od czasu jego uregulowania i znacznego skrócenia poprzez likwidację meandrów. Erozja ta mogłaby stanowić zagrożenie dla bulwarów i mostów w Krakowie. Tymczasem, podwyższenie lustra wody podniosło walory krajobrazowe rzeki w centrum miasta, zwiększając atrakcyjność bulwarów wiślanych.

Dodatkowo na terenie Oczyszczalni Płaszów znajduje się turbina wodna pracująca nieprzerwanie od 2017 r. Produkowana energia jest w całości zużyta na potrzeby własne WMK.

W Krakowie zlokalizowane są dwie oczyszczalnie ścieków, których potencjał energetyczny do wyprowadzenia ciepła to odpowiednio: dla oczyszczalni Płaszów – ok. 50 MWt (bliska odległość do magistrali ciepłowniczej DN700), dla oczyszczalni Kujawy – ok. 15 MWt (bliska odległość do ciepłociągu DN400). Możliwości w zakresie wyprowadzenia ciepła z oczyszczalni ścieków są na dzień dzisiejszy ograniczone z uwagi na hydraulikę sieci ciepłowniczej i zasilanie tego obszaru z instalacji ZTPO.

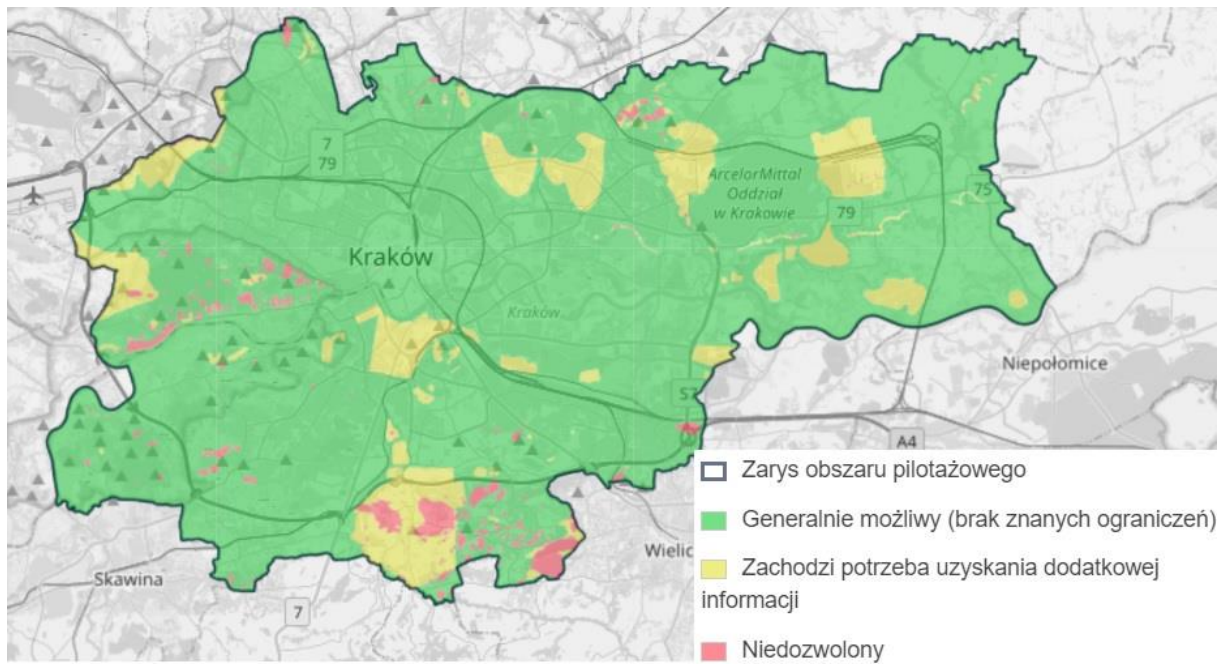
Na terenie EC Kraków planuje się również zabudowę instalacji opartych o pompy ciepła o mocy ok. 100 MWt z dolnym źródłem w rzece. Potencjał Wisły na wysokości Miasta Krakowa pod kątem zastosowania wielkogabarytowych pomp ciepła jest ograniczony możliwością podwyższenia temperatury wody w rzece w lecie i zbyt niską temperaturą wody w zimie.

Oprócz powyższych, tuż przy zachodniej granicy Krakowa w gminie Liszki, na Wiśle na stopniu wodnym Kościuszko zlokalizowana jest należąca do Fundacji im. ks. Siemaszki elektrownia wodna o mocy ok. 3 MW.

8.2.3. Energia geotermalna

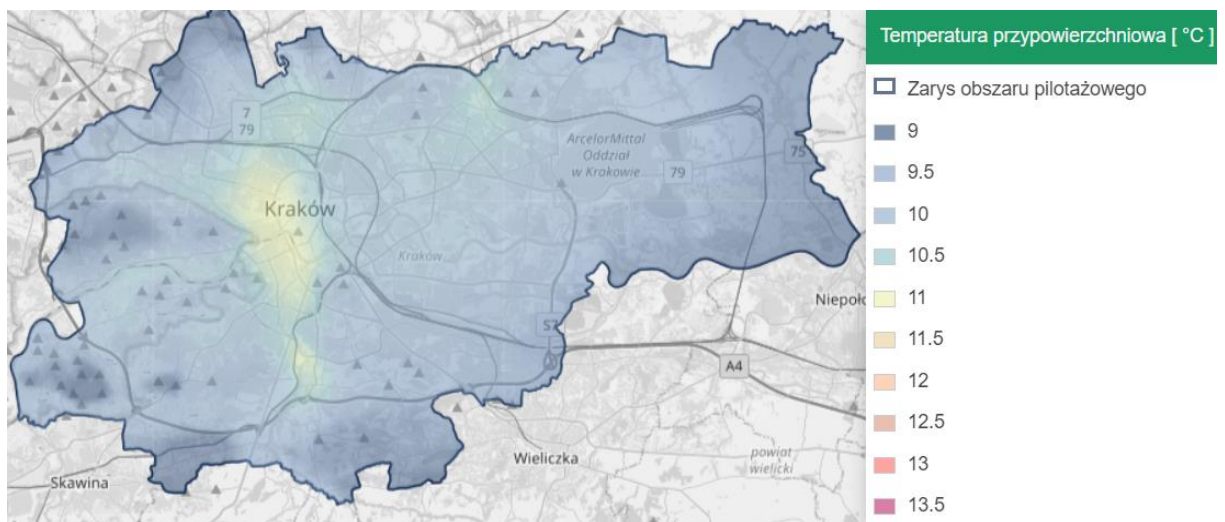
Energia geotermalna to energia ciepła ze skał, wody i gruntu znajdujących się pod powierzchnią Ziemi.

Potencjał występowania płytkiej geotermii na terenie Krakowa został oszacowany podczas prac międzynarodowego projektu GeoPLASMA-CE. Projekt był realizowany w latach 2016 - 2019 w ramach Interreg Central Europe. Rysunek 65 przedstawia obszary, gdzie występuje możliwość montażu instalacji geotermalnej pompy ciepła systemu zamkniętego.



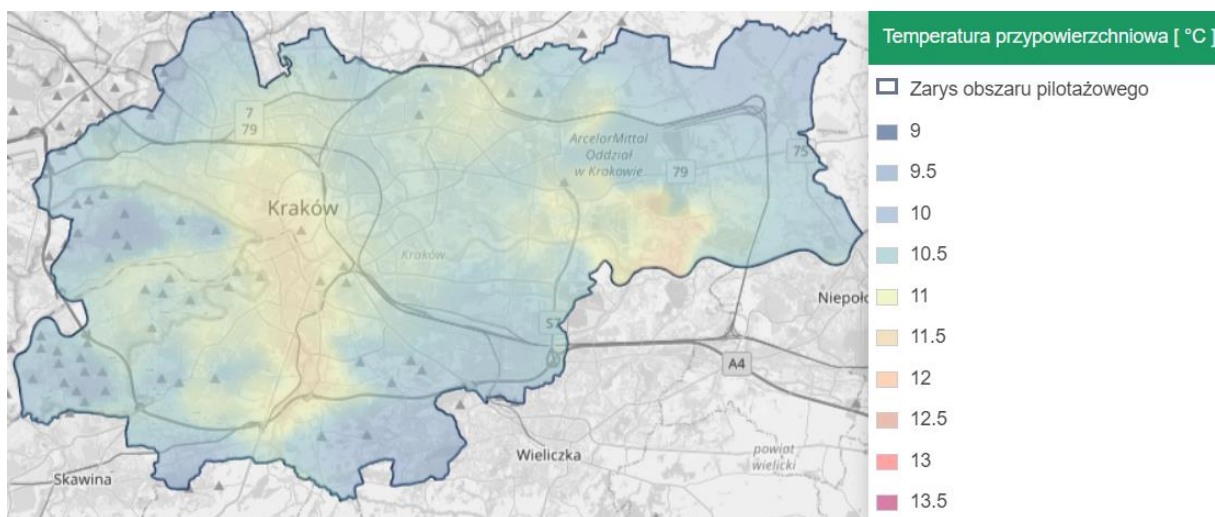
Rysunek 65 Określenie obszarów występowania możliwości montażu instalacji geotermalnej pompy ciepła systemu zamkniętego.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>.



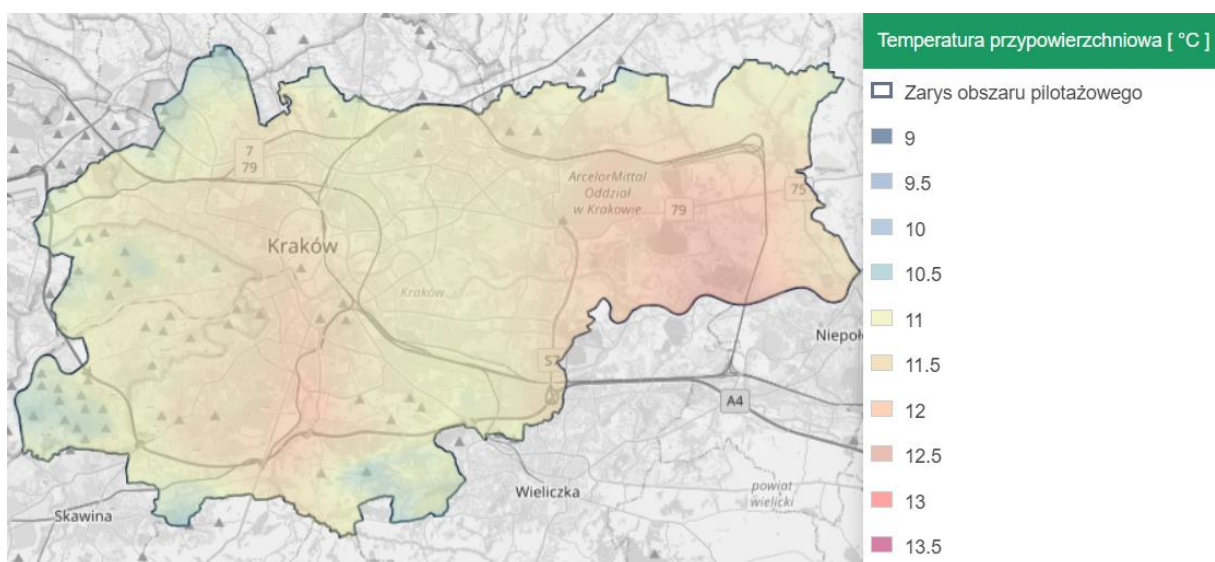
Rysunek 66 Temperatura podpowierzchniowa dla przedziału głębokości 0 - 50 m.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>.



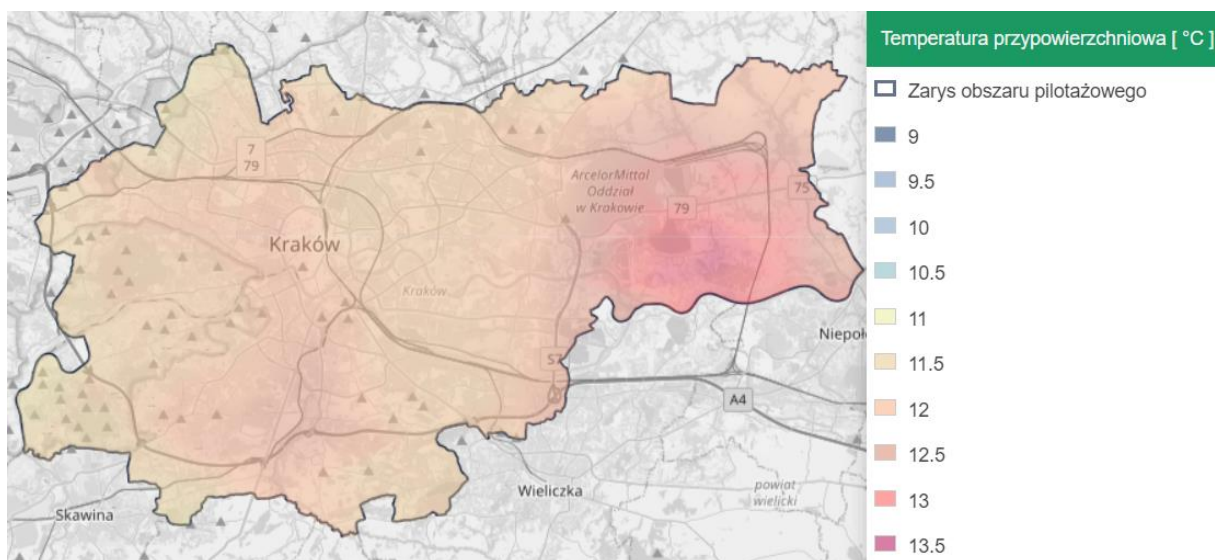
Rysunek 67 Temperatura podpowierzchniowa dla przedziału głębokości 0 - 100 m.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>.



Rysunek 68 Temperatura podpowierzchniowa dla przedziału głębokości 0 - 150 m.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>



Rysunek 69 Temperatura podpowierzchniowa dla przedziału głębokości 0 - 200 m.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>

Co prawda, jak podają autorzy portalu GeoPLASMA-CE, dane przedstawione na mapach dotyczą płytkiej geotermii i są wiarygodne tylko dla małych, domowych instalacji do 30 kW mocy grzewczej, ale i tak można przyjąć na podstawie przeprowadzonych analiz w ramach programu, że na terenie Krakowa istnieją możliwości wykorzystania płytkiej energii geotermalnej do celów grzewczych.

Oszacowanie pełnego potencjału energii geotermalnej głębokiej na terenie GMK wymaga dodatkowych analiz i wykracza poza zakres niniejszego opracowania. Nie mniej badania prowadzone przez zespół GeoPLASMA-CE doprowadziły również do wytypowania lokalizacji, w których możliwe jest zastosowanie głębokiej geotermii. Są to m.in. okolice Przylasku Rusieckiego. Planowane jest wykonanie odwiertu Kraków GT-1 do głębokości około 1820 m. Celem geologicznym jest ujęcie złoża wód termalnych w utworach dewonu o przewidywanej wydajności ok. 55 m³/h i temperaturze w złożu ok. 55°C (53°C na wyływie). Mineralizacja ogólna wody termalnej wynosi ok. 90 – 100 g/dm³.

Tabela 64 Przewidywane parametry techniczne planowanego odwiertu hydrogeologicznego Kraków GT-1.

Parametr	Zbiornik dewonu
Typ zbiornika	szczelinowo-krasowy
Przewidywana głębokość końcowa otworu [m]	1820
Głębokość interwału wodonośnego H (strop/spąg) [m p.p.t.]	<u>1 500</u> 1 800
Głębokość zwierciadła statycznego wody [m p.p.t.]	180 <i>subartezyjskie</i>
Współczynnik filtracji [m/s]	3×10^{-6}
Mineralizacja wody złożowej M [kg/m ³]	100
Mięższość całkowita wydzielenia m [m]	1 100
Sumaryczna mięższość utworów wodonośnych m_p [m]	400
Temperatura w złożu/na wyływie [°C]	55/53
Długość robocza filtra L [m]	300
Średnica zewn. filtra eksploatacyjnego φ [cal]	6 ⁵ / ₈
Depresja eksploatacyjna otworu S [m]	15
Promień leja depresji	75
Wydajność ujęcia Qz^* [m ³ /h]	55*

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

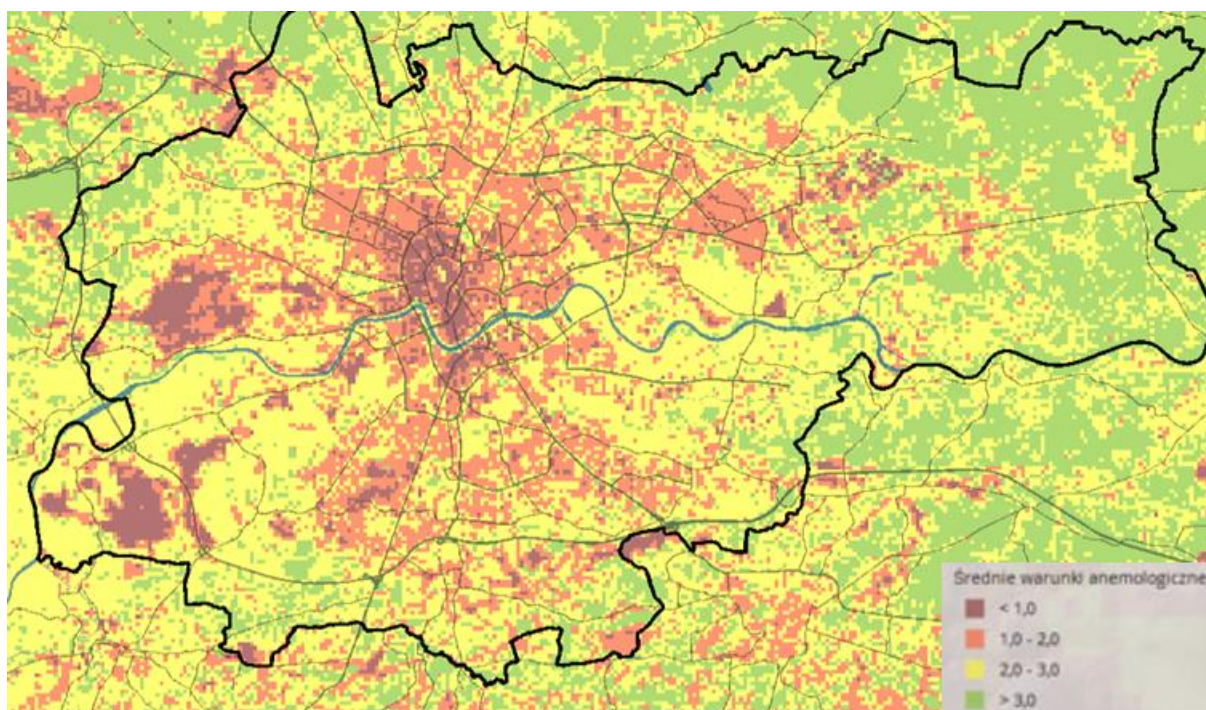
Na terenie miasta planowany jest dalszy rozwój mniejszych instalacji wykorzystujących energię z ziemi. Realizacja projektu GeoPLASMA-CE pokazała, że zdecydowana większość terenów Gminy Miejskiej

Kraków nie posiada znaczących ograniczeń co do wykorzystania gruntowych pomp ciepła o mocy grzewczej do 30 kW. Obecnie na terenie GMK znajduje się około 13 gruntowych pomp ciepła (dane dostarczone przez Urząd Miasta Krakowa). Prawdopodobnie są to tylko pompy ciepła na które otrzymano dotacje. Rzeczywista liczba pomp ciepła jest prawdopodobnie znacząco wyższa. W najbliższych latach prognozuje się wzrost liczby gruntowych pomp ciepła na terenie GMK ze względu na brak znaczących przeciwwskazań. Wykorzystanie gruntowych pomp ciepła jest również możliwe w ciepłownictwie, co może stanowić potencjalną odpowiedź na wyzwania stojące przed MPEC S.A. w Krakowie. Jednak należy mieć świadomość że wiąże się to ze znacznymi nakładami inwestycyjnymi na wykonanie odwiertów.

8.2.4. Energia wiatru

Ze względu na szereg niekorzystnych warunków m.in. mała średnia prędkość wiatru (średnia roczna prędkość wiatru w latach 1990 - 2021 wynosiła 2,9 m/s na wysokości 10 m n.p.t.) (Tabela 64), brak terenów umożliwiających budowę turbin wiatrowych oraz gęstą zabudowę, na terenie miasta istnieją niekorzystne warunki do wykorzystywania energii wiatru w elektrowniach wiatrowych. Wykorzystywane są jedynie małe instalacje zasilające np. oświetlenie uliczne, znaki drogowe.

Rysunek 70 przedstawia mapę anemologiczną Krakowa. Mapa anemologiczna to mapa przedstawiająca rozkład prędkości i kierunków wiatru w danym obszarze w określonym czasie. Takie mapy są tworzone na podstawie danych z pomiarów meteorologicznych, przeprowadzanych przez stacje meteorologiczne, boje oceanograficzne, balony meteorologiczne, samoloty i satelity.



Rysunek 70 Mapa anemologiczna Krakowa.

Źródło: Projekt Monit-Air.

Tabela 65 Średnia miesięczna i roczna prędkość wiatru na stacji Kraków Balice w latach 1951-2021.

Lata	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
	[m/s]												
1951-1980	3,10	3,30	3,70	3,20	2,90	2,70	2,60	2,30	2,50	2,70	3,10	3,10	2,90
1961-1990	3,10	3,30	3,60	3,20	2,70	2,70	2,50	2,20	2,40	2,60	3,10	3,10	2,90
1971-2000	3,00	3,10	3,30	2,90	2,50	2,40	2,30	2,00	2,20	2,40	2,80	2,90	2,60
1981-2010	3,10	3,20	3,30	2,80	2,50	2,50	2,30	2,10	2,30	2,30	2,80	2,90	2,70
1991-2020	3,30	3,30	3,50	3,10	2,70	2,70	2,60	2,30	2,50	2,60	2,80	3,00	2,90
2001-2021	3,40	3,40	3,50	3,20	2,90	2,90	2,80	2,40	2,60	2,70	3,00	3,20	3,00

Źródło: <https://meteomodel.pl/>.

8.2.5. Energia z biomasy

Biomasa to ulegająca biodegradacji substancja pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. W celach energetycznych najczęściej wykorzystywana jest biomasa w formie: drewna, roślin energetycznych, odpadów organicznych (np. wyśtodki buraczane, łodygi kukurydzy, trawy, lucerny), odchodów zwierząt, osadów ściekowych, odpadów komunalnych. Biogaz to gaz powstały w wyniku fermentacji materii organicznej, takiej jak składowane odpady organiczne, resztki roślinne lub odchody zwierząt. Biogaz składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla, ale zawiera także inne gazy, takie jak wodór, tlen i azot. Biogaz można podzielić na dwa rodzaje: biogaz składowiskowy oraz biogaz uzyskiwany z osadów ściekowych. Biogaz składowiskowy jest gazem, który powstaje w wyniku naturalnego procesu rozkładu odpadów organicznych składowanych na składowisku odpadów. Biogaz ten składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla. Proces rozkładu odpadów zachodzi w warunkach beztlenowych, co oznacza, że w składowiskach, gdzie odpady są składowane na dużą głębokość, tlen jest ograniczony, a w wyniku tego mikroorganizmy przeprowadzają proces fermentacji, którego produktem jest biogaz składowiskowy. Aby biogaz składowiskowy mógł zostać wykorzystany jako źródło energii, musi zostać poddany oczyszczeniu i przetworzeniu. W przypadku zastosowania jako paliwo do samochodów lub do sieci gazowej, biogaz składowiskowy musi być oczyszczony z wody, siarkowodoru i innych zanieczyszczeń. W elektrowniach gazowych lub kogeneracyjnych biogaz składowiskowy jest spalany w specjalnie przystosowanych kotłach, co pozwala na uzyskanie energii cieplnej i elektrycznej.

Biogaz pozyskiwany z osadów ściekowych to gaz, który powstaje w wyniku procesu fermentacji osadów ściekowych w warunkach beztlenowych. Osady ściekowe powstają jako produkt uboczny procesu oczyszczania ścieków w oczyszczalniach ścieków. Zawierają one znaczące ilości materii organicznej, która pod wpływem bakterii beztlenowych ulega fermentacji, w wyniku której powstaje biogaz. Podobnie jak w przypadku biogazu składowiskowego, biogaz z osadów ściekowych musi być poddany oczyszczeniu i przetworzeniu przed wykorzystaniem jako źródło energii. W tym celu biogaz jest poddawany procesom oczyszczania, takim jak usuwanie wilgoci, dwutlenku węgla, siarkowodoru i innych zanieczyszczeń. Oczyszczony biogaz może być wykorzystany do produkcji ciepła i energii elektrycznej w elektrowniach gazowych lub kogeneracyjnych, a także jako paliwo do pojazdów lub do sieci gazowej.

Energia z biomasy na terenie miasta produkowana jest w 5 instalacjach o mocy powyżej 50 kW. Są to źródła produkujące energię elektryczną oraz przyłączone do sieci TAURON Dystrybucja S.A. W okolicy Krakowa zlokalizowanych jest kilka zakładów biogazowych, które wykorzystują odpady organiczne takie jak szlam ściekowy, odpady rolnicze oraz odpady spożywcze do produkcji biogazu.

Charakterystykę źródeł wykorzystujących biogaz do produkcji energii przedstawia Tabela 66.

Tabela 66 Źródła wykorzystujące biogaz do produkcji energii elektrycznej w latach 2016-2020.

Źródło wytwórcze	Jedn.	Energia uzyskana w poszczególnych latach				
		2016	2017	2018	2019	2020*
Ilość energii elektrycznej zużytej we wszystkich punktach poboru	MWh	6 732	6 720	6 962	7 376	7 307
Ilość wytworzonej energii elektrycznej z biogazu		4 937	4 272	3 279	2 890	2 347
Procent zużycia energii z biogazu w całościowym zużyciu energii w WMK S.A.	%	73	64	47	39	32
Ilość energii elektrycznej z biogazu zużytej na potrzeby własne	MWh	3 724	3 380	2 883	2 630	2 256

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych uzyskanych od WMK S.A.

* - brak danych dla 2021 r.

Produkowana energia elektryczna w całości zużywana jest na potrzeby własne WMK S.A. Spółki dążą do osiągnięcia samowystarczalności w kwestii zaopatrzenia w ciepło, wynikową tego będzie prawdopodobnie wzrost ilości energii wyprodukowanej przy użyciu biogazu w przyszłych latach

Choć stała biomasa uznawana jest za paliwo odnawialne, to jej stosowanie w Krakowie jest zabronione zarówno ze względu na Uchwałę Antysmogową [38], jak i Kryteria Zrównoważonego Rozwoju [39]. Ze względu na dużą emisję zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych w procesie spalania stałej biomasy nie można uznać jej za paliwo sprzyjające czystości powietrza i ochronie klimatu.

9. Środki poprawy efektywności energetycznej w zasobach budynkowych Miasta

Obecnie Miasto może pełnić wielorakie funkcje m.in. konsument energii, producent i dostawca energii, regulator i inwestor w lokalnym sektorze energetycznym czy jako podmiot motywujący do wzrostu efektywności energetycznej. By wywiązać się z wyżej wymienionych ról, władze lokalne powinny podejmować szereg różnych działań. Znaczna ich część ukierunkowana jest na redukcję zużycia energii i – co za tym idzie – redukcję miejskich/gminnych wydatków na energię, a także na minimalizację szkodliwego oddziaływania na środowisko związanego z wykorzystaniem energii oraz na zmianę zachowań użytkowników końcowych energii z sektora mieszkaniowego, usługowego oraz przemysłowego.

Art. 6 ust. 2 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej określa zadania i obowiązki jednostek sektora publicznego w zakresie efektywności energetycznej. Jednostki sektora publicznego, czyli wszelkie podmioty o których mowa w art. 4 ustawy z dnia 11 września 2019 r. - Prawo zamówień publicznych [40] zlokalizowane na terenie miasta Kraków realizują szereg działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej.

Do wspomnianych działań w świetle ustawy zalicza się:

- realizację i finansowanie przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej,
- nabycie urządzenia, instalacji lub pojazdu, charakteryzujących się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji,
- wymianę lub modernizację eksploatowanego urządzenia, instalacji lub pojazdu na urządzenie, instalację lub pojazd, charakteryzujących się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji,
- realizację przedsięwzięć termomodernizacyjnych w rozumieniu ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 438, 1561, 1576, 1967, 2456),
- wdrażanie systemu zarządzania środowiskowego (EMAS), potwierdzone uzyskaniem wpisu do rejestru EMAS,
- realizację gminnych przedsięwzięć niskoemisyjnych, o których mowa w ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków.

Uchwalony w 2015 roku i aktualizowany w 2017 i 2018 „Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Kraków” [41] przedstawia diagnozę i działania w sektorach związanych z użytkowaniem energii: w budownictwie, transporcie, energetyce, gospodarce komunalnej, oraz zarządzanie miastem do 2020 roku oraz w perspektywie do 2040 roku. Działania przedstawione w dokumencie mają na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych (CO₂), podniesienie efektywności energetycznej, poprawę jakości powietrza, w tym ograniczenie niskiej emisji. 28 czerwca 2022 r. Kraków przystąpił do tzw. „Porozumienia burmistrzów” oraz przystąpił do opracowania dokumentu „Plan działań na rzecz zrównoważonej energii i klimatu” (z ang. Sustainable energy and climate action plans (SECAP)). Plan działań na rzecz zrównoważonej energii i klimatu to dokument, który będzie zawierał przyjęte przez władze lokalne cele, kroki i działania, zmierzające do ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko oraz przystosowania się do postępujących zmian klimatycznych.

Efektywność energetyczna i termomodernizacja budynków

Sektor budowlany jest głównym konsumentem energii cieplnej, wykorzystywanej na potrzeby grzewcze (w 2021 r. udział w całkowitym zużyciu energii cieplnej przez wymieniony sektor wniósł 39%). Dlatego też termomodernizacja budynków jest kluczowym działaniem, jakie może podjąć Gmina Miejska Kraków oraz osoby prywatne użytkujące zasoby budowlane. Przykładowe działania termomodernizacyjne to: docieplenie przegród budowlanych, wymiana stolarki okiennej i drzwiowej oraz modernizacja systemów grzewczych. W ramach głębokiej termomodernizacji przeprowadza się szereg działań, które pozwalają na zwiększenie izolacyjności budynku oraz minimalizację strat ciepła. Najważniejsze z nich to:

- izolacja termiczna: montaż nowych, grubych warstw izolacyjnych na ścianach, dachu, podłodze oraz stropach. izolacja ta zapobiega wyciekowi ciepła z budynku i poprawia jego zdolność do utrzymywania stałej temperatury wewnątrz,
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej: montaż nowych okien i drzwi o niskim współczynniku przenikania ciepła. dzięki temu minimalizowane są straty ciepła przez okna i drzwi,
- modernizacja systemu grzewczego: wymiana starych pieców na nowoczesne, energooszczędne kotły lub pompy ciepła. W ramach modernizacji wymienia się także instalację grzewczą oraz regulację temperatury w poszczególnych pomieszczeniach,
- modernizacja systemu wentylacyjnego: montaż nowoczesnych systemów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, które pozwalają na zminimalizowanie strat ciepła związanych z wentylacją.

W Krakowie prowadzono szereg termomodernizacji miejskich budynków użyteczności publicznej. Dodatkowo w ramach programu termomodernizacji budynków jednorodzinnych dla miasta Krakowa w latach 2018-2021 poddano termomodernizacji 368 budynków jednorodzinnych. Zakres termomodernizacji obejmował docieplenie ścian wewnętrznych, docieplenie podłóg oraz stropów.

Gmina realizowała także Program termomodernizacji oraz ochrony cieplnej budynków Gminy Miejskiej Kraków przyjęty uchwałą Nr XIV/179/07 Rady Miasta Krakowa z dnia 23 maja 2007 r. Realizacja uchwały została zakończona w lipcu 2023 r. ze względu na zakończony okres realizacji działań inwestycyjnych przewidzianych w uchwale oraz dezaktualizacja standardów ochrony cieplnej obowiązujących w 2007 roku. W ramach programu z 323 budynków objętych Programem - 43% zostało poddanych całkowitej termomodernizacji, tzn. wykonano ocieplenie ścian i stropów, wymieniono stolarkę okienną i drzwiową oraz zmodernizowano wewnętrzne instalacje. W dalszych 34% budynków przeprowadzono działania renowacyjne zmniejszające zużycie energii oraz poprawiające warunki komfortu użytkowania, w tym wymianę stolarki, instalację oświetlenia LED, montaż zaworów termostatycznych czy stosowanie oczyszczaczy powietrza. W 23% budynków podjęto znikome działania w kierunku zwiększenia efektywności energetycznej, tj. częściowa wymiana stolarki okiennej, częściowy montaż oświetlenia LED.

Miasto Kraków przywiązuje dużą wagę do wzrostu efektywności energetycznej stymulując działania w tym zakresie różnych podmiotów występujących na jego terenie oraz wśród samych mieszkańców. Działaniami przyczyniającymi się do stymulacji działań we wspomnianym zakresie jest organizacja paneli tematycznych oraz kampanii społecznych. Działania te mają charakter informacyjny, edukacyjny i inwestycyjny, i realizują europejską zasadę „Po pierwsze efektywność energetyczna”[3] a reszta zapotrzebowania zostanie pokryta przez czyste (zielone) źródła.

Przykładowo na zlecenie Gminy Miejskiej Kraków Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki wykonała opracowanie o nazwie: „**ZIELONE SĄSIEDZTWO dla KRAKOWA**”. Jest to model interdyscyplinarny systemowego podejścia do obniżenia emisji gazów cieplarnianych w sektorze budownictwa w obszarze Miasta Krakowa z uwzględnieniem wyzwań masowej, głębokiej termomodernizacji budynków, wykorzystania energii odnawialnej, rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury i głębokiej regeneracji społeczności lokalnych wg koncepcji „Zielonych Sąsiedztw”. Wykonano również raport w zakresie systemowego podejścia do obniżenia emisji gazów cieplarnianych.

W ramach opracowania m.in. zaprezentowano wyniki analizy energetycznej wybranych budynków w oparciu o wyniki badań budynku wybranego jako reprezentatywny, w oparciu o uproszczony audyt energetyczny oraz przedstawiono propozycję modernizacji poprzez ocieplenie przegród budowlanych tj.: modernizację, wymianę systemu grzewczego wraz ze źródłem ciepła, modernizację lub wymianę systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową, modernizację systemu wentylacji, wprowadzenie urządzeń wykorzystujących energię z OZE. Celem analiz była próba standaryzacji procesów modernizacyjnych dla budynków o podobnej konstrukcji i formie architektonicznej, co w perspektywie kilku lat mogłoby przyspieszyć osiągnięcie neutralności klimatycznej.

Analizę przeprowadzono dla różnego zakresu modernizacji. Wzięto pod uwagę 6 wariantów termomodernizacyjnych, dodatkowo uwzględniając dwa systemy ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej wykorzystujące OZE. Ponadto w każdym z przedstawionych wariantów wzięto pod uwagę, dostosowanie budynków do potrzeb osób starszych i słabszych uwzględniające lub nie rozbudowę budynku o szyby windowe. Analizie poddano 30-letni okres użytkowania budynku. W ramach wykonanego audytu dokonano oceny efektywności oraz optymalizację następujących usprawnień:

- modernizację lub wymianę systemu grzewczego wraz ze źródłem ciepła,
- modernizację lub wymianę systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową,
- modernizację systemu wentylacji,
- wprowadzenie urządzeń wykorzystujących energię ze OZE.

Wybrano budynek pod adresem Os. Złotego Wieku 70, wykonany w powszechnej w latach 70-tych konstrukcji W-70/Wk-70, co znacznie zwiększa skalowalność rozwiązania. Pełny zasób takich budynków dla Krakowa to prawie 1500 obiektów (wskazując na potencjał w zakresie przyszłej skalowalności rozwiązań).

Kolejna cenna inicjatywa w zakresie między innymi wzrostu efektywności energetycznej realizowana przez Miasto wspólnie z MPEC S.A. i PGE Energia Ciepła S.A. to opracowanie „**Mapy ciepła dla Krakowa**”. Tworząc mapę ciepła przyjęto założenie, że dla budynków posiadających standardową izolację cieplną wskaźnik zapotrzebowania na ciepło przyjęto na poziomie: 20 W/m^3 (założono, iż taką izolację posiadają budynki wybudowane przed rokiem 2009, lecz nie wpisane do rejestru zabytków). Dla budynków zabytkowych zastosowano wskaźnik wyższy (22 W/m^3) z uwagi na słabą izolację cieplną. Dla budynków nowych, posiadających bardzo dobrą izolację cieplną, przyjęto zapotrzebowanie na ciepło na poziomie 14 W/m^3 . Wartości te zostały ustalone na podstawie literatury i odpowiednio skorygowane na podstawie doświadczeń projektantów którzy wykonują bilanse cieplne budynków i korzystają z wskaźników do określania zapotrzebowania na moc projektując węzły. W efekcie końcowym uzyskano powierzchniowy rozkład zapotrzebowania na moc cieplną, co może stanowić

dobrą podstawę do planowania modernizacji budynków, infrastruktury ciepłowniczej i rozwoju nowych źródeł ciepła.

Podsumowując, w Krakowie nieco ponad 2% wszystkich budynków stanowią budynki wpisane do rejestru zabytków, przy czym, w przypadku budynków mieszkalnych, jest to niecałe 2,1%. Po roku 2009 wybudowano 13% wszystkich budynków na terenie miasta, natomiast budynków mieszkalnych – 19,1%, zatem pozostałe budynki mieszkalne to blisko 81%. Aby osiągnąć neutralność klimatyczną krakowskich budynków do 2050 roku, należy termomodernizować do poziomu zeroemisyjnego netto co najmniej 3% budynków rocznie. Jest to cel bardzo ambitny, znacznie przekraczający obecne tempo termomodernizacji w EU wynoszące 0,6 – 1,2% rocznie powierzchni zasobów. Biorąc pod uwagę strukturę wiekową budynków można założyć, że ponad 80% z nich wymaga lub w niedługim czasie będzie wymagać termomodernizacji, a co najmniej 2% z nich bardzo kosztochłonnych przedsięwzięć uwzględniających historyczny charakter obiektów. Znaczny udział budynków wybudowanych przed 2009 r. może świadczyć o ich przeciętnym stopniu termomodernizacji, co może przełożyć się na wyższe koszty termomodernizacji.

Planowany stopień termomodernizacji budynków można częściowo finansować krajowymi programami „Czyste powietrze” bądź „Stop Smog”. Program „Czyste powietrze” kierowany jest do właścicieli i współwłaścicieli domów jednorodzinnych, lub wydzielonych w budynkach jednorodzinnych lokali mieszkalnych z wyodrębnioną księgą wieczystą. W ramach programu prowadzone są dofinansowania kompleksowej termomodernizacji budynków oraz wymiany starych i nieefektywnych źródeł ciepła na paliwo stałe na nowoczesne źródła ciepła spełniające najwyższe normy. W ramach programu finansuje się m.in.:

- zakup i montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
- zakup i montaż ocieplenia przegród budowlanych, okien, drzwi zewnętrznych, drzwi/bram garażowych (zawiera również demontaż),
- wykonanie dokumentacji dotyczącej powyższego zakresu: audytu energetycznego, dokumentacji projektowej, ekspertyz.

Program „Stop Smog” jest programem dedykowanym dla gmin położonych na obszarze, gdzie obowiązuje tzw. uchwała antysmogowa, na wsparcie likwidacji lub wymiany źródeł ciepła na niskoemisyjne oraz termomodernizacji w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych osób najmniej zamożnych. Celem programu jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza, poprawa jakości powietrza oraz poprawa efektywności energetycznej. Głównymi finansowanymi zadaniami w ramach programu jest wymiana lub likwidacja wysokoemisyjnych źródeł ciepła na niskoemisyjne, termomodernizacja jednorodzinnych budynków mieszkalnych, podłączenie do sieci ciepłowniczej lub gazowej.

Należy mieć na uwadze, że zaplanowane działania termomodernizacyjne w ramach budynków użyteczności publicznej nie są wystarczające. Ze względu na wymagania stawiane przez prawodawstwo zarówno unijne jak i krajowe, zachodzi konieczność przygotowania w najbliższym czasie dokumentu strategicznego traktującego o modernizacji budynków gminnych w przyszłych latach.

10. Zaopatrzenie w energię gmin sąsiednich i możliwości współpracy

Gmina Miejska Kraków sąsiaduje z wieloma gminami, tworzy to znaczny potencjał współpracy w zakresie klastrów energetycznych. w celu umacnianie kulturalnych i gospodarczych więzi wśród mieszkańców regionu, promocji Małopolski w kraju i poza jego granicami, zajmowaniu stanowisk w sprawach publicznych a także koordynacji współdziałania gmin, powiatów i województw dla podtrzymania wspólnych tradycji historycznych, kulturalnych i gospodarczych Małopolski, w 1991 roku założono regionalną organizację samorządową Stowarzyszenie Gmin i Powiatów Małopolski. Obecnie Stowarzyszenie zrzesza ponad 120 gmin i powiatów z terenu województw: małopolskiego, podkarpackiego, świętokrzyskiego i części śląskiego (obszar historycznej Małopolski).

24 czerwca 2014 r. zostało powołane do życia Stowarzyszenie Metropolia Krakowska. Misją Metropolii Krakowskiej jest podejmowanie wspólnych i solidarnych działań o znaczeniu strategicznym, odpowiadających na stojące przed nią wyzwania. Konsensus wypracowany i wdrożony wśród gmin obszaru ma na celu podnoszenie skuteczności i efektywności interwencji publicznych. Za nadrzędny cel realizacji wszelkich działań uznaje się podnoszenie standardów życia i dobrostanu mieszkańców, a wszelkie interwencje podejmowane są z poszanowaniem różnorodności i lokalnej specyfiki gmin, wchodzących w skład Metropolii Krakowskiej. Metropolia Krakowska tworzy płaszczyznę współpracy dla 15 gmin – Krakowa i otaczających go 14 gmin: Biskupice, Czernichów, Igołomia – Wawrzeńczyce, Kocmyrzów – Luborzyca, Liszki, Michałowice, Mogilany, Niepołomice, Skawina, Świątyni Górne, Wieliczka, Wielka Wieś, Zabierzów, Zielonki.



Rysunek 71 Gmina Miejska Kraków oraz sąsiadujące gminy.

Źródło: www.krakow.pl/aktualnosci/214988,29,komunikat,gminy_wokol_krakowa_walczą_ze_smogiem.html.

Igołomia-Wawrzeńczyce

Gmina Igołomia-Wawrzeńczyce posiada powiązania związane z istniejącą siecią elektryczną zarządzaną przez spółkę Tauron oraz siecią gazową zarządzaną przez Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o., Gmina widzi możliwość współpracy w zakresie wspólnych działań metropolitarnych dotyczących OZE, ochrony powietrza i neutralności klimatycznej.

Gmina należy do klastra energii wraz z gminami wchodzącymi w skład Stowarzyszenia Korona Północnego Krakowa.

Kocmyrzów-Luborzyca

Gmina Kocmyrzów-Luborzyca posiada: „Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe Gminy Kocmyrzów-Luborzyca na lata 2012 -2030”, które wskazują na brak wspólnej z Miastem Kraków infrastruktury energetycznej należącej do gminy. Wspólnie wykorzystywana jest tylko infrastruktura operatorów energetycznych tj. TAURON Dystrybucja S.A. oraz infrastruktura gazowa.

Obecnie nie ma na terenie Gminy elementów infrastruktury, których budowa/rozbudowa wymaga uzgodnień z Gminą Miejską Kraków. Na terenie gminy Kocmyrzów-Luborzyca nie znajdują się również źródła energii, które można byłoby zagospodarować we współpracy z Gminą Miejską Kraków.

Gmina Kocmyrzów-Luborzyca przewiduje możliwość współpracy z Gminą Miejską Kraków w zakresie ochrony powietrza oraz gospodarki wodno-ściekowej.

Gmina jest członkiem klastra energii z gminami Iwanowice, Michałowice, Wielka Wieś oraz Lokalna Grupa Działania Korona Północnego Krakowa.

Koniusza

Gmina Koniusza nie jest bezpośrednio powiązana z Gminą Miejską Kraków przez system ciepłowniczy. Gmina posiadają powiązania infrastrukturalne dotyczące przebiegu systemu elektroenergetycznego oraz gazowego. Na terenie gminy Koniusza nie znajdują się elementy infrastruktury elektroenergetycznej i gazowej warunkujące zaopatrzenie w energię elektryczną i paliwa gazowe Gminy Miejskiej Kraków. Na terenie Gminy Koniusza nie znajdują się źródła energii, które można zagospodarować we współpracy z Gminą Miejską Kraków.

Gmina posiada Zintegrowaną Strategię Ochrony Powietrza dla Gminy Koniusza.

Liszki

Gmina Liszki posiada „Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2011-2030” dokument ten wskazuje na brak powiązań w zakresie systemów energetycznych z Gminą Miejską Kraków. Współpraca jest realizowana jedynie poprzez ogólnokrajowe systemy. Podmiotami obsługującymi system elektroenergetyczny jest Tauron, a gazowego Polska Spółka Gazownictwa.

Gmina Liszki przewiduje możliwość współpracy z Gminą Miejską Kraków m.in. w ramach Stowarzyszenia Metropolia Krakowska. Współpraca ta będzie obejmować systemy energetyczne, odnawialne źródła energii oraz dążenie do neutralności klimatycznej i ochrony powietrza.

Gmina wykazuje również chęć utworzenia klastra energii z Gminą Miejską Kraków i gminami ościennymi, jeśli taka działalność zostanie zainicjowana.

Michałowice

Gmina Michałowice nie posiada informacji na temat powiązań z Gminą Miejską Kraków w zakresie systemu energetycznego i gazowego. Obsługa systemu energetycznego prowadzona jest przez Tauron Dystrybucja S.A., a systemu gazowego przez Polską Spółkę Gazownictwa.

Gmina Michałowice przewiduje możliwość współpracy z Gminą Miejską Kraków, dotyczącą systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii, neutralności klimatycznej oraz ochrony powietrza. Gmina jest zainteresowana utworzeniem klastra energii z Gminą Miejską Kraków i gminami ościennymi.

Mogilany

Gmina Mogilany posiada „Aktualizację założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla Gminy Mogilany na lata 2021-2024”, która została uchwalona Uchwałą Nr XXXVIII/391/2022 Rady Gminy Mogilany z dnia 3 lutego 2022 r.

Gmina Mogilany jest powiązana z gminami sąsiadującymi poprzez infrastrukturę gazową należącą do operatora Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. Podobna sytuacja dotyczy zaopatrzenia gmin w energię elektryczną. Dystrybutorem i właścicielem infrastruktury elektroenergetycznej na omawianych terenach jest TAURON Dystrybucja S.A. Zaopatrzenie w ciepło w gminach odbywa się głównie poprzez indywidualne źródła ciepła. Perspektywiczne kierunki współpracy między gminami to: edukacja w zakresie rozwiązań ekologicznych i energooszczędnych, możliwości pozyskiwania funduszy na inwestycje ekologiczne.

Aktualna współpraca z Gminą Miejską Kraków odbywa się w ramach działalności Stowarzyszenia Metropolia Krakowska, na którym to poruszane są tematy takie jak ochrona powietrza. Jako członek Stowarzyszenia Metropolia Krakowska gmina tworzy wspólne plany i koncepcje we wspomnianej tematyce jak np. Plan Likwidacji Kotłów, dążące do poprawy jakości powietrza na terenie gmin tworzących Metropolię Krakowską.

Niepołomice

Powiązania sieciowe z Miastem Kraków ograniczają się do powiązań sieci przesyłowych i dystrybucyjnych elektroenergetycznych oraz gazowniczych. W zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną powiązanie obejmuje linie energetyczne wysokiego napięcia należące do Tauron Dystrybucja S.A. w zakresie zaopatrzenia w gaz powiązanie obejmuje gazociągi średniego ciśnienia na terenach przygranicznych obu gmin należące do Polskiej Spółki Gazownictwa.

W celu zapewnienia przyszłego zaopatrzenia w energię elektryczną planowana jest budowa nowej dwutorowej linii 110 kV wzdłuż autostrady Kraków-Tarnów relacji Bieżanów-Niepołomice.

Gmina współpracuje z Gminą Miejską Kraków w ramach Stowarzyszenia Metropolia Krakowska.

Skawina

Gmina i Miasto Skawina posiada dokument „Aktualizacji założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla Miasta i Gminy Skawina” uchwalony Uchwałą Rady Miejskiej w Skawinie Nr XX/284/20 z dnia 17 czerwca 2020 r. Gmina Miejska Kraków jest powiązana z Gminą

Skawina systemem ciepłowniczym, gazowym i elektroenergetycznym. Systemy te obsługiwane są odpowiednio przez: Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie, Tauron oraz Polską Spółkę Gazowniczą. Największa współpraca obu gmin jest realizowana przez wykorzystywanie ciepła wytworzonego na terenie Skawiny w CEZ Skawina przez obiekty zlokalizowane na terenie Krakowa (szczegółowy opis źródła znajduje się w rozdziale 3.1.1.). Gmina Skawina od lat podejmuje współpracę z Gminą Miejską Kraków w zakresie ochrony powietrza, neutralności klimatycznej, systemów energetycznych, przede wszystkim realizując wspólne cele Stowarzyszenia Metropolii Krakowskiej.

Świątniki Górne

Świątniki Górne posiadają „Aktualizację Projektu Założeń do Planu Zaopatrzenia w Ciepło, Energię Elektryczną i Paliwa Gazowe dla Gminy Świątniki Górne na lata 2021 – 2036”, w której opisane są szczegółowo systemy energetyczne. Gmina Świątniki Górne posiada połączenie sieciowe z Miastem Kraków poprzez sieci przesyłowe i dystrybucyjne gazowe oraz dystrybucyjne elektroenergetyczne. W zakresie systemu gazowniczego operatorem systemu przesyłowego jest Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A. Oddział w Tarnowie, operatorem systemu dystrybucyjnego jest Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o., a w zakresie systemu elektroenergetycznego operatorem Systemu Dystrybucyjnego jest TAURON Dystrybucja S.A.

Gmina Świątniki Górne deklaruje chęć włączenia się do współpracy z Gminą Miejską Kraków w aspekcie odnawialnych źródeł energii, neutralności klimatycznej i ochrony powietrza. Dodatkowo gmina aktywnie prowadzi edukację ekologiczną mieszkańców i wdrażanie ekologicznych rozwiązań, które przyczyniłyby się do poprawy jakości powietrza i ochrony klimatu.

Gmina również jest zainteresowana utworzeniem klastra energii z Gminą Miejską Kraków i gminami ościennymi.

Wieliczka

Miasto i Gmina Wieliczka posiada dokument pt. „Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Wieliczka w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe”. Dokument ten nie wskazuje szczególnych powiązań energetycznych z Gminą Miejską Kraków. Występują powiązania dotyczące wykorzystania ogólnokrajowych sieci elektroenergetycznych i gazowniczych.

Wielka Wieś

Gmina nie posiada „Założeń do planu zaopatrzenia Gminy w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe”, dodatkowo Gmina Wielka Wieś wskazuje na brak powiązań systemowych. Jednak Gmina nie wyklucza przyszłej współpracy z Gminą Miejską Kraków w zakresie dotyczącym systemów energetycznych i odnawialnych źródeł energii.

Zabierzów

Gmina Zabierzów posiada lokalne powiązania w zakresie systemu elektroenergetycznego i gazowego z Gminą Miejską Kraków. Powiązania te występują w miejscowości Rząska, Balice oraz Szczyglice i ograniczają się do zasilania w energię elektryczną i paliwo gazowe pojedynczych budynków mieszkalnych i jednorodzinnych lub usługowych.

Gmina Zabierzów widzi możliwość współpracy z Gminą Miejską Kraków w zakresie systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii, neutralności klimatycznej, ochrony powietrza. Zakres współpracy mógłby dotyczyć obszarów wspólnego zagospodarowania odpadów z wykorzystaniem

spalarni zarządzanej przez KHK. Zakres współpracy mógłby również dotyczyć wspólnego pozyskiwania środków na cele ograniczenia niskiej emisji w ramach Metropolii Krakowskiej.

Gmina Zabierzów potencjalnie jest zainteresowana utworzeniem klastra energii z Gminą Miejską Kraków.

Zielonki

Współpraca Gminy Zielonki z Gminą Miejską Kraków odbywa się za pośrednictwem przedsiębiorstw energetycznych, które świadczą swoje usługi na terenie obu gmin. Jest to przedsiębiorstwo PSG Sp. z o.o., MPEC S.A. oraz Tauron Dystrybucja S.A. Przedsiębiorstwa te zapewniają realizację, finansowanie budowy i rozbudowę sieci uwzględniając potrzeby odbiorców. Szczegółowy opis infrastruktury energetycznej oraz zapotrzebowanie gminy na energię znajduje się w „Projekcie założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla Gminy Zielonki na lata 2018-2033”.

Gmina Zielonki otwarta jest na współpracę z Gminą Miejską Kraków w zakresie zagadnień zmierzających do rozwoju systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii i poprawy jakości powietrza. Współpraca w zakresie gospodarki energetycznej nie wymaga podejmowania działań zmierzających do zabezpieczenia energetycznego gminy, natomiast w zakresie szeroko pojętych działań proekologicznych i energooszczędnych jest możliwa.

20 maja 2020 r. Elektrociepłownia PGE Energia Ciepła w Krakowie oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie podpisały porozumienie w sprawie projektu „Piaszczysta”. Projekt „Piaszczysta” obejmuje rejon ulic: Piaszyczej, Pękowickiej i Z. Glogera w Krakowie oraz południowej części Zielonek.

Gmina Zielonki należy do Klastra Północnego Krakowa i z tego względu nie rozważa możliwości przystąpienia do klastra z Krakowem.

11. Plany/Kierunki rozwojowe Miasta

Głównymi dokumentami strategicznymi określającymi kierunki rozwoju Gminy Miejskiej Kraków są Strategia Rozwoju Krakowa „Tu chcę żyć. Kraków 2030” oraz Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa 2014 wraz z Załoženiami dokumentu Nowe Studium dla Krakowa 2022.

11.1. Obszary rozwojowe

Kluczowe kierunki strategiczne rozwoju Krakowa określa przyjęta w 2018 roku „**Strategia Rozwoju Krakowa. Tu chcę żyć. Kraków 2030.**”.

Strategia definiuje sześć celów strategicznych rozwoju Krakowa do 2030 i dotyczy każdego aspektu funkcjonowania miasta i mieszkańców:

- I. Kraków – otwartą i harmonijną metropolią o znaczeniu międzynarodowym w sferach: innowacji, nauki, gospodarki i kultury,
- II. Kraków – miasto rozwijające gospodarkę opartą na wiedzy,
- III. Kraków – kreatywna i korzystająca z potencjału kulturowego nowoczesna metropolia,
- IV. Kraków – miasto przyjazne do życia,
- V. Silna wspólnota samorządowa mieszkańców Krakowa,
- VI. Kraków – nowoczesnie zarządzana metropolia.

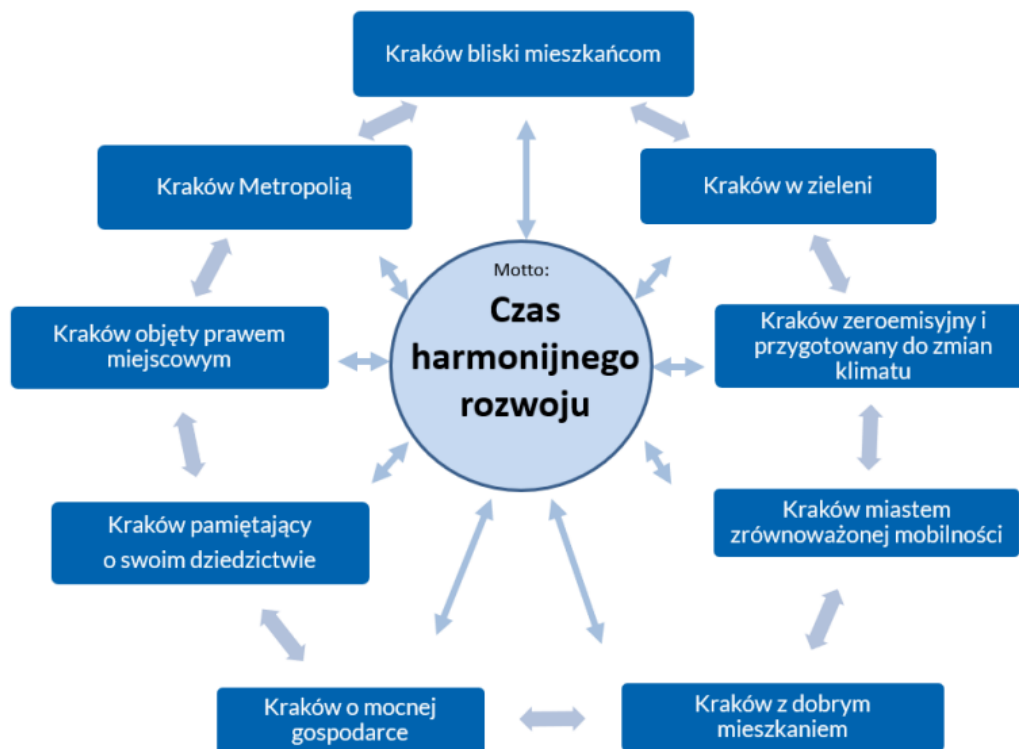
Drugim najważniejszym dokumentem planistycznym gminy jest studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy. Studium sporządza się w celu określenia polityki przestrzennej gminy, w tym lokalnych zasad zagospodarowania przestrzennego. **Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa**, uchwalone w obecnej formie w 2014, realizuje jedno z podstawowych zadań samorządowych, jakim jest kształtowanie ładu przestrzennego, stanowiącego podstawę dla rozwoju Krakowa. Dokument definiuje, między innymi, cele polityki przestrzennej Krakowa, to jest:

- Cel I** Tworzenie warunków przestrzennych umożliwiających stałą poprawę jakościową zamieszkania, pracy i rekreacji w mieście,
- Cel II** Tworzenie warunków przestrzennych dla rozwoju w Krakowie konkurencyjnej i nowoczesnej gospodarki,
- Cel III** Tworzenie warunków przestrzennych w osiągnięciu przez Kraków rangi metropolii europejskiej o wiodących funkcjach nauki, kultury i sportu.

Na początku 2022 roku została podjęta decyzja o przygotowaniu nowego Studium, w którym wizja rozwoju Krakowa oparta jest na 9 filarach:

- dostępności do wybranych usług społecznych - Kraków Bliski Mieszkańcom,
- środowiskowe – Kraków w zieleni,
- klimatyczne – Kraków zeroemisyjny i przygotowany do zmian klimatu,
- komunikacyjne – Kraków miastem o zrównoważonej mobilności,
- standardów mieszkaniowych – Kraków z dobrym mieszkaniem,
- gospodarcze – Kraków o mocnej gospodarce,

- kulturowe – Kraków pamiętający o swoim dziedzictwie,
- związane z rolą ośrodka regionalnego i centrum ponadlokalnego – Kraków metropolią,
- kształtem ładu przestrzennego – Kraków objęty prawem miejscowym.



Rysunek 72 Wizja rozwoju miasta Krakowa.

Źródło: WIZJA ROZWOJU MIASTA KRAKOWA aktualizacja Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa.

Oba wyżej wymienione dokumenty zakładają rozwój Krakowa jako zielonego miasta przyjaznego mieszkańcom, turystom i inwestorom w pełni wykorzystującego swój potencjał i dziedzictwo kulturowe.

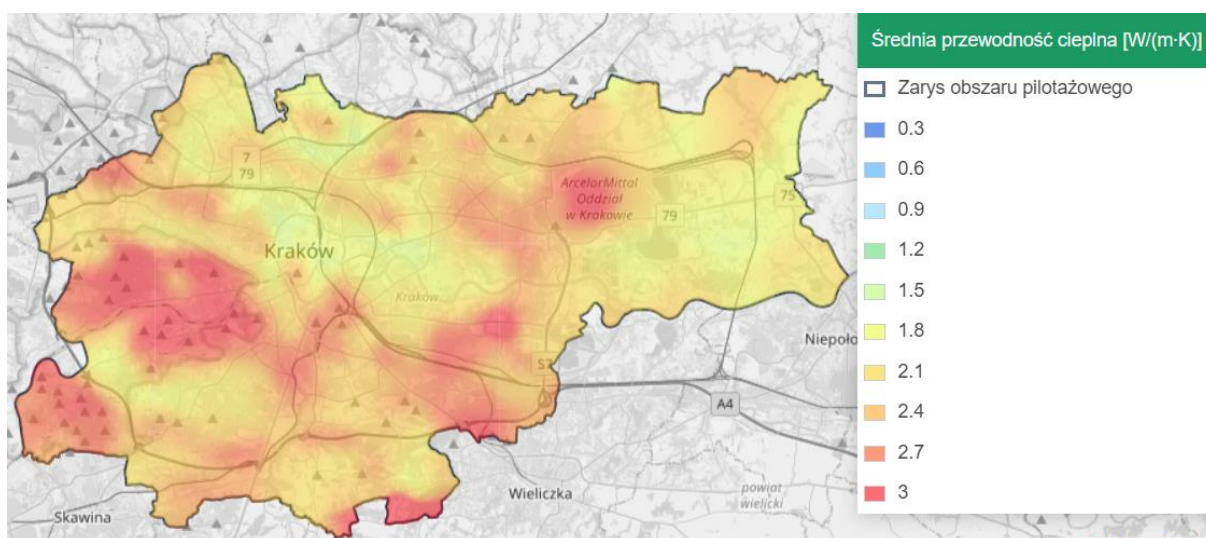
W obszarze szeroko rozumianej energetyki dokumenty strategiczne przewidują systemową zmianę systemu ogrzewania opartego na paliwie stałym, rozbudowę sieci ciepłowniczej w centrum miasta, poprawę efektywności energetycznej budynków zwiększenie wykorzystania energii odnawialnej oraz wdrażanie działań dążących do zeroemisyjności, tak aby Kraków osiągnął status miasta neutralnego klimatycznie w perspektywie 2050 r.

11.2. Zwiększenie efektywności energetycznej, wykorzystania OZE, ciepła sieciowego i odpadowego

11.2.1. Plany wykorzystania energii geotermalnej płytkiej i głębokiej

Zasoby energii geotermalnej i ich wykorzystanie ściśle zależą od parametrów termicznych złoża. W zależności od głębokości występowania złoża wyróżnia się dwa rodzaje energii geotermalnej:

- Płytką energia geotermalna – są to zasoby energetyczne, zgromadzone w wodach i glebach położonych na niewielkich głębokościach pod powierzchnią gruntu o stosunkowo niskich temperaturach (poniżej 20°C). Mogą być efektywnie eksploatowane tylko pośrednio za pomocą pomp ciepła. Wykorzystywanie ich do produkcji energii elektrycznej jest ekonomicznie nieuzasadnione.



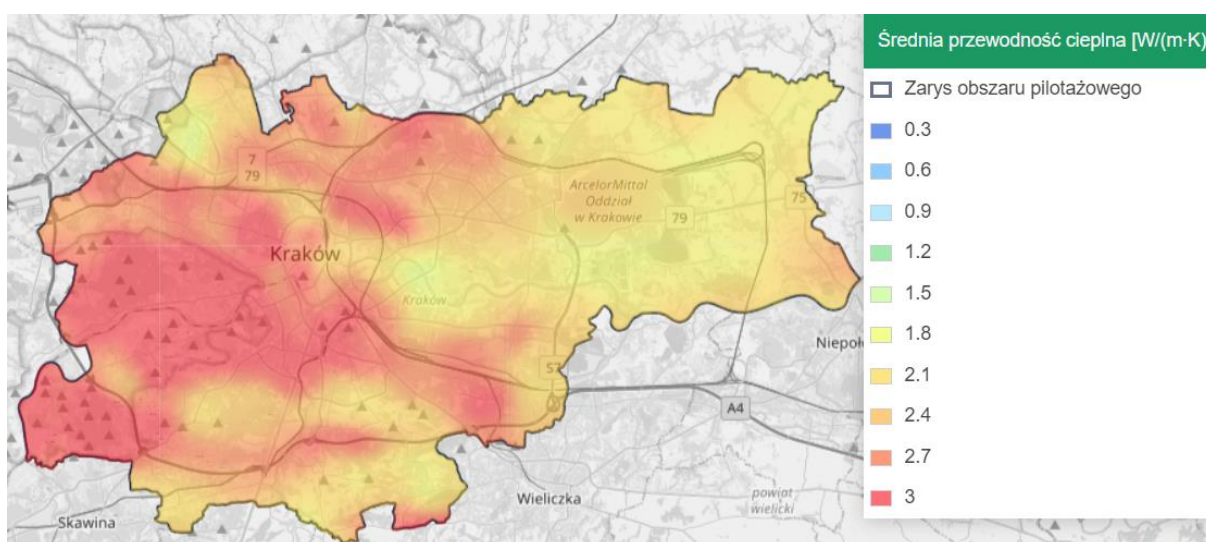
Rysunek 73 Średnia przewodność cieplna w interwale 0 – 50 m [W/(m·K)].

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>.

Gmina Miejska Kraków posiada korzystne warunki do wykorzystania geotermii płytkiej przy użyciu pomp ciepła. Temperatura gruntu na głębokości 0,5 m ppt. wynosi w przybliżeniu 8,5°C.

- Głęboka energia geotermalna – są to zasoby energetyczne zlokalizowane do około 3-4 km pod powierzchnią ziemi, wydobywane za pomocą otworów wiertniczych. Najbardziej opłacalne ekonomicznie zlokalizowane są na poziomie ok. 2 km. Złoża te wykorzystywane są m.in. do celów energetycznych.

Na terenie Krakowa rozważana jest opcja wykorzystania zasobów płytkiej geotermii. Rysunek 73 przedstawia średnią przewodność cieplną w interwale 0 – 50 m.



Rysunek 74 Mapa przewodności cieplnej w interwale 0-200m.

Źródło: <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/krakow>.

Gmina Miejska Kraków nie posiada znaczących przeciwwskazań, aby wykorzystywać energię geotermalną. W celu określenia dokładnego potencjału uzysku energii konieczne jest przeprowadzenie odwiertu próbnego.

11.2.2. Plany budowy instalacji PV i farm PV

Program Ochrony Środowiska dla Miasta Krakowa na lata 2020-2030 podkreśla konieczność budowy instalacji fotowoltaicznych, z uwagi na potrzebę zwiększenia wolumenu energii z OZE w miksie energetycznym Krakowa. Rozwój odnawialnych źródeł energii wpisuje się oczywiście w strategię Gminy Miejskiej Kraków, która podjęła wyzwanie osiągnięcia stanu neutralności klimatycznej do 2050 roku.

Powstawanie mikroinstalacji fotowoltaicznych na terenie Krakowa jest powiązane z budynkami mieszkalnymi, usługowymi oraz użyteczności publicznej. Celem samowystarczalności energetycznej konieczne jest wykorzystanie powierzchni dachowych oraz ściennych istniejących lub nowobudowanych budynków oraz w dalszej perspektywie wdrażanie rozwiązań takich jak np. wiaty słoneczne czy panele fotowoltaiczne umieszczane na dachach autobusów.

Budowa farm fotowoltaicznych jest kluczowa dla sektora gospodarki komunalnej w kontekście „Planu gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Kraków” oraz niezbędna do tworzenia obszarów dodatnich energetycznie. Podczas doboru gruntów pod farmy fotowoltaiczne należy zwrócić uwagę czy tereny posiadają odpowiednio niską klasę gruntów (IV lub niższą klasę gruntów ornych, łąk i pastwisk oraz nieużytki rolne) oraz dostęp do infrastruktury energetycznej. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego wymienia możliwe usytuowania farm fotowoltaicznych na terenie Krakowa. Wskazane lokalizacje to:

- Płaszów,
- Olszanica,
- Branice,
- rejon ul. Igołomskiej.

Wytyczne i założenia do nowego Studium przewidują określenie zasad dotyczących lokalizacji oraz możliwości realizacji urządzeń, obiektów oraz instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych. Przedsięwzięcia te, co do zasady lokalizowane powinny być na terenach zurbanizowanych, a dokument określi:

- a) zasady wykorzystaniu fotowoltaiki na dachach i na ścianach budynków, ew. wskazane lokalizacji dużych elektrowni solarnych,
- b) zapisy umożliwiające wykorzystanie energii ziemi – zapisy o instalacji pomp ciepła oraz miejsca lokalizacji dużych inwestycji geotermalnych,
- c) zasady wykorzystania mikro instalacji - energia wiatru.

Ograniczeniem dla budowy nowych instalacji jest dostępna wolna moc przyłączeniowa sieci dystrybucyjnych. Według danych dostępnych w raporcie „Rynek fotowoltaiki w Polsce 2021” przygotowanym przez Instytut Energetyki Odnawialnej w województwie małopolskim wolna moc przyłączeniowa dla zupełnie nowych źródeł energii elektrycznej wynosi zaledwie 115 MW.

Potencjalne możliwości lokalizacji farm fotowoltaicznych na działkach należących do gminy są już analizowane w Gminie Miejskiej Kraków.

11.2.3. Plany utworzenia w Krakowie obszaru dodatniego energetycznie

Obszar Dodatni Energetycznie jest to obszar obejmujący zespół budynków, w którym łącznie zachowany jest dodatni bilans energetyczny, czyli więcej energii jest lokalnie wytwarzanej niż zużywanej.

Zadaniem takie obszaru jest optymalne wykorzystanie potencjału lokalnej produkcji energii odnawialnej, maksymalizacja efektywności energetycznej oraz zapewnieniu zrównoważonego rozwoju społecznego, gospodarczego i środowiskowego. Jednym z bardzo istotnych parametrów tego obszaru jest pełne wdrożenie idei miasta krótkich odległości i zaplanowanie takiego rozmieszczenia zabudowy mieszkaniowej, usługowej, biurowej i przestrzeni czasu wolnego, które pozwoli praktycznie wyeliminować w życiu codziennym konieczność korzystania z jakichkolwiek środków transportu.

Na terenie Krakowa występuje potencjał przekształcenia dawnych dzielnic przemysłowych w niskoemisyjne, inteligentne obszary o zróżnicowanym przeznaczeniu, generujące nadwyżki zielonej energii. Stworzenie obszaru dodatniego energetycznie w takich dzielnicach jest prostsze, ponieważ powstają na nich nowe, energooszczędne budynki a stare mogą zostać zmodernizowane, z zastosowaniem rozwiązań OZE, co poprawi lokalny bilans energetyczny i ułatwi dostęp do energii ze źródeł odnawialnych szerokiej grupie użytkowników.

Obszary dodatnie energetycznie w Krakowie mogłyby powstać na terenie Nowej Huty Przyszłości oraz Nowego Miasta – Rybitwy, ponieważ są to obszary, na których budowane będą nowe budynki i łatwiej będzie osiągnąć wyższe standardy energetyczne, a tym samym mniejsze zapotrzebowanie na energię.

Czynnikami sprzyjającymi powstawaniu obszarów dodatnich energetycznie są:

- Budynki znajdujące się na terenie obszaru dodatniego energetycznie powinny cechować się najniższym możliwym zapotrzebowaniem na ciepło oraz powinny być dostosowane do zastosowania instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii,

- O ile zachodzi taka możliwość, budynki będą podłączone do innowacyjnej sieci niskotemperaturowej, która dostarczy zeroemisyjną energię na potrzeby ich ogrzewania i chłodzenia. Dodatkowo zostaną zainstalowane instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii skorelowane z bankami energii/ciepła, umożliwiające pokrycie zapotrzebowania budynków w energię elektryczną oraz sprzedaż nadwyżki energii do okolicznych budynków,
- W przypadku braku możliwości podłączenia budynków do innowacyjnej sieci niskotemperaturowej, zostaną zastosowane instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii m.in. gruntowe bądź powietrzne pompy ciepła czy instalacje fotowoltaiczne skorelowane z magazynami energii bądź ciepła, pokrywające w pełni zapotrzebowanie budynków na energię elektryczną oraz ciepło. Nadwyżka energii cieplnej/elektrycznej może być dostarczana do okolicznych budynków.

11.2.4. Możliwości wytwarzania chłodu z ciepła sieciowego

W związku z rosnącymi temperaturami powietrza występującymi szczególnie w miesiącach letnich, coraz więcej budynków wykorzystuje systemy do chłodzenia, jednak dotychczas nie występuje zcentralizowana sieć dystrybucyjna chłodu.

W Gminie Miejskiej Kraków występują korzystne warunki do skojarzenia procesu wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Wykorzystanie ciepła sieciowego do produkcji chłodu pozwoli dociążyć system ciepłowniczy w okresie letnim, jednocześnie zmniejszy szczyt zapotrzebowania na energię elektryczną w chwilach maksymalnego zapotrzebowania na chłodzenie, ale może również przyczynić się do zwiększenia produkcji energii elektrycznej. Działanie to pomaga wygładzić charakterystykę nierównomierności produkcji/rozbioru ciepła w całym roku, stabilizując pracę systemu ciepłowniczego.

Ciepło wytwarzane w źródłach może być wykorzystane na produkcję chłodu u odbiorcy. Produkcja ciepła na potrzeby produkcji chłodu u odbiorców końcowych ma jednak ciągle istotne ograniczenia. Są to m.in.:

- Koszt budowy technologii układów adsorpcyjnych oraz ich serwisowania, co przy niskim zapotrzebowaniu na chłód powoduje niską opłacalność ich zastosowania,
- Zwiększanie temperatury w sieciach ciepłowniczych w stosunku do potrzeb związanych z dostawami ciepłej wody użytkowej, których wymaga technologia absorpcyjna, co powoduje, że straty ciepła nie są rekompensowane przez przychody związane ze zwiększoną sprzedażą ciepła.

Opłacalna produkcja i bezpośrednia sprzedaż chłodu wymaga bezpośredniej bliskości odbiorcy końcowego oraz dużego wolumenu sprzedaży w celu zapewnienia opłacalności ekonomicznej.

Odbiorcami chłodu sieciowego mogą być hotele, supermarkety, urzędy, szkoły, szpitale, budynki użyteczności publicznej, przemysł, handel, deweloperzy a także indywidualni odbiorcy komunalni.

Produkcję chłodu w okresie letnim łączy się najczęściej z produkcją ciepła i energii elektrycznej w układach nazywanych trigeneracyjnymi lub trójgeneracyjnymi.

Na chwilę obecną na terenie Gminy Miejskiej Kraków produkcja chłodu jest nieuzasadniona ekonomicznie oraz energetycznie. Wpływają na to wysokie koszty inwestycyjne, niska opłacalność produkcji chłodu, wynikająca z wcześniej przytoczonych ograniczeń oraz niedostosowanie większości

zasobów budowlanych na terenie gminy do odbioru chłodu z wykorzystaniem tej samej sieci przesyłowej.

11.2.5. Rozwój programu ciepłej wody użytkowej

Korzystanie z ciepłej wody użytkowej w porównaniu z indywidualnymi źródłami służącymi do podgrzewania wody tj. piecyki gazowe lub elektryczne podgrzewacze wody jest rozwiązaniem wygodnym i bezpiecznym dla użytkownika, a także ekologicznym.

Likwidacja piecyków gazowych niesie ze sobą same korzyści:

- bezpieczeństwo, ponieważ przedsięwzięcie to całkowicie wyeliminuje zagrożenie zatrucia się czadem,
- obniżenie kosztów eksploatacyjnych związanych z konserwacją, naprawami instalacji i urządzeń, ponieważ obowiązek utrzymywania ich w należytym stanie technicznym spoczywa na dostawcy ciepła,
- komfort użytkowania systemu podgrzewania wody ciepłem sieciowym. Stwarza on bowiem możliwości: jednoczesnego korzystania z ciepłej wody przez wielu użytkowników równocześnie (bez spadku temperatury), zmniejsza ilości pobieranej wody (nie trzeba czekać aż zimna woda spłynie z rur) oraz ilości powstających ścieków.

Program ciepłej wody użytkowej w Krakowie ma duży potencjał, ponieważ nie wszystkie budynki będące w zasięgu sieci ciepłowniczej korzystają z ciepłej wody użytkowej. Potencjał rozwoju tego programu jest szacowany na 106 MW mocy przyłączonej.

Ze względu na dynamiczny rozwój programu w poprzednich latach, w ciągu najbliższych lat prognozuje się dalszy rozwój programu oraz przewiduje się stałe podłączanie około 200 nowych obiektów rocznie do miejskiej sieci ciepłowniczej w zakresie programu "Ciepła woda bez piecyka".

Ze względu na obecną sytuację polityczną, politykę Unii Europejskiej (m.in. plan REPowerEU) oraz prognozowany dalszy wzrost cen gazu ziemnego, program ciepłej wody użytkowej „Ciepła woda bez piecyka” może w najbliższych latach stać się jeszcze bardziej uzasadniony ze względów ekonomicznych.

11.2.6. Magazyny energii

Magazyny energii są niezbędnym rozwiązaniem w kontekście dążenia do jak największej efektywności energetycznej oraz coraz szerszego stosowania odnawialnych źródeł energii połączonych z magazynami energii.

Konieczność akumulacji energii wynika ze zmienności w czasie zapotrzebowania na różne formy energii, okresowości dostarczania energii ze źródeł odnawialnych oraz niespójności czasowej między popytą i popytem na konkretne formy energii. Magazyny energii umożliwią efektywne wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii w warunkach funkcjonowania niezmodyfikowanej sieci energetycznej. Jest to odpowiednie rozwiązanie na czas transformacji energetycznej. Istnieją różne typy magazynów energii, różnią się one między sobą czasem akumulacji oraz technologią przechowywania energii. Wyróżnia się magazyny energii cieplnej i chemicznej, magazyny z wykorzystaniem procesów elektrochemicznych lub układów elektrycznych oraz magazyny energii mechanicznej.

Z punktu widzenia systemów grzewczych czy ciepłowniczych najbardziej istotne są magazyny ciepła. W elektrociepłowniach energia cieplna może być akumulowana w magazynach krótkotrwałych, pozwalających na pokrycie krótkich obciążeń szczytowych na ciepło. Ciepło z kotłów jest akumulowane przez czynnik grzewczy (wodę) w zasobniku ciepła (np. PGE Energia Ciepła S.A. Oddział nr 1 Kraków posiada wodny akumulator ciepła o pojemności 18000 m³), co umożliwia zwiększenie mocy cieplnej oddawanej do sieci ciepłowniczej bez konieczności uruchamiania kolejnego kotła lub zwiększania mocy pracującego kotła. W przypadku układów kogeneracyjnych magazyny oparte o podobną zasadę działania mogą być stosowane do przechowywania nadmiarowej energii cieplnej wygenerowanej przez kogenerator, pracujący z pełną mocą przez część doby w okresie letnim. Przez pozostałą część doby akumulator oddaje ciepło do sieci. Zastosowanie materiałów zmiennofazowych wkomponowanych w strukturę budynku pozwala na uzyskanie komfortu cieplnego przy mniejszym wykorzystaniu energii lub nawet bez konieczności ogrzewania i klimatyzacji. Elementy konstrukcyjne i zasobniki o dużej pojemności cieplnej powodują, że budynek staje się magazynem ciepła oraz chłodu.

Magazynowanie energii cieplnej może się odbywać również długoterminowo, poprzez gromadzenie nadmiarowego ciepła lub chłodu do późniejszego wykorzystania. Sezonowe magazynowanie energii może być realizowane w formacjach wodonośnym, w gruncie lub złożach sztucznych, dużych podziemnych zbiornikach czy też w zaadoptowanych wyrobiskach pokopalniane. Długoterminowe akumulatory ciepła umożliwią magazynowanie energii cieplnej przez okres jednego roku, co pozwala wykorzystać nadwyżkę letnią i wykorzystać ją w okresie zimowym. Jednym z rozwiązań są magazyny niskotemperaturowe akumulujące ciepło z kolektorów słonecznych wykorzystywane w małych i średnich systemach ciepłowniczych np. jako dolne źródło ciepła dla pompy ciepła.

Magazyny elektrochemiczne pozwalają na magazynowanie energii elektrycznej. Akumulatory są ładowane nadwyżkami energii elektrycznej generowanej przez odnawialne źródła energii oraz rozładowywane w przypadku zwiększonego zapotrzebowania, obok funkcji magazynowania, bilansują system elektroenergetyczny w warunkach zmienności wytwarzania. Dzięki takiemu rozwiązaniu system elektroenergetyczny oparty o źródła wytwórcze takie jak fotowoltaika jest elastyczny stabilny. Najbardziej rozpowszechnionymi magazynami elektrochemicznymi są akumulatory kwasowo-ołowiowe oraz litowo-jonowe. Akumulatory montuje się w pakietach celem skonfigurowania pożądanej pojemności lub mocy. Coraz większe zainteresowanie obserwuje się jednak w innych technologiach, takich jak akumulatory sodowo-siarkowe, które mogą dostarczać energię przez długi czas, czy akumulatory przepływowe, które pozwalają na niezależne wymiarowanie ilości zmagazynowanej energii przy stosunkowo niskich kosztach.

W kontekście zastosowania wodoru jako paliwa przyszłości istnieje potencjał magazynowania go oraz wykorzystania do odtworzenia energii elektrycznej. Proces odtwarzania następowałby w wyniku przebiegu procesów chemicznych z wykorzystaniem ogniwi paliwowych. Sama produkcja wodoru mogłaby odbywać się w procesie elektrolizy, zasilanym energią elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii.

W przypadku powstania na terenie Krakowa instalacji fotowoltaicznej dużej mocy, elektroliza wodorowa mogłaby stać się metodą zarządzania szczytową produkcją energii elektrycznej. Możliwości tego typu instalacji są jednak ograniczone przestrzenią dostępną do budowy elektrowni słonecznej oraz wymaganymi wysokimi kosztami inwestycji. Magazynowana energia mogłaby posłużyć do wykorzystania podczas okresu ze znikomym nasłonecznieniem.

W najbliższym czasie Gmina Miejska Kraków, w celu nawiązania współpracy oraz przedsięwzięcia konkretnych kroków by korzystać z magazynów energii, powinna zawrzeć współpracę z krakowskimi uczelniami i jednostkami naukowo-badawczymi w obszarze klimatu i energii, w tym w zakresie magazynowania energii i ciepła.

11.2.7. Ciepło odpadowe

Na terenie Gminy Miejskiej Kraków istnieje możliwość wykorzystania energii odpadowej w postaci instalacji pomp ciepła, wykorzystujących jako dolne źródło ciepła ścieki spływające do Zakładu Oczyszczania Ścieków Płaszów. Podobne wykorzystanie ciepła odpadowego przy pomocy pomp ciepła funkcjonuje w Szlachęcinie k. Poznania czy Czorsztynie. Ścieki dopływające do oczyszczalni są dobrym dolnym źródłem ciepła ze względu na ich temperaturę, która waha się od 12°C w okresie zimowy, do 23°C w okresie letnim oraz zazwyczaj stałą ilość ścieków dopływającą do oczyszczalni bez względu na porę roku.

Kolejną możliwością wykorzystania ciepła odpadowego jest odzyskiwanie ciepła z serwerowni zlokalizowanych na terenie Gminy Miejskiej Kraków. W przypadku odzysku ciepła z serwerowni rolę klimatyzatora pełnią wymienniki ciepła, w których gorące powietrze pobrane z centrum danych podgrzewa wodę do temperatury ok. 40°C. Zastosowane w instalacji pompy ciepła podnoszą następnie temperaturę wody do 85°C. Ciepło odpadowe uzyskane z wspomnianych wyżej źródeł może zostać wykorzystane w celu zasilenia pobliskich budynków w energię cieplną.

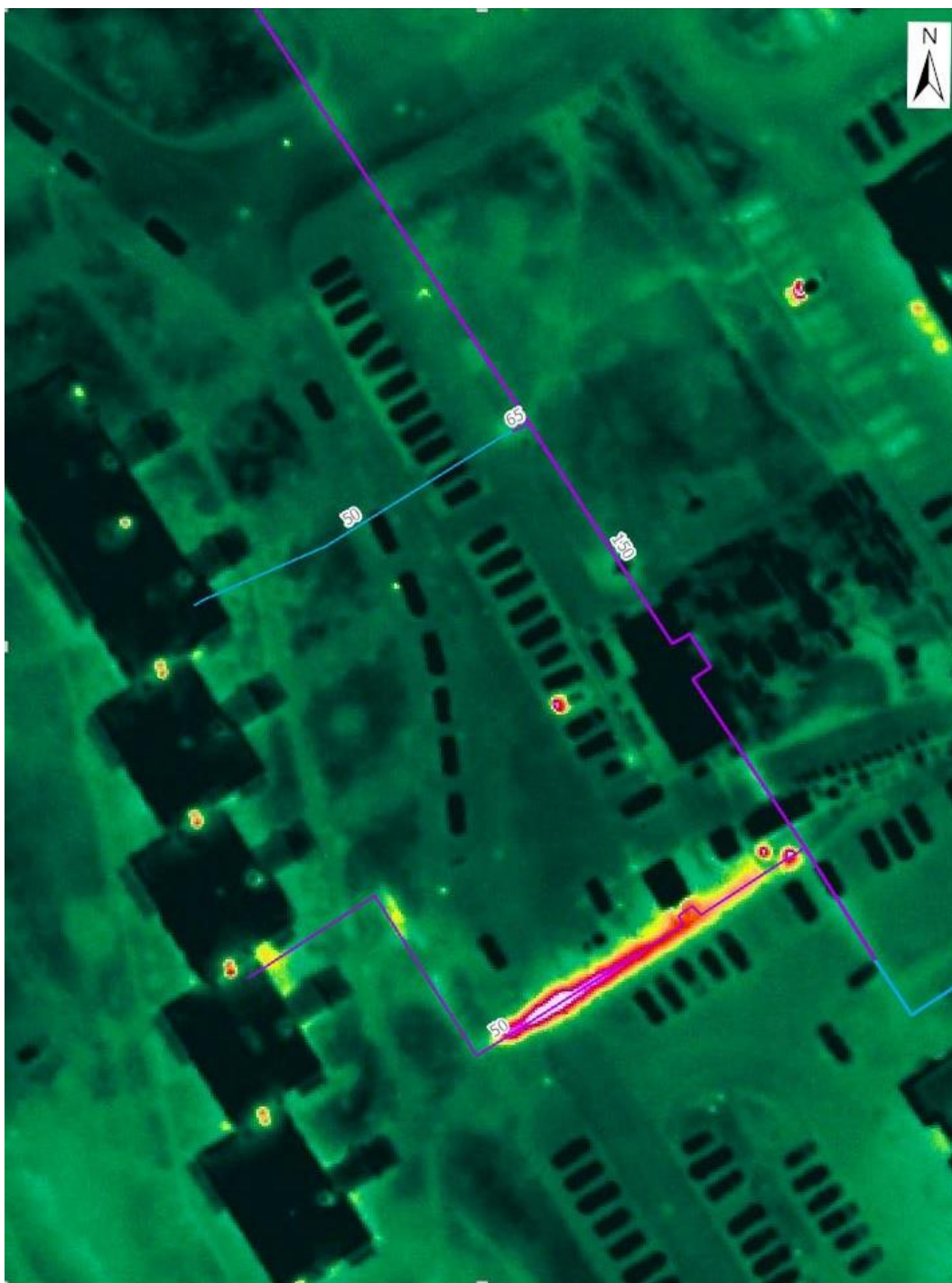
Istnieje również możliwość odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego z tuneli drogowych oraz tuneli wybudowanych na potrzeby premetra. W celu określenia ilości energii możliwej do uzyskania należy przeprowadzić szczegółową analizę.

11.2.8. Rozwój inteligentnej, niskoemisyjnej sieci ciepłowniczej

Inteligentna sieć ciepłownicza jest to sieć wyposażona w armaturę pomiarową oraz zdalnie starowaną, dzięki temu możliwy jest ciągły nadzór nad siecią i przepływem ciepła. Rozwiązanie to wykrywa punkty nieszczelności systemu, co pozwala na szybką naprawę, ograniczenie strat wody i ciepła oraz szybkie uzupełnienie zładu. Zdalny nadzór, wizualizację i sterowanie parametrów pracy urządzeń sieci ciepłowniczej i kotłowni umożliwia system nadzoru typu SCADA. Zainstalowany jest w punktach zdawczo-odbiorczych na wyjściu magistral ciepłowniczych ze źródeł oraz w kluczowych punktach sieci, tj. komorach, przepompowniach i grupowych stacjach wymienników ciepła. System monitoringu kotłowni gazowych i sieci alarmowych nowych rurociągów preizolowanych oparty jest na automatycznie wysyłanych raportach, jednak operator w każdej chwili może stworzyć raport dla danej lokalizacji w konkretnym czasie.

Zastosowanie takich rozwiązań pozwala na ograniczenie emisji CO₂ oraz ma na celu zmniejszenie ubytków wody sieciowej oraz strat ciepła. W literaturze fachowej podaje się, że efektem inteligentnego zarządzania siecią ciepłowniczą w typowy zimowy dzień jest zmniejszenie obciążenia szczytowego o około 15%.

MPEC w Krakowie przeprowadza również badania termowizyjne sieci tworząc mapę. Termowizja sieci ciepłowniczej to nowoczesna metoda, która umożliwia pozyskiwanie danych o stanie technicznym systemu ciepłowniczego.



Rysunek 75 Zdjęcie termowizyjne sieci ciepłowniczej wskazujące na awarię rurociągu (wzrostowi temperatury odpowiada kolor biały i czerwony).

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie

11.2.9. Rozwój energetyki rozproszonej – źródła wyspowe z uwzględnieniem OZE

Klasyczny system energetyczny opiera się na wytwarzaniu energii elektrycznej w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych, z których jest ona dostarczana do odbiorców końcowych poprzez linie przesyłowe wysokiego, średniego i niskiego napięcia. Obecny system energetyczny nie spełnia wyzwań stawianych przez zmiany społeczne i technologiczne takie jak m.in. rozwój energetyki odnawialnej i stałe podnoszenie świadomości ekologicznej społeczeństwa obywatelskiego. W celu uniknięcia kosztownej modernizacji infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej, zasadnym jest tworzenie wyspowych instalacji niepowiązanych z krajowym systemem energetycznym. Systemy generacji rozproszonej, dają szansę uelastycznienia procesu produkcji i konsumpcji energii na zdefiniowanym wcześniej terenie, np. klastrze energii, zakładzie produkcyjnym czy osiedlu mieszkaniowym. Umożliwia się tym samym dokładne dopasowanie mocy jednostek wytwórczych do zapotrzebowania. Przy wykorzystaniu lokalnych źródeł, zminimalizowane są straty energii na przesyłach jak również ogranicza się konieczność budowy kosztownych sieci wysokich napięć. Pozwala to obniżyć koszty jak również zwiększyć jakość przesyłanej energii oraz bezpieczeństwo energetyczne.

Wśród zalet energetyki rozproszonej wymienić należy m.in. możliwość zróżnicowania struktury własnościowej, która ułatwia wejście na rynek dla mniejszych wytwórców energii, bezpośredni kontakt producenta z odbiorcą jak również stworzy przestrzeń dla nowych modeli biznesowych. Wartość inwestycji oraz czas budowy instalacji dla generacji rozproszonej są znacznie niższe w porównaniu z energetyką konwencjonalną.

Atutem generacji rozproszonej jest możliwość budowania więzi między mieszkańcami na danym terenie, szczególnie w obszarach peryferyjnych. Ten walor wykorzystuje Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie, które buduje instalacje odnawialnych źródeł energii na obszarach znajdujących się poza zasięgiem miejskiej sieci ciepłowniczej. Działania te skupiają się na systemach dostarczania energii w oparciu o instalacje wyspowe czy układy energetyki rozproszonej wykorzystującej źródła energii odnawialnej za pomocą ogniw fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych, turbin wiatrowych a także pomp ciepła.

Obecnie w zasobie MPEC są 4 instalacje oparte na pompach ciepła, w tym 3 w skojarzeniu z fotowoltaiką, o łącznej mocy zainstalowanej 112,6kW i 33,09kW_p.

11.2.10. Rozwój energetyki społecznej oraz klastrów energetycznych

Energetyka obywatelska to nowy model korzystania z energii, w którym scentralizowane, wielkie moce wytwórcze (elektrownie zawodowe), dotychczas przesyłające energię elektryczną i ciepłą jednokierunkowo do konsumentów, są stopniowo uzupełniane (po części: zastępowane) przez rosnącą sieć rozproszonych i aktywnych użytkowników energii – prosumentów indywidualnych, działających grupowo, wirtualnie oraz wspólnot, np. spółdzielni energetycznych – właścicieli i zarządców własnych, lokalnych i odnawialnych źródeł energii.

Celem energetyki obywatelskiej jest:

- stymulowanie rozwoju lokalnej gospodarki poprzez wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych,
- wzrost świadomości energetycznej mieszkańców gminy,
- wzrost zaangażowania mieszkańców gminy w życie publiczne.

Dzięki inwestycji mieszkańców we własne indywidualne urządzenia produkujące energię ze słońca czy wiatru, stają się oni prosumentami energii oraz zmniejszają zanieczyszczenie powietrza. Rozwiązaniem kolektywnym zaś jest utworzenie wspólnoty energetycznej, która wspólnymi siłami będzie budować infrastrukturę energetyczną opartą na generacji rozproszonej. Jedną z form dostępnych w polskim prawodawstwie energetycznym pozwalającą na takie działania jest spółdzielnia energetyczna (na terenach gmin wiejskich i miejsko-wiejskich) oraz klaster energii.

W energetyce obywatelskiej/społecznej kluczowe jest „zaangażowanie lokalnej społeczności w tworzenie prawa lokalnego oraz wywieranie nacisku na władze samorządu, by te przeznaczały środki na inwestycje energetyczne. Gmina zaś powinna świadomie i rozważnie gospodarować energią na swoim terenie, jak i współpracować z wielkoskalową energetyką”.

Inną formą budowy energetyki społecznej przez mieszkańców jest udział w panelach i dyskusjach nad energetyczną przyszłością danej społeczności jak również decydowanie o lokalizacji i rodzaju inwestycji związanej z wytwarzaniem energii elektrycznej. Przejawem takich działań było zorganizowanie pierwszego w Polsce Krakowskiego Panelu Klimatycznego [24], który ~~Krakowski Panel Klimatyczny~~ był bezpośrednią formą demokracji deliberacyjnej, w której decydujący głos oddany był bezpośrednio mieszkańcom. Współuczestniczyli oni tym samym w podejmowaniu ważnych decyzji, które zaważą na najbliższej przyszłości miasta. Propozycje wypracowane podczas Krakowskiego Panelu Klimatycznego, które uzyskały minimum 80-procentowe poparcie zostały wybrane do wdrożenia. Krakowski Panel Klimatyczny poświęcony był zmianom klimatu i neutralności i klimatycznej miasta.

Efektom współpracy mieszkańców Krakowa z ekspertami energetycznymi i ekologicznymi są 32 rekomendacje dla miasta w duchu zrównoważonego rozwoju. Przykładami rekomendacji mieszkańców dla miasta są:

1. Przygotowanie **Strategii Klimatycznej Krakowa**, przedstawiającej plan dojścia do neutralności klimatycznej,
2. Opracowanie i wdrożenie **kompleksowego programu edukacyjno-informacyjnego** w zakresie wyzwań klimatycznych i środowiskowych, skierowanego do mieszkańców i mieszkańek Krakowa,
3. Utworzenie kompleksowego **punktu doradztwa energetycznego** rozszerzającego dotychczasową ofertą doradczą UMK oraz utworzenie grupy doradców energetycznych wspierających mieszkańców i mieszkanki Krakowa w realizacji inwestycji związanych z termomodernizacją i instalacją OZE,
4. Przeprowadzenie **przeгляdu budynków Gminy Miejskiej Kraków** pod względem zużycia energii oraz zastosowania odnawialnych źródeł energii i termomodernizacji,
5. Stworzenie programu **dofinansowań do zakupu i montażu instalacji odnawialnych źródeł energii** dla budynków wielorodzinnych,
6. Przygotowanie do końca 2022 roku **analizy w zakresie dostępnych terenów** w Krakowie pod względem ich wykorzystania do budowy farm fotowoltaicznych,

7. Przygotowanie i wdrożenie, po wprowadzeniu odpowiednich przepisów prawa, **pilotażowego projektu społeczności energetycznej** w Krakowie wraz zaproponowaniem terenów do jej założenia, analizą korzyści, kosztów i ograniczeń oraz przeprowadzeniem kampanii informacyjnej,
8. Podejmowanie działań na rzecz **zmiany przepisów prawa w zakresie wprowadzenia prosumenta zbiorowego** oraz ułatwienia korzystania z instalacji fotowoltaicznych w budynkach wielorodzinnych,
9. **Rozwój oferty Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej** w Krakowie oraz PGE EC na dostarczanie ciepła ekologicznego poza ekonomicznym zasięgiem tradycyjnej sieci ciepłowniczej wraz z analizą możliwości wykorzystania ciepła odpadowego i chłodu z ciepła sieciowego i inne.

Spośród 32 rekomendacji 19 jest w trakcie realizacji lub zostało zrealizowanych (np. punkt doradztwa energetycznego, Centrum Edukacji i Doradztwa Klimatycznego, cyklicznie organizowane dni otwarte dotyczące klimatu, energii i środowiska, rozwój oferty Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej na dostarczanie ciepła ekologicznego poza zasięgiem sieci ciepłowniczej).

Rekomendacje te ukazują jak ważna i pomocna jest budowa odpowiedzialnego energetycznie społeczeństwa. Przynosi to korzyści zarówno mieszkańcom, samorządom i wytwórcom energii, zwiększając akceptację społeczną oraz uniezależnienie odbiorców prądu od energetyki wielkoskalowej.

Przykładami rekomendacji mieszkańców dla miasta skierowanymi ku rozwojowi energetyki społecznej są:

1. Zapewnienie **efektywnej edukacji, informacji i doradztwa klimatycznego** na poziomie dzielnic m.in. poprzez organizowanie cyklicznych spotkań z mieszkańcami.

Proponowane działania mające na celu edukację, informacje oraz doradztwo klimatyczne na poziomie dzielnic można sukcesywnie wykonywać poprzez m.in. organizację w Centrum Edukacji Klimatycznej cyklicznych spotkań z mieszkańcami poszczególnych dzielnic. Spotkania mogłyby obejmować tematykę obecnie największe wyzwania stojące przed miastem Kraków oraz poszczególnymi dzielnicami miasta.

2. Stworzenie **przestrzeni współpracy i dialogu w zakresie transformacji klimatycznej Krakowa** z uwzględnieniem zróżnicowanych interesariuszy i zachowaniem transparentności działania.

Proponowaną przestrzeń współpracy i dialogu w zakresie transformacji klimatycznej Krakowa można zapewnić poprzez stworzenie na terenie Krakowa miejsca dialogu społecznego oraz współpracy, gdzie będą organizowane cyklicznie spotkania z mieszkańcami miasta oraz wszelkimi interesariuszami. Urząd Miasta Krakowa przy współpracy z partnerem strategicznym w ramach Paktu dla Klimatu zainicjował spotkania na temat aktualnie podejmowanych, jak również planowanych działań na rzecz klimatu i środowiska naturalnego. Inicjatywa skierowana jest do sektora krakowskiego biznesu. Na pierwsze spotkanie zostało zaproszonych 9 krakowskich przedsiębiorców. Ponieważ projekt jest w założeniu długofalowy, zaproszenia będą kierowane również do pozostałych krakowskich firm. Innym, w tym zakresie projektem realizowanym przez Gminę jest projekt Atelier Innowacji - to platforma wymiany wiedzy i doświadczeń, której zadaniem jest upowszechnienie wypracowanego w ramach projektu Atelier modelu wdrażania inteligentnych rozwiązań miejskich, zmierzających do zwiększenia lokalnej efektywności energetycznej, np. poprzez utworzenie Dystryktów Dodatnich Energetycznie (eng. Positive Energy Districts).

Miasto podjęło się również organizacji cyklu warsztatów i spotkań eksperckich (jedna z rekomendacji Panelu Klimatycznego), których celem jest wypracowanie i wdrożenie modeli społeczności energetycznych zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, z uwzględnieniem możliwych kierunków zmian legislacyjnych. W spotkaniach i warsztatach uczestniczyli mieszkańcy, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, krakowscy przedsiębiorcy, uczelnie, jednostki naukowe, organizacje pozarządowe. Tematem warsztatów między innymi było praktyczne wypracowanie modelu społeczności energetycznej dla spółdzielni lub wspólnot mieszkaniowych. Podjęte działanie angażujące mieszkańców miasta w rozwój energetyki obywatelskiej ułatwią w sposób akceptowalny społecznie przeprowadzić transformację energetyczną oraz osiągnąć cele klimatyczne.

Powyżej przytoczone rekomendacje mieszkańców dla miasta świadczą o chęci dalszego rozwoju energetyki społecznej na terenie Gminy Miejskiej Kraków. Rekomendacje te cieszyły się znacznym poparciem wśród mieszkańców, co również może świadczyć o chęci dalszego rozwoju tego rodzaju inicjatyw.

11.2.11. Rozwój elektromobilności i paliw alternatywnych

Podstawowym dokumentem związanym z elektromobilnością jest Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych [10]. Określa ona najważniejsze pojęcia związane z pojazdami oraz infrastrukturą. Wskazane zostały w niej zasady rozwoju i funkcjonowania polskiego rynku elektromobilności z uwzględnieniem jednostek prywatnych i samorządowych. Określa również obowiązki i przywileje dotyczące rynku paliw alternatywnych w kontekście infrastruktury i pojazdów.

Dodatkowym dokumentem jest Polska Strategia Wodorowa z perspektywą do roku 2040. Cel 2 Strategii przedstawia wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie. Określa cele rozwoju rynku wodorowego zarówno od strony produkcji wodoru, infrastruktury oraz pojazdów ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów transportu publicznego. Ponadto, opracowane zostały działania legislacyjne i pozalegisłacyjne mające na celu usprawnienie rozwoju tej alternatywnej ścieżki.

Elektromobilność z definicji jest całokształtem zagadnień związanych ze stosowaniem pojazdów z napędem elektrycznym. Nieodłączną jej częścią jest infrastruktura ładowania. Pod pojęciem pojazdów z napędem elektrycznym rozumie się pojazdy, które jako paliwo wykorzystują energię elektryczną magazynowaną we wbudowanych bateriach, a zasilanych z zewnętrznego źródła energii – BEV (ang. Battery Electric Vehicle). Ponadto, w ramy polskiej elektromobilności wpisują się ładowalne pojazdy hybrydowe, tak zwane PHEV (ang. Plug-in Hybrid Electric Vehicle). Dodatkowo, w ostatnim czasie zyskują na popularności pojazdy wodorowe – FCEV (ang. Fuel Cell Electric Vehicle). Pojazdy te są napędzane energią elektryczną, która w tym przypadku pochodzi z wodoru magazynowanego w specjalnie do tego przeznaczonych zbiornika w pojeździe. Wodór w procesie chemicznym, który zachodzi w ogniwach paliwowych przekształcany jest w energię elektryczną, a efektem ubocznym takiego „spalania” jest woda.

Pojazdami, które również mają istotny wpływ na rozwój elektromobilności, to urządzenia transportu osobistego, tak zwane UTO. Do tej grupy należą e-skutery, e-hulajnogi, segway, unicycle, smart boardy itp.

Warto wspomnieć również o obowiązku zarządców parkingów o uwzględnienie miejsca dla pojazdów elektrycznych na parkingach o wielkości ponad 20 aut od 1 stycznia 2025.

Sukcesywne wprowadzanie elektromobilności umożliwi ograniczenie hałasu oraz emisji niebezpiecznych związków na terenie miasta, które są efektem spalania paliw ciekłych i gazowych. W literaturze fachowej podaje się, że pomiar hałasu dla dwóch identycznych pojazdów różniących się tylko jednostką napędową, wykazał różnice na poziomie od 3 do 7 dB w zależności od prędkości pojazdu. Oznacza to obniżenie poziomu hałasu od 2 do 5 razy na korzyść pojazdów elektrycznych.

Pomimo tego, że energia elektryczna w Polsce produkowana jest prawie w $\frac{3}{4}$ z węgla, „emisja” dwutlenku węgla z pojazdu elektrycznego jest nadal około czterokrotnie mniejsza w porównaniu do średniej emisji dwutlenku węgla w kraju dla pojazdu spalinowego.

Według danych zawartych w Strategii Rozwoju Elektromobilności dla Gminy Miejskiej Kraków na początku roku 2020 na terenie Krakowa znajdowało się 19 ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Na początku roku 2022 tych stacji było już 35. Dodatkowo występują również prywatne stacje ładowania zlokalizowane na terenach domków jednorodzinnych, hoteli oraz przy restauracjach.

Planowane jest również wybudowanie w Krakowie pierwszej ogólnodostępnej stacji tankowania wodoru. W 2020 roku podpisano pomiędzy KHK S.A., MPK S.A. i Orlen S.A., dotyczącym między innymi współdziałania przy rozwoju technologii i infrastruktury tankowania pojazdów wodorem. Na chwilę obecną nie doprecyzowano jednak terminu.

Pierwsze autobusy wodorowe pojawią się wraz z pierwszymi stacjami tankowania. Na chwilę obecną nie ma jasno określonych terminów.

Tabela 67 Pojazdy o napędzie konwencjonalnym oraz elektrycznym w transporcie publicznym i komunalnym w 2019 r.

Rodzaj napędu	Rodzaj pojazdu					Suma
	Motocykle	Samochody osobowe	Samochody ciężarowe	Autobusy	Samochody specjalne	
Hybrydowe PHEV	0	1	0	1	0	2
Hybrydowe HEV	0	53	16	33	0	102
Benzyna	10	230	17	0	6	263
Olej napędowy	0	161	442	587	47	1237
Elektryczne	0	47	17	26	0	90

Źródło: Strategia Rozwoju Elektromobilności dla Gminy Miejskiej Kraków [30].

Tabela 68 Dane dot. zużycia energii elektrycznej przez MPK S.A. w latach 2018-2021.

Rok	Ilość zużytej energii elektrycznej na potrzeby zasilania pojazdów tramwajowych [MWh]	Ilość zużytej energii na potrzeby ładowania autobusów elektrycznych [MWh]
2018	82 273	267
2019	75 227	1 663
2020	67 145	1 619
2021	81 362	5 036

Źródło: MPK S.A.

Obecnie w posiadaniu MPK S.A. znajduje się jedna ładowarka elektryczna 3-fazowa o mocy 40 kW oraz 51 ładowarek 3-fazowych o mocy 55 kW.

MPK Kraków posiada obecnie ładowarki do autobusów elektrycznych o łącznej mocy ok. 8 MW, tj:

- Pętla Prądnik Biały: 1 stanowisko, moc ładowania 200kW (planowana rozbudowa do 2 stanowisk),
- Pawia: 1 stanowisko o mocy 80 kW i 1 stanowisko o mocy 160 kW (zasilanie z sieci trakcyjnej),
- Pętla Nowy Bieżanów: 3 stanowiska po 250 kW każde,
- Dworzec Główny: 1 stanowisko o mocy 80 kW,
- Pętla Osiedle Podwawelskie: 1 stanowisko o mocy 250 kW,
- Zajezdnia Wola Duchacka: 2 stanowiska o mocy 250 kW każde oraz 85 stanowisk ładowania wolnego (ok. 60 kW każde).

Ponadto do końca 2024 roku planowane jest udostępnienie 2 stanowisk ładowania na pętli Piaski Nowe (po 250 kW) oraz dwóch stanowisk na pętli Kurdwanów Nowy (po 250 kW).

MPK Kraków posiada obecnie ok. 80 pojazdów elektrycznych, a do końca 2023 r. liczba ta wynosić ma co najmniej 120 autobusów.

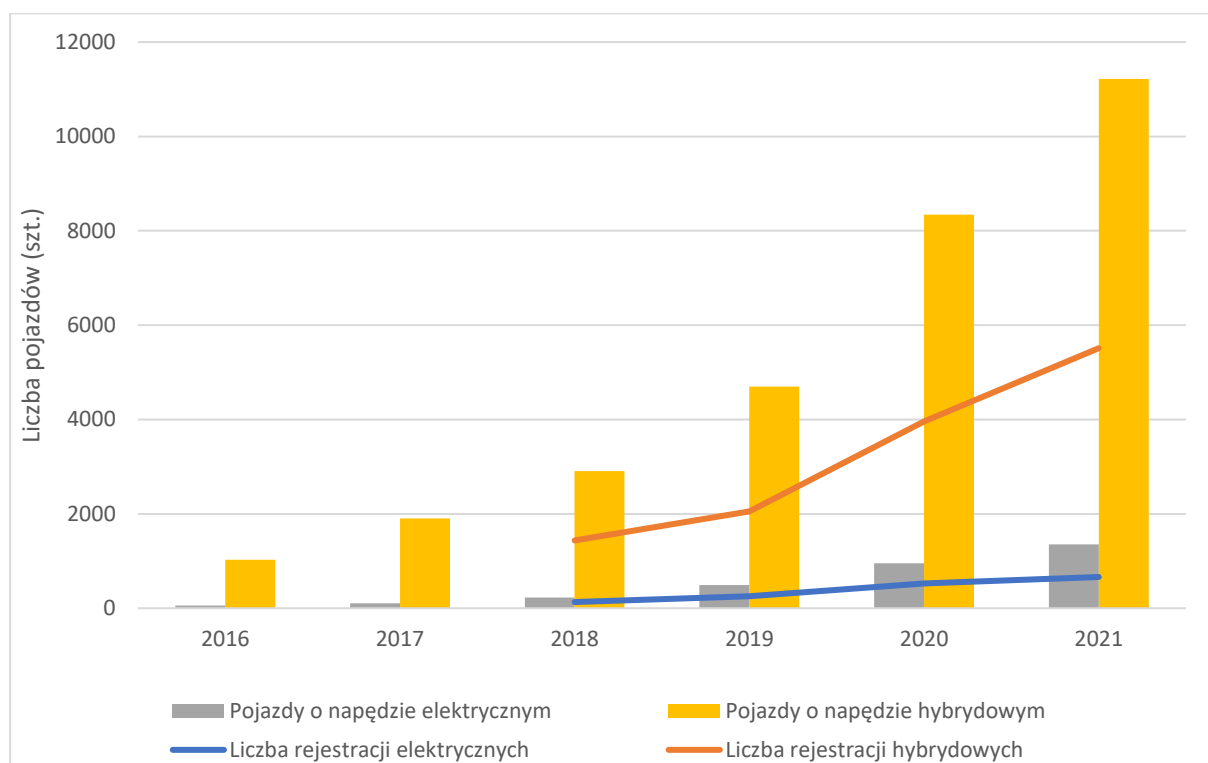
Pozostała flota pojazdów Gminy Miejskiej Kraków (UMK, spółki i jednostki Gminy, z wyłączeniem transportu zbiorowego) to ok. 1100 pojazdów, z czego ok. 13 % to pojazdy elektryczne i napędzane gazem ziemnym. Na potrzeby obsługi pojazdów elektrycznych nabyto 39 ładowarek (22kW każda). Do 2025 r. udział pojazdów spełniających wymogi ustawowe powinien wynosić co najmniej 30%.

Zgodnie z zapisami Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, należy zapewnić następujące udziały pojazdów elektrycznych lub napędzanych biometanem w taborze autobusowym:

- 10% od 2023 r. (przy obecnej liczbie pojazdów będzie to ok. 70 autobusów),
- 20% od 2025 r. (145 autobusów),
- 30% od 2028 r. (215 autobusów).

Ponadto do 2024 roku powinien zostać przeprowadzony przetarg na realizację przewozów na liniach komunikacji zbiorowej. Zgodnie z zapisami ww. ustawy, udział pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniem powinien wynosić co najmniej 32% (z czego co najmniej połowę muszą stanowić pojazdy zeroemisyjne). Obecnie nie można niestety przewidzieć, jakie pojazdy zaproponuje zwycięzca przetargu (elektryczne, czy np. gazowe) oraz gdzie będzie miał swoją bazę (tam prawdopodobnie staną potencjalne ładowarki).

Kraków jako jedno z największych miast w Polsce, z roku na rok rejestruje coraz więcej pojazdów zero i niskoemisyjnych. Wzrost zaobserwować można zarówno w obszarze transportu indywidualnego, jak i zbiorowego. W roku 2016 liczba pojazdów samochodowych elektrycznych i hybrydowych wyniosła odpowiednio 56 i 1029, natomiast w roku 2021 było ich już 1353 oraz 11 216. To dynamiczny wzrost na przestrzeni zaledwie 5 lat. Dokładne zmiany na przestrzeni lat 2016-2021 zachodzące w zakresie elektromobilności przedstawia Rysunek 76 (brak danych dotyczących liczby rejestracji w roku 2016 i 2017).



Rysunek 76 Liczba pojazdów zarejestrowanych (stan na dzień 31.12.2021) w zestawieniu z liczbą rejestracji w poszczególnych latach.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Gminę Miejską Kraków.

W przypadku transportu indywidualnego, obecnie na terenie GMK dostępnych jest 107 ogólnodostępnych punktów ładowania o mocy od 16 – 125 kW (szczegóły, w tym lokalizacje na stronie <https://eipa.udt.gov.pl/>). Są to punkty ładowania udostępniane przez podmioty prywatne. Zgodnie

z obowiązującym prawem, budowa stacji ładowania nie stanowi celu publicznego. Jedynymi punktami ładowania pojazdów elektrycznych udostępnionymi przez GMK są punkty ładowania na parkingach P+R: Kurdwanów (4 punkty ładowania), Nowy Bieżanów (2 punkty ładowania), Mały Płaszów (2 punkty ładowania). Moc każdej z ładowarek to 22kW. W najbliższym czasie planuje się oddać do użytku również 2 punkty ładowania na Parkingu P+R Mydlniki Wapiennik oraz 6 punktów ładowania na parkingu P+R Swoszowice. W ramach realizacji nowych parkingów typu P+R oddawane do użytku będą kolejne stacje ładowania.

Mając powyższe na uwadze, oraz zakładając wzrost liczby ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na terenie Krakowa, w okresie najbliższych 3 lat można założyć konieczność zarezerwowania mocy przyłączeniowej na poziomie 4-5 MW w skali miasta, na cele związane z elektromobilnością.

Główny dostawca energii elektrycznej na terenie Gmin Miejskiej Kraków TAURON Dystrybucja S.A. zobowiązany jest przez Ustawę Prawo Energetyczne [7] do publikowania wartości łącznej dostępnej mocy przyłączeniowej dla źródeł, a także planowanych zmian tych wartości w okresie kolejnych 5 lat od dnia ich publikacji, dla całej sieci przedsiębiorstwa o napięciu znamionowym powyżej 1 kV z podziałem na stacje elektroenergetyczne lub ich grupy wchodzące w skład sieci o napięciu znamionowym 110 kV i wyższym. W najbliższych latach TAURON Dystrybucja S.A. nie przewiduje problemów związanych z zachowaniem ciągłości dostaw energii elektrycznej oraz pokryciem zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną, wynikającą z dalszego rozwoju elektromobilności na terenie Gminy Miejskiej Kraków.

11.2.12. Termomodernizacja budynków

Polska przyjęła Długoterminową Strategię Renowacji Budynków (DSRB) [30] której celem jest poprawa efektywności energetycznej budynków, jakości powietrza (spadek emisji CO₂) i komfortu mieszkańców. Do funkcjonujących programów wsparcia przy termomodernizacji budynków w Krakowie zaliczamy:

- **Program „Stop smog”** – porozumienie z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej o współfinansowaniu przedsięwzięć niskoemisyjnych ze środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów. Na jego realizację w latach 2022–2024 przeznaczone jest 50 mln zł, z czego 15,5 mln zł stanowią środki własne Gminy Miejskiej Kraków. Program „Stop smog” skierowany jest do osób dotkniętych ubóstwem energetycznym i ma na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń, poprawę jakości powietrza i efektywności energetycznej budynków poprzez realizację przedsięwzięć niskoemisyjnych w budynkach jednorodzinnych. Miasto planuje, że dzięki środkom z programu uda się przeprowadzić wymianę 750 nieefektywnych źródeł ciepła oraz prawie 300 termomodernizacji budynków jednorodzinnych.

Przedsięwzięcia, na które może zostać udzielone dofinansowanie obejmują:

- likwidację urządzeń grzewczych niespełniających standardów niskoemisyjnych oraz przyłączenie budynku jednorodzinnego do sieci ciepłowniczej, elektroenergetycznej lub gazowej,
- termomodernizację budynku jednorodzinnego,

- termomodernizację budynku, jeśli równocześnie istniejące urządzenia lub systemy grzewcze spełniają standardy niskoemisyjne albo budynek jest przyłączony do sieci ciepłowniczej, gazowej lub elektroenergetycznej.
- **Program „Czyste Powietrze”** - termomodernizacja domów jednorodzinnych w Krakowie jest także realizowana w ramach programu „Czyste Powietrze”. Jednym z priorytetów programu jest wymiana nieekologicznych źródeł ciepła na nowe, bardziej ekologiczne rozwiązania. Na wymianę np. kotła węglowego na gazowy, jego zakup i montaż, możemy otrzymać dotację w ramach programu. Dofinansowanie w ramach programu „Czyste Powietrze” można otrzymać, jeżeli stary piec zostanie wymieniony na: kocioł kondensacyjny, olejowy, elektryczny, na paliwo stałe (węgiel lub biomase), dwupaliwowy zgazowujący drewno i spalający pellet drzewny; urządzenie wykorzystujące OZE, czyli pompa ciepła.
- **Termomodernizacja budynków oświatowych Gminy Miejskiej Kraków** – termomodernizacja 6 budynków oświatowych w ramach Regionalnego Programu Województwa Małopolskiego.:
 - Szkoła Podstawowa nr 58 przy ul. Pigoń 2,
 - Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 8 przy ul. Na Błonie (2 budynki tj. Szkoły Podstawowej nr 153 oraz XVIII Liceum Ogólnokształcącego),
 - Samorządowe Przedszkole nr 148 na os. Tysiąclecia 37,
 - Samorządowe Przedszkole nr 123 przy ul. Miechowity 4,
 - Szkoła Podstawowa nr 149 przy ul. Bujaka 15.

Wzrost efektywności energetycznej jest najlepszym sposobem zmniejszenia kosztów eksploatacji budynków, gdyż najtańsza jest po prostu ta energia, której się nie zużyje. Jedynym skutecznym sposobem wzrostu efektywności energetycznej w istniejących budynkach jest ich kompleksowa termomodernizacja. W realizacji strategii neutralności klimatycznej Unia Europejska przyjęła zasadę „Energy efficiency first”, co oznacza, że w pierwszej kolejności należy wykorzystać techniczno-ekonomiczny potencjał wzrostu efektywności energetycznej, a dopiero potem resztę potrzebnej energii wytworzyć w źródłach zeroemisyjnych.

Osiągnięcia założeń dot. neutralności klimatycznej w następnych latach na terenie miasta Krakowa jest niemożliwe bez niskotemperaturowych sieci ciepłowniczych. Podstawą dla obniżenia temperatury czynnika grzewczego jest zmniejszenie zapotrzebowania na moc oraz ilość energii cieplnej niezbędnej do utrzymania odpowiednich parametrów klimatu wewnętrznego u odbiorcy końcowego. Głównym zadaniem termomodernizacji jest zmniejszenie zapotrzebowania na energię użytkową (EU) do minimalnie możliwego poziomu, najczęściej ograniczonego finansowo lub technologicznie. W niektórych przypadkach kompleksowa termomodernizacja pozwala na ograniczenie strat do około 80% względem stanu przed termomodernizacją. Należy jednak podkreślić, że osiągnięcie takich efektów jest możliwe nie zawsze, a część budynków poddanych kompleksowej termomodernizacji może nie uzyskać podobnego wyniku z uwagi na wiele czynników: wymagania konserwatorskie, technologie budownictwa, usytuowanie, charakterystykę eksploatacji, etc.

Rekomendowane jest przeprowadzenie kompleksowego audytu budynków należących do GMK pod kątem ich efektywności energetycznej i zbudowanie we współpracy z dostawcami mediów zintegrowanego programu termomodernizacji i rozwoju sieci uwzględniającego wyzwania klimatyczne i ograniczenia techniczne. Brak jednolitej, wspólnej i kompleksowej bazy informacji o stanie technicznym i przeprowadzonych działaniach wszystkich budynków GMK i jej jednostek skutecznie umożliwi efektywne planowanie, wykorzystanie efektu skali i synergii działań wszystkich

interesariuszy. Budując program termomodernizacji budynków miejskich należy uwzględnić następujące uwarunkowania:

- budynek po kompleksowej termomodernizacji winien spełniać standardy WT 2021, uzależnione od EP (wskaźnika rocznego zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną) i U (współczynników przenikania ciepła) dla przegród zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065),
- w perspektywie do 2050 roku każdy budynek wybudowany przed 2021 rokiem, który dostanie zgodę konserwatora, będzie wymagać przeprowadzenia kompleksowej termomodernizacji, również budynki już poddane termomodernizacji w latach ubiegłych,
- biorąc pod uwagę światowy trend modernizacji systemów ciepłowniczych w kierunku układów niskotemperaturowych co jest uzasadnione z ekonomicznego i z technicznego punktu widzenia, przy wykonaniu kompleksowej termomodernizacji wskazana jest adaptacja do zasilania niskotemperaturowego; System centralnego ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, żeby zapewnić komfort użytkowników nawet przy utrzymaniu najniższych temperatur projektowych, przy założeniu, że temperatura czynnika grzewczego u odbiorcy końcowego nie będzie wyższa od 65 °C,
- w ramach termomodernizacji dachów i elewacji budynków konieczne jest zapewnieniu możliwości instalowania ogniw fotowoltaicznych (PV) lub kolektorów słonecznych wraz z systemami magazynowania energii w budynkach,
- w przypadkach niedotyczących budynków zabytkowych lub o dużych walorach historycznych, kulturalnych lub architektonicznych należy przeprowadzić analizę ekonomiczną i techniczną możliwości budowy nowego energooszczędnego budynku o podwyższonych parametrach efektywności energetycznej lub wykonanie tego budynku w standardzie dodatnim energetycznie na miejscu istniejącego budynku.

W ramach inicjatywy Komisji Europejskiej pod nazwą Fala renowacji przyjęto wysokie tempo termomodernizacji (3% zasobu rocznie) oraz wsparcie z wykorzystaniem środków finansowych UE:

- dalszej elektryfikacji ogrzewania budynków (w szczególności za pomocą pomp ciepła),
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w budynkach.

Urząd Miasta Krakowa planuje przystosowanie budynków do zmian klimatycznych poprzez wykonywanie termomodernizacji zarówno w budynkach mieszkalnych jak i usługowych. Wykonywanie prac termomodernizacyjnych będzie miało na celu zmniejszenie zużycia energii do minimalnego możliwego poziomu pod względem technicznym i ekonomicznym m.in. przez instalowanie urządzeń produkujących energię z OZE. W zakresie wdrażania systemów pozyskiwania energii cieplnej z OZE Zarząd Budynków Komunalnych w Krakowie współpracuje z MPEC. Spodziewane efekty wyżej wspomnianych działań to znaczne ograniczenie zapotrzebowania na energię ciepłą wśród budynków mieszkalnych i komunalnych oraz częściowe pokrycie tego zapotrzebowania oraz zapotrzebowania na energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii. Możliwe jest również tworzenie wyspowych źródeł ciepła w dalszej perspektywie.

11.2.13. Zarządzanie zużyciem energii w gminnych obiektach użyteczności publicznej

Na terenie Krakowa znajduje się 612 budynków użyteczności publicznej. Zużycie energii elektrycznej, ciepła, gazu i wody jest kwartalnie zbierane w bazie dotyczącej budynków użyteczności publicznej. Jednak samo kontrolowanie zużycia nie wystarczy, należy również analizować zbierane dane np. poprzez porównywanie zużycia w poszczególnych budynkach. Oprócz tworzenia zestawień osoby wykonujące raporty powinny również wychodzić z propozycjami działań, które mogą poprawić efektywność energetyczną w danym budynku.

Zbierane dane warto również rozszerzać opierając się nie tylko na danych od dystrybutorów, ale i odpowiednim opomiarowaniu budynków, żeby mieć ciągły wgląd w dane o zużyciu mediów. Wdrożenie takiego systemu pozwala na:

- zmniejszeniu zużycia mediów od 10% do 30%,
- bieżącą kontrolę działania instalacji w budynku,
- możliwość wczesnego wykrywania awarii pracy instalacji i urządzeń oraz zapobieganie ich wystąpieniu,
- alarmowanie o przekroczeniu dopuszczalnych wartości zużycia ciepła, energii elektrycznej oraz parametrów pracy instalacji,
- porównanie monitorowanego budynku do pozostałych,
- identyfikację obszarów do poprawy oraz zalecenia do modernizacji,
- obniżenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Tabela 69 Zużycie mediów w budynkach użyteczności publicznej w 2021 roku.

Rodzaj placówki	Jednostka	Energia elektryczna	Ciepło	Gaz
Placówki edukacyjne	MWh	14 413	8 881	17 553
Komunalne budynki mieszkalne		4 578	14 576	2 183
Służba zdrowia		6 683	11 428	-
Budynki użyteczności publicznej		16 025	33 701	6 007

Źródło: Opracowanie na podstawie monitoringu zużycia mediów w budynkach Gminy Miejskiej Kraków.

Poniżej opisano proponowany system monitorowania zużycia mediów, oparty o ciągły monitoring mediów takich jak energia elektryczna, ciepła sieciowego, szeregu czynników wewnątrz budynku (temperatury, wilgotności, lotnych związków organicznych czy dwutlenku węgla), wody oraz gazu. Sercem systemu, z punktu widzenia sprzętowego jest rejestrator. Do komunikacji z urządzeniami pomiarowymi lub wykonawczymi wykorzystuje głównie dwa protokoły komunikacyjne. Rejestrator to do poprawnego funkcjonowania potrzebuje zasilania oraz połączenia do Internetu, co umożliwi bieżące monitorowanie zużycia mediów. Rejestrator przechowuje pomiary również lokalnie na karcie SD na wypadek braku dostępu do Internetu. Proponowane urządzenia pomiarowe, które wchodziłyby w skład systemu to:

- Stacja pogodowa – instalowana na dachach budynków. Montowana na dachu budynku w niezacienionym miejscu. Pozwala na odczyt danych takich jak: temperatura zewnętrzna, naświetlenie, kierunek i prędkość wiatru, opady,
- Liczniki i analizatory energii elektrycznej - jedno lub trójfazowe urządzenia zliczające pobraną lub oddaną energię (czynną, bierną, pozorną). Najczęściej montuje się jeden analizator energii jako pomiar całego budynku (podobna funkcja co licznik rozliczeniowy),
- Ciepło sieciowe, produkcja ciepła – pomiary ciepła w instalacji najczęściej wykonywane są w jednym miejscu – zużycie na cały budynek. Instalacji ciepłomierza można podjąć się jedynie na infrastrukturze klienta w węzłach cieplnych należących do niego. Najlepiej wykonać podobny pomiar co licznik rozliczeniowy tj. pomiar przepływu na wejściu do budynku oraz pomiar temperatury wejściowej oraz temperatury wyjściowej,
- Czujniki wewnętrzne – czujniki pozwalające na pomiar temperatury, wilgotności, LZO (Lotne Związki Organiczne) lub dwutlenek węgla (CO₂). Czujniki te montowane są w miejscach, gdzie pomiary nie będą narażone na wpływ niepożądanych czynników tj. przeciągi, nagrzewanie od promieni słonecznych, zalanie wodą,
- Woda i gaz – rzadko wykonywane pomiary choć zdarzyć się mogą. W takiej sytuacji najlepiej wykorzystać istniejące urządzenia. W innym wypadku pomiary te będą mało opłacalne. W takich sytuacjach wykorzystywane są liczniki impulsów. Pozwala on na pomiar tylko jednej wartości (zużycie w m³ gazu lub wody) i zliczanie tych wartości.

11.3. Ocena aktualnego stanu powietrza na terenie GMK

Tabela 70 Wartości dopuszczalne średniorocznych stężeń substancji oraz poziomy rekomendowane przez WHO.

Substancja	Dopuszczalne wartości średniorocznych substancji [µg/m ³]	Wartości rekomendowane przez WHO [µg/m ³]
Pyły PM ₁₀	40	20
Pyły PM _{2,5}	20	10
Dwutlenek azotu (NO ₂)	40	40

Źródło: Dyrektywa CAFE, Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1; WHO.

Celem oceny jakości powietrza na terenie Gminy Miejskiej Kraków odniesiono się do Dyrektywy CAFE (Tabela 70). Tabela 71 przedstawia klasy dla poszczególnych zanieczyszczeń uzyskane w ocenie rocznej przez GIOŚ. Zaliczenie strefy do gorszej klasy (klasa C) nie oznacza, że jakość powietrza na terenie całej strefy nie spełnia określonych kryteriów. Przypisanie strefie klasy C nie oznacza także konieczności prowadzenia intensywnych działań na rzecz poprawy jakości powietrza na obszarze całej strefy. Oznacza natomiast potrzebę podjęcia odpowiednich działań w odniesieniu do wybranych obszarów w strefie (z reguły o ograniczonym zasięgu) i dla określonych zanieczyszczeń.

Tabela 71 Klasy dla poszczególnych zanieczyszczeń uzyskane w ocenie rocznej (klasa A brak przekroczeń; klasa C – przekroczenie dopuszczalnych wartości)

Substancja	SO ₂	NO ₂	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}
2014	A	C	A	C	C
2015	A	C	A	C	C
2016	A	C	A	C	C
2017	A	C	A	C	C

Substancja	SO ₂	NO ₂	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}
2018	A	C	A	C	C
2019	A	C	A	C	C
2020	A	C	A	C	C

Źródło: ROCZNA OCENA JAKOŚCI POWIETRZA w WOJEWÓDZTWIE MAŁOPOLSKIM RAPORT WOJEWÓDZKI ZA ROK 2014-2020 (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska).

Dwutlenek siarki SO₂

W raporcie opublikowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska klasyfikacja stref dla dwutlenku siarki pod kątem ochrony zdrowia została wykonana dla 2 czasów uśredniania: 1 godziny i 24 godzin. Stężenia dwutlenku siarki w latach 2018-2020 nie przekroczyły dla wymienionych czasów uśredniania poziomów dopuszczalnych wynoszących odpowiednio: 350 µg/m³ i 125 µg/m³.

Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów SO₂ na potrzeby oceny pod kątem ochrony zdrowia ludzi przedstawia Tabela 72. Dotyczą one dwóch punktów pomiarowych na terenie Krakowa w latach 2018-2020.

Tabela 72 Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów SO₂.

Lokalizacja		L>350 (S1)	25 maks. (S1) [µg/m ³]	L>125 (S24)	4 maks. (S24) [µg/m ³]
2020	Kraków, ul. Bujaka	0	20	0	13
	Kraków, ul. Bulwarowa	0	21	0	12
2019	Kraków, ul. Bujaka	0	22	0	14
	Kraków, ul. Bulwarowa	0	26	0	14
2018	Kraków, ul. Bujaka	0	29	0	20
	Kraków, ul. Bulwarowa	0	32	0	18

Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w latach 2018-2020.

Dwutlenek azotu

Klasyfikacja stref dla dwutlenku azotu pod kątem ochrony zdrowia została wykonana dla 2 czasów uśredniania: 1 godziny i roku. W latach 2018-2020 stężenia 1-godzinne dwutlenku azotu nie przekroczyły poziomu dopuszczalnego - 200 µg/m³. Dlatego też dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu 18 razy w roku kalendarzowym nie została przekroczona. Natomiast przekroczone zostały poziomy dopuszczalnego stężenia średniorocznego na stacjach komunikacyjnych w Krakowie - mieściły się powyżej wartości dopuszczalnej - 40 µg/m³.

Tabela 73 Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów NO₂.

Lokalizacja		Średnia Sa [µg/m ³]	L>200 (S1)	19 maks. (S1) [µg/m ³]
2020	Kraków, Aleja Krasińskiego	49	0	123
	Kraków, ul. Bujaka	29	0	106
	Kraków, ul. Bulwarowa	23	0	80
	Kraków, ul. Dietla	31	0	95
2019	Kraków, Aleja Krasińskiego	57	0	136
	Kraków, ul. Bujaka	32	0	112

	Kraków, ul. Bulwarowa	25	0	89
	Kraków, ul. Dietla	41	0	119
2018	Kraków, Aleja Krasińskiego	61	0	151
	Kraków, ul. Bujaka	32	0	120
	Kraków, ul. Bulwarowa	27	0	93
	Kraków, ul. Dietla	41	0	127

Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w latach 2018-2020.

Tlenek węgla

Wielkości stężeń CO w latach 2018-2020 na obszarze Krakowa były znacznie mniejsze od poziomu dopuszczalnego (10 mg/m³) wyrażonego wartością stężenia maksymalnego ze średnich 8-godzinnych krocących. Pomiary w Krakowie były wykonywane na 2 stanowiskach pomiarowych.

Tabela 74 Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów CO.

Lokalizacja		S8max [mg/m ³]
2020	Kraków, Aleja Krasińskiego	3
	Kraków, ul. Bulwarowa	2
2019	Kraków, Aleja Krasińskiego	3
	Kraków, ul. Bulwarowa	2
2018	Kraków, Aleja Krasińskiego	3
	Kraków, ul. Bulwarowa	3

Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w latach 2018-2020.

Pył zawieszony PM₁₀

W raporcie opublikowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska dla okresu 2018-2020 klasyfikacja stref dla pyłu zawieszonego PM₁₀ została wykonana na podstawie pomiarów prowadzonych na stałych stanowiskach pomiarowych dla 24-godzinnego czasu uśredniania stężeń (35 dni) oraz normy rocznej – 40 µg/m³. Do oceny jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM₁₀ wykorzystano serie pomiarowe z 8 lub 7 stanowisk. Wartości średnioroczne zostały przekroczone okazjonalnie natomiast dla 24-godzinnego uśredniania zostały przekroczone na każdej stacji. Widać jednak tendencję spadkową mierzonych stężeń na przestrzeni ostatnich 3 lat.

Tabela 75 Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów stężenia pyłu PM₁₀.

Lokalizacja		Średnia Sa [µg/m ³]	L>50 (S24)	36 maks. (S24) [µg/m ³]
2020	Kraków, Al. Krasińskiego	38	67	69
	Kraków, ul. Bujaka	31	47	57
	Kraków, ul. Bulwarowa	30	47	54
	Kraków, ul. Dietla	26	32	48
	Kraków, os. Piastów	28	36	51
	Kraków, os. Swoszowice	27	34	50
	Kraków, os. Wadów	26	29	48
	Kraków, ul. Złoty Róg	29	43	54
2019	Kraków, Al. Krasińskiego	50	125	84
	Kraków, ul. Bujaka	35	68	64

Lokalizacja		Średnia Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	L>50 (S24)	36 maks. (S24) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Kraków, ul. Bulwarowa	34	63	62
	Kraków, ul. Dietla	35	57	60
	Kraków, os. Piastów	31	52	58
	Kraków, os. Swoszowice	31	49	55
	Kraków, os. Wadów	29	40	54
	Kraków, ul. Złoty Róg	35	65	62
2018	Kraków, Al. Krasińskiego	56	161	94
	Kraków, ul. Bujaka	43	92	83
	Kraków, ul. Bulwarowa	37	68	77
	Kraków, ul. Dietla	47	103	88
	Kraków, os. Piastów	36	69	69
	Kraków, os. Wadów	33	58	64
	Kraków, ul. Złoty Róg	42	96	81

Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w latach 2018-2020.

Pył zawieszony PM_{2,5}

Klasyfikację stref dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} wykonano na podstawie pomiarów prowadzonych na stałych stanowiskach pomiarowych w odniesieniu do normy rocznej (faza II -20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – obowiązująca od dnia 1 stycznia 2020 r. i faza I - 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - obowiązująca do dnia 31 grudnia 2019 r.). Pomiar pyłu PM_{2,5} były prowadzone na 3 stanowiskach pomiarowych w Krakowie. W roku 2020 wartości dopuszczalne wciąż pozostają przekroczone jednak widać tendencję spadkową otrzymanych wyników w wykonywanych pomiarach.

Tabela 76 Parametry statystyczne obliczone na podstawie serii wyników pomiarów PM_{2,5}.

Lokalizacja		Średnia Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2020	Aleja Krasińskiego	24
	ul. Bulwarowa	21
	os. Piastów	21
2019	Aleja Krasińskiego	29
	ul. Bulwarowa	25
	os. Piastów	22
2018	Aleja Krasińskiego	39
	ul. Bulwarowa	31
	os. Piastów	27

Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w latach 2018-2020.

W ramach działań związanych z jakością powietrza na terenie Gminy Miejskiej Kraków by ułatwić mieszkańcom dostęp do informacji na stronie internetowej GMK udostępniana jest informacja o obecnym stanie jakości powietrza. Stworzono również aplikację dostępną na telefony komórkowe „Powietrze Kraków 2.0”. Aplikacja powietrze Kraków ma 3 podstawowe funkcje:

- pokazuje aktualny stan powietrza (średnią dla miasta) z możliwością wyboru konkretnej stacji pomiarowej, informacje liczbowe są ilustrowane ikonkami, które rekomendują dany rodzaj ruchu,
- w aplikacji jest zamieszczona baza wiedzy, informację o zanieczyszczeniach, podjęte działania w walce ze smogiem,
- aplikacja ma też możliwość wysyłania raportów stworzonych przez użytkowników.

Na terenie Gminy Miejskiej Kraków znajdują się również tablice multimedialne pokazujące zanieczyszczenie powietrza pyłami PM_{2,5} oraz określające stan powietrza.

11.4. Plan działań w zakresie minimalizacji zanieczyszczeń powietrza

Gmina Miejska Kraków prowadzi bardzo restrykcyjną politykę dotyczącą jakości powietrza. W tym celu na przestrzeni ostatnich lat zlikwidowane zostały indywidualne źródła ciepła zasilane paliwami stałymi. Uchwałą NR XXXVI/916/20 Rady Miasta Krakowa z dnia 26 lutego 2020 r. przyjęto Programu likwidacji instalacji grzewczych na paliwo stałe. W 2021 roku liczba potencjalnie czynnych palenisk zasilanych paliwami stałymi wynosiła w przybliżeniu 900 szt. Szacuje się, że w ostatnich latach na terenie Gminy Miejskiej Kraków zlikwidowano około 45 tys. kotłów zasilanych paliwami stałymi.

Jednak indywidualne źródła ciepła nie są jedynymi emitarami zanieczyszczeń.

Kolejnym wyzwaniem dotyczącym poprawy jakości powietrza jest minimalizacja zanieczyszczeń pochodzących z transportu. W tym celu Gmina Miejska Kraków realizuje projekt CARES, w ramach projektu zostały już dwukrotnie zmierzono emisję zanieczyszczeń z pojazdów poruszających się po Krakowie. Posiadanie takich danych pozwala Miastu na podjęcie inicjatyw takich jak wprowadzenie Strefy Czystego Transportu (SCT), czyli obszaru, po którym będą mogły poruszać się pojazdy spełniające odpowiednie wymogi. Takie działanie pozwoli realnie poprawić jakość powietrza, dzięki ograniczeniu emisji zanieczyszczeń pochodzącej ze spalin. Dla mieszkańców i przedsiębiorców strefy SCT będzie zaproponowane wsparcie w zamian za wyrejestrowanie pojazdu spalinowego, który nie będzie spełniał norm, wjazdu do niniejszej strefy. Normy te będą się zmieniały etapowo na bardziej restrykcyjne, a równocześnie obszar strefy będzie się rozrastał.

23 listopada Rada Miasta Krakowa przyjęła uchwałę w sprawie ustanowienia Strefy Czystego Transportu w Krakowie

Poza STC na terenie Krakowa w celu zminimalizowania zanieczyszczeń emitowanych przez transport będzie prowadzona reorganizacja ruchu, ponieważ jak wskazuje pracowanie „Ocena efektów w zakresie poprawy jakości powietrza w Krakowie poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na przykładzie wybranych kanionów ulicznych - badania wstępne” wykonane dla sześciu ulic w Krakowie, wskazują, że ograniczenie ruchu pojazdów o normie poniżej EURO 6 daje najlepszy efekt. Mniej skutecznym, ale najmniej inwazyjnym sposobem redukcji emisji jest ograniczenie dopuszczalnej prędkości (Wprowadzenie strefy „Tempo 30” lub zmniejszenie dopuszczalnej prędkości o 10-20 km/h).

Miasto w ramach projektu Klimatyczny Kwartał, którego celem jest stworzenie Miasta 15-minutowego, czyli takiego w którym możliwe jest spełnienie wszystkich potrzeb życiowych mieszkańców w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca zamieszkania, bez konieczności odbywania zbędnych podróży na dłuższe odległości. Początkowo został wybrany obszar, na którym przeanalizowano dostępność poszczególnych usług, oszacowano braki, żeby podjąć działania mające na celu poprawę dostępności brakujących usług. Działania projektu Klimatyczny Kwartał poprzez

wprowadzone zmiany pozwolą redukcję emisji CO₂ oraz innych zanieczyszczeń, które negatywnie wpływają na zdrowie i jakość życia. Obszar Klimatycznego Kwartału jest ograniczony ulicą Dietla, Grzegórzecką, Aleją Daszyńskiego i rzeką Wisłą.

Głównymi zadaniami jakie będą realizowane w ramach projektu są:

- przywrócenie rezydencyjnego charakteru ul. Dietla,
- zdefiniowanie funkcji zrewitalizowanej ul. Krakowskiej,
- rewitalizacja Placu Wolnica,
- stworzenie ulic ogrodów,
- przebudowa i rewitalizacja Placu Nowego,
- przebudowa i rewitalizacja ul. Starowiślniej,
- park Kolejowy i rowerostrada,
- zielony Plac Grzegórzecki SKA.

11.5. Transformacja w kierunku neutralności klimatycznej miasta nie później niż do 2050 r.

W lipcu 2021 r. Komisja Europejska przyjęła pakiet propozycji legislacyjnych dotyczący pakietu klimatycznego „Fit for 55”. W ramach Europejskiego Zielonego Ładu, wraz z Europejskim Prawem o Klimacie, UE wyznaczyła sobie wiążący cel osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. Wymaga to znacznego spadku obecnych poziomów emisji gazów cieplarnianych w nadchodzących dziesięcioleciach. Jako pośredni krok w kierunku neutralności klimatycznej UE podniosła swoje ambicje klimatyczne na 2030 r., zobowiązując się do ograniczenia emisji o co najmniej 55% do 2030 r. Względem poziomu z 1990 r. Gmina Miejska Kraków mając świadomość wyzwania, jakie stawia przed nami globalne ocieplenie, które niesie za sobą długotrwałe zmiany klimatu podjęła się tego ambitnego celu: osiągnięcia neutralności klimatycznej w 2050 roku. Dodatkowo działania te mają sprawić, że za 20-30 lat (przy sprzyjającej polityce krajowej) stanie się on czystszy i bardziej przyjaznym miejscem do życia. W ramach realizacji zadania Gmina Miejska Kraków wdrożyła poniższe projekty:

- Krakowski Panel Klimatyczny,
- Zeroemisyjny Kraków,
- Młodzi dla klimatu,
- Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu,
- ATELIER,
- Gospodarka o obiegu zamkniętym.

Krakowski Panel Klimatyczny ma na celu zwiększenie zainteresowania społecznego kryzysem klimatycznym i wywołanie dyskusji, zbudowanie społeczności wspierającej transformację klimatyczną, złożonej z: mieszkańców, ekspertów, organizacji społecznych i przedsiębiorców.

Zeroemisyjny Kraków jest to projekt zgodny z przyjętą Strategią Rozwoju Krakowa 2030, która zakłada stworzenie Miasta przyjaznego do życia i koncentruje się na poprawie jakości powietrza, mobilności miejskiej (wydajny i ekologiczny system transportowy), efektywności energetycznej budynków, jakości terenów zielonych i wzrostem ich dostępności, świadomości ekologicznej/klimatycznej mieszkańców.

Powstanie Planu adaptacji Miasta Krakowa jest konsekwencją długofalowej polityki władz miasta, mającej na celu ograniczenie negatywnych skutków zmian klimatu. Miasto zrealizowało jak dotąd kilka programów sektorowych w różnych obszarach, jak np. w zakresie poprawy stanu środowiska przyrodniczego czy dostępności komunikacyjnej. Plan adaptacji miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030 powstał w oparciu o porozumienie zawarte w lipcu 2015 r. pomiędzy Gminą Miejską Kraków a Ministerstwem Środowiska, w którym zadeklarowano udział w projekcie „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców”.

Projekt ATELIER to inicjatywa mająca na celu stworzenie wizji Krakowa jako miasta neutralnego klimatycznie, z Centrum Innowacji Atelier. Jej celem jest zaprojektowanie długofalowej strategii transformacji energetycznej w oparciu o ideę Dystryktów Dodatnich Energetycznie, z ramami czasowymi wykraczającymi poza czas trwania samego projektu Atelier.

W 2018 roku Gmina uczestniczyła w Programie Circular Cities Polska, którego efektem było opracowanie Cyrkularnej Strategii dla Krakowa, zawierającej założenia wdrażania gospodarki cyrkularnej w Gminie Miejskiej Kraków. Gospodarka o obiegu zamkniętym to koncepcja według której

produkty, materiały oraz surowce powinny pozostawać w gospodarce tak długo, jak to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane.

Program był realizowany w trzech fazach:

- analiza i modelowanie,
- tworzenie wizji i identyfikacja wskaźników,
- opracowanie strategii GOZ.

Opracowana strategia o obiegu zamkniętym (GOZ) w Krakowie zakłada 24 działania podzielone na 4 sektory:

1. Miasto o cyrkularnym metabolizmie:
 1. Wzmocnienie kultury Krakowa w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym,
 2. Dawanie dobrego przykładu,
 3. Poprawa logistyki i infrastruktury cyrkularnej w Krakowie,
 4. Wykorzystanie strumieni odpadów.
2. Dobrze skomunikowane miasto propagujące kulturę kreatywności i innowacji:
 1. Pogłębienie wiedzy społeczeństwa nt. gospodarki o obiegu zamkniętym,
 2. Wykorzystanie innowacyjnego potencjału współpracy międzysektorowej,
 3. Wspieranie innowacji i świadomości między sektorowej,
 4. Zmniejszenie wpływu krakowskiego sektora turystycznego.
3. Zrównoważone, zróżnicowane i sprzyjające włączeniu społecznemu budownictwo:
 1. Przekształcenie istniejących zasobów budowlanych,
 2. Zmniejszenie dużego wpływu materiałów konstrukcyjnych,
 3. Włączenie zasad cyrkularnych przy nowych budowach.
4. Miasto z ekosystemem przyjaznym dla ludzi i innych gatunków:
 1. Stworzenie terenów zielonych dostępnych dla wszystkich mieszkańców,
 2. Ochrona środowiska naturalnego wysokiej wartości,
 3. Promowanie rozwiązań opartych na naturze.

W opracowanym dokumencie zaproponowano następujące wytyczne:

Do 2050 roku Kraków:

- Eliminuje składowiska odpadów,
- Osiąga 100% energii odnawialnej,
- Jest miastem zero waste.

Dobrymi kierunkami przybliżającymi Kraków do założeń Europejskiego Zielonego Ładu oraz pakietu Fit for 55 są inicjatywy ograniczające emisję CO₂. Do takich przedsięwzięć można zaliczyć powszechne stosowanie źródeł energii np. na połączeniach budynków użyteczności publicznej, w obiektach mieszkalnictwa i w obiektach przedsiębiorstw, wprowadzenie transportu niskoemisyjnego oraz infrastruktury i paliw z nim powiązanych, redukcji ilości strat energii oraz stosowanie energooszczędnych technologii, poprawa efektywności energetycznej budynków poprzez ich termomodernizację, racjonalne użytkowanie energii przez odbiorców końcowych oraz rozwój i ochrona naturalnych pochłaniaczy dwutlenku węgla. Część z wymienionych działań została już podjęta na terenie miasta Kraków, jednak by osiągnąć przyjęty cel neutralności klimatycznej takie przedsięwzięcia należy kontynuować i rozwijać.

Wymienione kierunki postępowania pozwalające osiągnąć zeroemisyjność do 2050 roku przez miasto Kraków zbiegają się z założeniami proponowanego Scenariusza 1.

12. Prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną, ciepło i gaz

Na potrzeby „Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038” stworzono 3 Scenariusze zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną oraz gaz ziemny:

- **Scenariusz 1** – bazowy, najbardziej prawdopodobny scenariusz rozwoju miasta,
- **Scenariusz 2** – stworzony w celu przeprowadzenia analizy kształtowania się zapotrzebowania Gminy Miejskiej Kraków na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe w przypadku nie spełnienia wymagań unijnego oraz krajowego prawodawstwa oraz planów rozwojowych wytwórców energii. Ze względu na małe prawdopodobieństwo takiego rozwoju sytuacji oraz sprzecznością z planami rozwojowymi Miasta, Scenariusz ten nie został szczegółowo opisany,
- **Scenariusz 3** – stworzony w celu przeanalizowania wpływu liczby ludności na zapotrzebowanie na media. Przedstawia on zapotrzebowanie na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe w przypadku stałego rozwoju demograficznego miasta. Ze względu na małe prawdopodobieństwo takiego rozwoju sytuacji oraz sprzecznością z planami rozwojowymi Miasta, Scenariusz ten nie został szczegółowo opisany.

Stanem wyjściowym do opracowania scenariuszy były dane z lat 2016-2021. Dane pochodziły głównie od GMK oraz interesariuszy. Ze względu na uwzględnienie zarówno prawodawstwa krajowego jak i prawodawstwa unijnego [3,4,5,6] przedłużono okres, w którym dokonano prognozy w wyszczególnionych Scenariuszach do 2050 r.

W celu skuteczniejszego zobrazowania zużycia wyszczególnionych mediów na obszarze Miasta Kraków, wyodrębniono następujące obszary:

- Zasoby budowlane,
- Oświetlenie miejskie oraz transport.

W proponowanych Scenariuszach przyjęto szereg założeń w celu uzyskania wiarygodnych analiz oraz maksymalizacji dokładności wyników:

- Ze względu na postępujący wzrost popularności elektromobilności prywatnej oraz ustawodawstwo unijne dotyczące zakazu sprzedaży silników spalinowych, aspekt elektromobilności prywatnej oraz wynikającego z niego zapotrzebowania na energię elektryczną został uwzględniony w analizie w postaci ostrożnych szacunków;
- Przy ocenie zapotrzebowania na energię ciepłą zasobów budowlanych na terenie Krakowa punktem wyjściowym zużycia energii cieplnej było rzeczywiste zapotrzebowanie na energię przeliczone na rok standardowy przy pomocy statystycznych danych klimatycznych do obliczeń energetycznych budynków, opublikowanych przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju;
- Zapotrzebowanie na energię ciepłą końcową w roku wyjściowym (2021) obejmuje całe zasoby budowlane miasta, zgodnie ze stanem na grudzień 2021 według bazy EGIB;
- Zapotrzebowanie na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe w przemyśle (m.in. kombinat ArcelorMittal) nie zostało uwzględnione w Scenariuszach ze względu na odmienne prawodawstwo unijne dotyczące przemysłu oraz ze względu na zawieranie indywidualnych umów na dostawy wyszczególnionych mediów;

- Założony został wzrost efektywności energetycznej urządzeń wykorzystujących energię elektryczną o 0,5 % w skali roku ze względu na dynamicznie zmieniające się prawodawstwo unijne dotyczące efektywności energetycznej.

W poniższym opracowaniu przedstawiono **Scenariusz 1 bazowy**, który jest scenariuszem przedstawiającym najbardziej prawdopodobny rozwój miasta w latach 2022-2050.

W ramach **Scenariusza 1 bazowego** najbardziej prawdopodobny rozwój miasta rozumiany jest jako:

- **Liczba mieszkańców** Miasta Kraków najbliższych latach będzie nieznacznie maleć (średnio o 0,1%), natomiast w latach 2040 - 2050 zakłada się wzrost liczby mieszkańców (średnio o 0,13%),
- **Stopniowy wzrost powierzchni budynków** spełniających najwyższe standardy energetyczne. Zakłada się, że roczny przyrost powierzchni użytkowej nowych budynków oszacowany na podstawie trendu ostatnich lat wyniesie 1,5% w skali roku do 2030, a następnie wyniesie 1%,
- **Kompleksowa termomodernizacja budynków** przebiegać będzie zgodnie z Długoterminową Strategią Renowacji (DSRB) [30] do 3% powierzchni budynków rocznie do standardu określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021. Od 2041 r. do 2050 r. budynki będą termomodernizowane do bardziej rygorystycznego standardu, aniżeli określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021. Wspomniany zaostrzony standard został przyjęty na podstawie wiedzy eksperckiej,
- **Stopniowy ubytek powierzchni zasobów budowlanych** z pominięciem budynków zabytkowych spowodowany rozbiórką zasobów budowlanych. Zakłada się, że roczny spadek powierzchni użytkowej budynków wyniesie 0,3% w skali analizowanego roku,
- **Do 2050 r. sieć ciepłownicza będzie funkcjonować**, spełni wymogi efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie ze zmienną definicją zawartą w pakiecie „Fit for 55” [3] oraz stanie się zeroemisyjna do 2050 r.

Założenia przyjęte przy tworzeniu Scenariusza 1 bazowego zostały szczegółowo opisane w rozdziale 12.1 Założenia przyjęte dla Scenariuszy 2 oraz 3, które nie zostały wymienione poniżej, są tożsame z założeniami dla Scenariusza 1 bazowego opisanymi w rozdziale 12.1.

W ramach **Scenariusza 2** założono mniej dynamiczny rozwój społeczno-ekonomiczny gminy oraz mniejsze inwestycje w źródła wytwórcze systemu ciepłowniczego oraz termomodernizację zasobów budowlanych. Największe zmiany w wyszczególnionym Scenariuszu dotyczyły systemu ciepłowniczego, w którym założono brak znaczących inwestycji w źródła wytwórcze energii cieplnej po 2035 r.

Do głównych założeń dokonanych przy opracowaniu **Scenariusza 2** rozwoju miasta można zaliczyć:

- **Liczba mieszkańców** Miasta Kraków w latach 2022 - 2050 będzie maleć (średnio o 0,21%). Powyższe założenie zostało przyjęte na podstawie skorygowanej prognozy Głównego Urzędu Statystycznego,
- **Stopniowy wzrost powierzchni budynków** spełniających najwyższe standardy energetyczne. Zakłada się, że roczny przyrost powierzchni użytkowej nowych budynków oszacowany wyniesie 0,5% w skali roku do 2030, a następnie wyniesie 0,25%,
- **Stopniowy ubytek powierzchni zasobów budowlanych** z pominięciem budynków zabytkowych spowodowany rozbiórką zasobów budowlanych. Zakłada się, że roczny spadek powierzchni użytkowej budynków wyniesie 0,3% w skali analizowanego roku,

- **Kompleksowa termomodernizacja budynków** przebiegać będzie wolniej niż w tempie określonym w Długoterminowej Strategii Renowacji Budynków (DSRB) [30] do 1% powierzchni budynków rocznie do standardu określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021,
- **Wszystkie nowe budynki w zasięgu sieci zostają podłączone** do sieci ciepłowniczej w latach 2023-2035. Podłączanie nowo wybudowanych zasobów budowlanych po roku 2035 będzie niemożliwe ze względu na nie spełnienie wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego. System ciepłowniczy po 2035 r. zaopatrywał będzie budynki dotychczas podłączone do systemu,
- **Do 2050 r. sieć ciepłownicza będzie funkcjonować**, nie spełni wymogów efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie ze zmienną definicją zawartą w pakiecie „Fit for 55” od 2035 r. oraz nie staje się zeroemisyjna [3]. Wynikać to będzie ze zmiany definicji efektywnego systemu ciepłowniczego, która od 2035 r. nie uwzględnia udziału wysokosprawnej kogeneracji w produkcji ciepła. W celu spełnienia wymagań stawianych przez definicję, od 2035 r. produkcja ciepła w systemie ciepłowniczym ma się opierać na instalacjach wykorzystujących odnawialne źródła energii. Wyszczególniony Scenariusz zakłada brak możliwości spełnienia tego wymagania ze względów technicznych bądź ekonomicznych.

Do głównych założeń dokonanych przy opracowaniu **Scenariusza 3** rozwoju miasta można zaliczyć:

- **Liczba mieszkańców** Gminy Miejskiej Kraków w latach 2022 - 2050 będzie nieznacznie rosnąć (średnio o 0,09%). Powyższe założenie zostało przyjęte na podstawie obserwowanego wzrostu liczby mieszkańców Miasta Kraków w ostatnich latach,
- **Stopniowy wzrost powierzchni budynków** spełniających najwyższe standardy energetyczne. Zakłada się, że roczny przyrost powierzchni użytkowej nowych wyniesie 2,5% w skali roku do 2030, a następnie wyniesie 1%,
- **Kompleksowa termomodernizacja budynków** przebiegać będzie zgodnie z Długoterminową Strategią Renowacji Budynków (DSRB) [30] do 3% powierzchni budynków rocznie do standardu określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021,
- Do 2050 r. sieć ciepłownicza będzie funkcjonować, spełni wymogi efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie ze zmienną definicją zawartą w pakiecie „Fit for 55” oraz stanie się zeroemisyjna [3].

12.1. Scenariusze rozwoju miasta i wybór scenariusza bazowego

W ramach Scenariusza 1 bazowego założono najbardziej prawdopodobny rozwój miasta rozumiany jako:

- **Liczba mieszkańców** Miasta Kraków najbliższych latach będzie nieznacznie maleć (średnio o 0,1%), natomiast w latach 2040 - 2050 zakłada się wzrost liczby mieszkańców (średnio o 0,13%),
- **Stopniowy wzrost powierzchni budynków** spełniających najwyższe standardy energetyczne. Zakłada się, że roczny przyrost powierzchni użytkowej nowych budynków oszacowany na podstawie trendu ostatnich lat wyniesie 1,5% w skali roku do 2030, a następnie wyniesie 1%. w celu oszacowania wyżej wspomnianego trendu przeprowadzono oddzielne analizy,
- **Stopniowy ubytek powierzchni zasobów budowlanych** z pominięciem budynków zabytkowych spowodowany rozbiórką zasobów budowlanych. Zakłada się, że roczny spadek powierzchni użytkowej budynków wyniesie 0,3% w skali analizowanego roku,

- **Kompleksowa termomodernizacja budynków** przebiegać będzie zgodnie z Długoterminową Strategią Renowacji (DSRB) [30] do 3% powierzchni budynków rocznie do standardu określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021. Od 2041 r. do 2050 r. budynki będą termomodernizowane do bardziej rygorystycznego standardu, aniżeli określonego w Warunkach Technicznych na rok 2021. Wspomniany zaostrożony standard został przyjęty na podstawie wiedzy eksperckiej,
- **W pierwszej kolejności termomodernizacji** poddane zostaną zasoby budowlane posiadające największe zapotrzebowanie na energię ciepłą,
- **W nowym budownictwie spełniającym warunki** określone w Warunkach Technicznych dla roku 2021 oraz dla zaostrożonego standardu przyjętego zgodnie z wiedzą ekspercką standardu zastosowana będzie wentylacja mechaniczna z rekuperacją,
- **Zgodnie z założeniami planu Komisji Europejskiej „RePowerEU”** [31], od 2027 r. istniał będzie zakaz montażu kotłów gazowych w nowym budownictwie. Na potrzeby obliczeń przyjęto rok graniczny 2030, ze względu na czas konieczny na implementację oraz egzekwowanie założeń,
- **Wszystkie nowe budynki w zasięgu sieci** zostają podłączone do sieci ciepłowniczej przez cały analizowany okres,
- **Nowo wybudowane budynki pozostające poza zasięgiem sieci** ciepłowniczej będą zasilane w energię ciepłą do 2030 r. poprzez kotły gazowe oraz pompy ciepła, a po 2030 r. tylko poprzez pompy ciepła oraz ogrzewanie elektryczne,
- **Do 2050 r. sieć ciepłownicza będzie funkcjonować**, spełni wymogi efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie ze zmienną definicją zawartą w pakiecie „Fit for 55” [3] oraz stanie się zeroemisyjna do 2050 r. System ciepłowniczy ze względu na spełnienie definicji efektywnego systemu ciepłowniczego w 2050 r. będzie pozyskiwać energię ciepłą z instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii oraz energii odpadowej, przez co stanie się zeroemisyjny,
- **Wymiana sodowych źródeł światła** w systemie oświetlenia ulicznego na źródła LED będzie prowadzona zgodnie z tempem obserwowanym w ostatnich latach. Przyjęto na tej podstawie prognozowane tempo wymiany sodowych opraw oświetlenia ulicznego na LEDowe na około 1900 sztuk rocznie,
- **Rozwój elektromobilności** przewiduje wymianę 30% taboru autobusowego do 2028 r. zgodnie z Strategią Rozwoju Elektromobilności co przekłada się docelowo na co najmniej 215 autobusów elektrycznych w flocie transportu publicznego oraz systematycznej wymiany floty pojazdów Urzędu Miasta Kraków na tabor zeroemisyjny,
- **Rozwój elektromobilności prywatnej** zakłada wzrost udziału pojazdów elektrycznych w stosunku do wszystkich pojazdów w Krakowie do 5% w 2030 r. oraz do 30% w 2050 r. Zapotrzebowanie na energię elektryczną zaprognozowano na podstawie średniego zużycia energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne. Prognozowany rozwój elektromobilności dotyczył będzie w szczególności centralnych obszarów miasta oraz nie będzie w znacznym stopniu uzależniony od liczby ludności,
- **W prognozie zapotrzebowania na energię elektryczną** do obsługi linii tramwajowych uwzględniono stały przyrost zapotrzebowania na energię związany z rozwojem miasta, jak również uwzględniono zwiększone zapotrzebowanie związane z obsługą premetra,
- **Wzrost liczby opraw LED** uzależniony został od tempa przyrostu powierzchni zasobów budowlanych,
- **Wzrost efektywności energetycznej** wykorzystywanych urządzeń oraz technologii zgodnie z wiedzą ekspercką,
- **Od 2050 r. energia elektryczna zużywana** na potrzeby budownictwa będzie posiadać certyfikat Europejskiego Systemu Certyfikatów Energetycznych (EECS-GoO), potwierdzający

pochodzenie energii elektrycznej z instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych (RE),

- **Część zapotrzebowania na energię elektryczną** zostaje pokryte za pomocą wykorzystania paneli fotowoltaicznych zainstalowanych na dachach budynków znajdujących się na terenie miasta Kraków. Potencjał uzysku energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych zainstalowanych na dachach budynków wymaga odrębnego opracowania,
- **Średnia liczba stopniodni** została przyjęta na podstawie danych temperatury w standardowym roku meteorologicznym dla Krakowa oraz wynosi 3 750 °C*dni.

12.1.1. Zasoby budowlane

Jeśli Rada Europejska zatwierdzi uchwaloną już przez Parlament Europejski nową wersję Dyrektywy o charakterystyce Energetycznej Budynków [35] państwa członkowskie określają klasę charakterystyki energetycznej budynku w skali zamkniętej, używając wyłącznie liter A do G. Litera A odpowiada domom bezemisijnym. Litera G będzie odpowiada 15 % budynków w krajowych zasobach budowlanych, które mają najgorszą charakterystykę energetyczną w momencie wprowadzenia skali.

Od 1 stycznia 2028 roku wszystkie nowe budynki muszą być budowane w klasie A. Do 2030 roku muszą być poddane termomodernizacji budynki w klasie G, a potem sukcesywnie inne klasy aż do 2050.

Budynki zeroemisyjne (A) mogą być podłączane tylko do efektywnych sieci ciepłowniczych.

W proponowanych Scenariuszach przyjmuje się, że proces termomodernizacji budynków w klasie G i F zacznie się w 2025 roku. Czyli 15% przez 5 lat daje 3% w Długoterminowej Strategii Termomodernizacji Budynków w Polsce przyjęto nawet tempo 3,8%.

W projekcie Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii Klasę G określono na poziomie EP większym od 150 kWh/rok/m² dla budynków mieszkalnych co jest bardzo dużym wyzwaniem.

Tabela 77 przedstawia prognozę zapotrzebowania na energię cieplną użytkową z podziałem na potrzeby c.o. i c.w.u. wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa do 2050 r. wg Scenariusza 1. Ze względu na proponowaną zmianę źródła ciepła wśród termomodernizowanych zasobów budowlanych oraz nowopowstałych, poprawie ulegnie również efektywność energetyczna procesu zaopatrywania w ciepło. Znajdzie to odzwierciedlenie w obniżeniu zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej w przyszłych latach. Spadek zapotrzebowania na energię końcową spowodowany jest wysoką wydajnością energetyczną zastosowanych pomp ciepła w porównaniu do konwencjonalnych instalacji. Ponadto, na potrzeby prognozy założono, że termomodernizacja zasobów budowlanych będzie się odbywać począwszy od cechujących się najwyższymi współczynnikami zapotrzebowania na energię cieplną użytkową, czyli tych o najniższym standardzie technologii wykonania budynku.

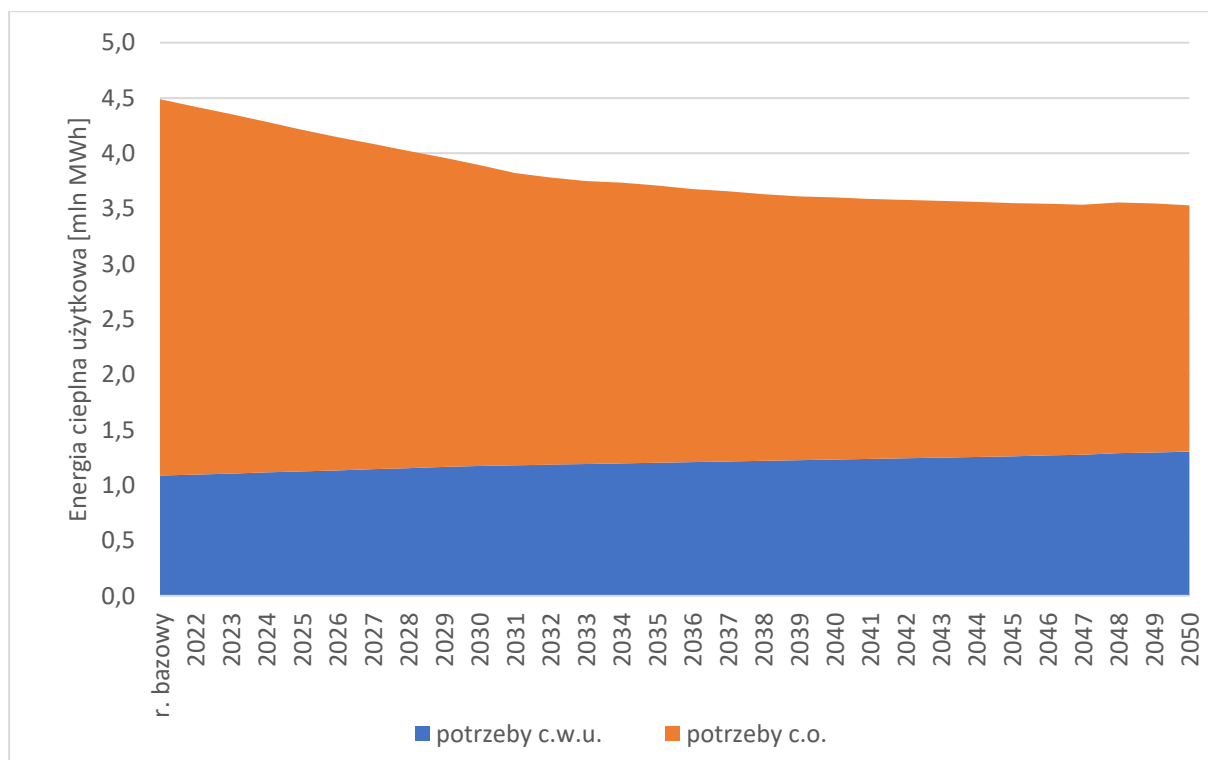
Tabela 77 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową w podziale na c.o. i c.w.u. wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa do 2050 r. wg Scenariusza 1 bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Potrzeby c.o.	3 402 196	3 247 332	2 867 949	2 558 850	2 410 419	2 370 730	2 226 438
Potrzeby c.w.u.	1 086 920	1 105 492	1 154 096	1 190 906	1 219 755	1 231 778	1 302 917

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Potrzeby c.o. i c.w.u.	4 489 115	4 352 824	4 022 045	3 749 757	3 630 175	3 602 508	3 529 355

*Obliczone na podstawie bilansu cieplnego dla wszystkich zasobów budowlanych miasta zgodnie ze stanem na grudzień 2021 roku; przeliczone na rok standardowy.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

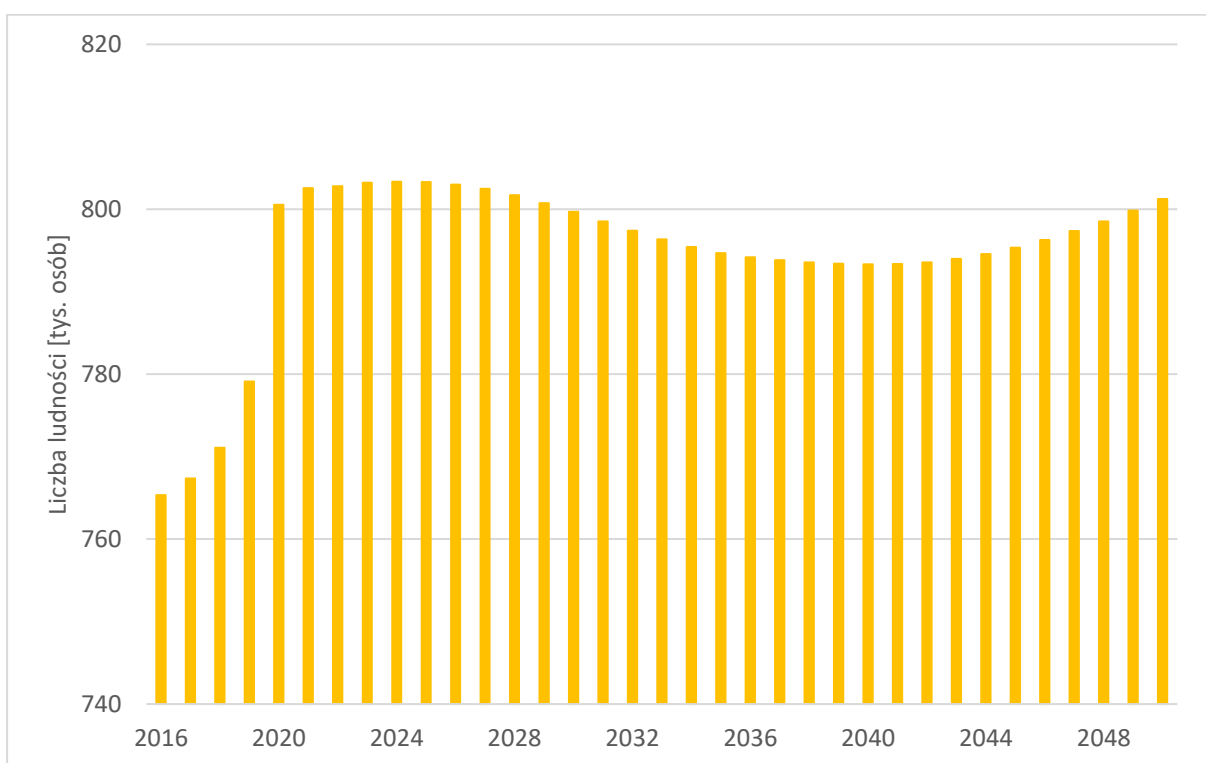


Rysunek 77 Prognoza zapotrzebowania na energię użytkową na cele c.o. i c.w.u. wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa do 2050 r. wg Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

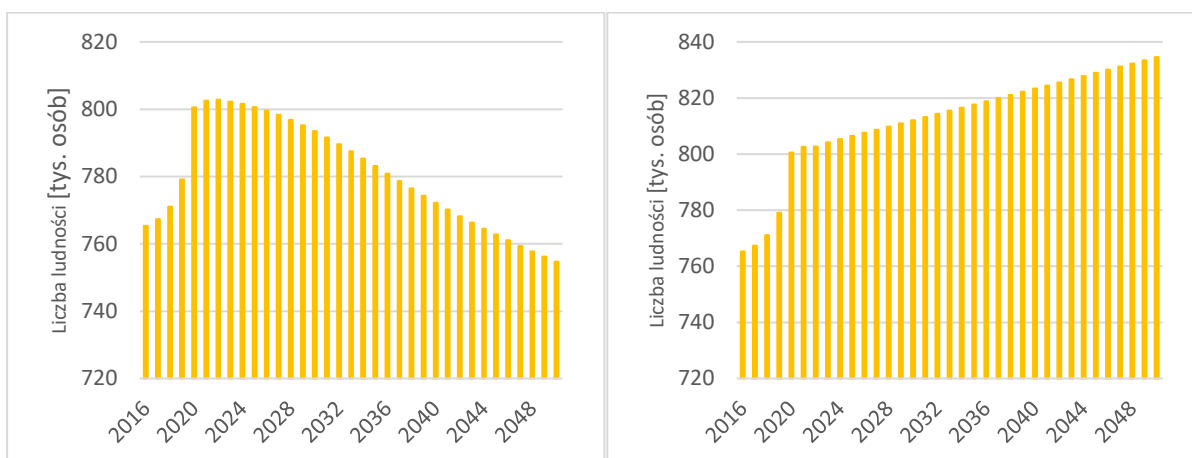
W przypadku zapotrzebowania na energię użytkową na cele c.o. i c.w.u. wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa widoczny jest znaczący spadek zapotrzebowania na c.o. Spadek jest widoczny szczególnie do 2030 r. ze względu na kompleksową termomodernizację zasobów budowlanych posiadających największe zużycie energii. W kolejnych latach również widoczny jest spadek zapotrzebowania na c.o. ze względu na dalej postępującą termomodernizację. W przypadku zapotrzebowania na c.w.u. prognozowany jest stały wzrost zapotrzebowania ze względu na założony dynamiczny rozwój programu „ciepła woda bez piecyka”.

Rysunek 78 przedstawia prognozowaną liczbę ludności na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 1 bazowego.



Rysunek 78 Prognozowana liczba ludności na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.



Rysunek 79 Prognozowana liczba ludności na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 2 (rys. po lewej) i 3 (rys. po prawej).

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

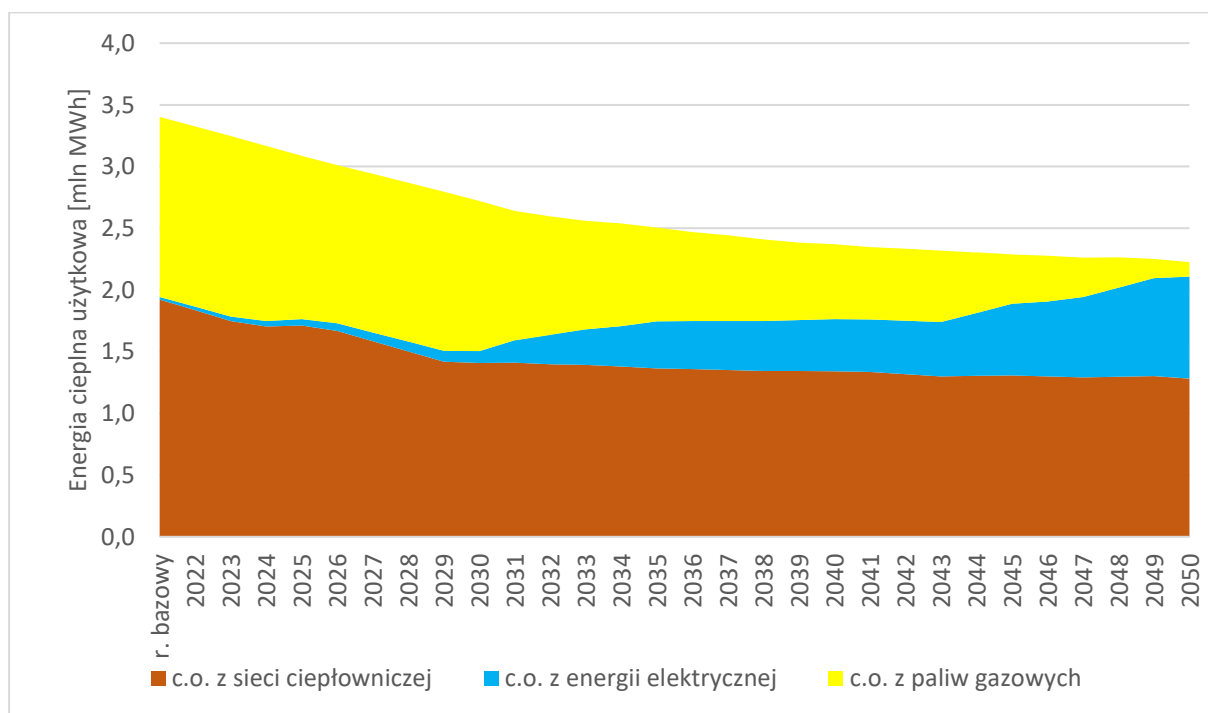
W przypadku Scenariusza 2 założono spadek liczby ludności w perspektywie do 2050 r. W przypadku Scenariusza 3 w celu przeanalizowania wpływu rosnącej liczby ludności założono stały wzrost.

Tabela 78 Prognoza zapotrzebowania na energię ciepłą użytkową na cele c.o. wśród zasobów budowlanych Krakowa w podziale na nośniki według Scenariusza 1 bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Ciepło sieciowe	1 922 156	1 748 240	1 501 808	1 392 222	1 344 187	1 341 551	1 282 404
Energia elektryczna	20 333	36 579	79 429	287 747	405 203	421 468	825 544
Paliwa gazowe	1 459 707	1 462 513	1 286 712	878 880	661 028	607 711	118 490

*Obliczone na podstawie analizy źródeł ciepła wśród zasobów budowlanych Krakowa (stan na grudzień 2021) według danych dostarczonych przez UMK oraz założeń eksperckich. Celem pełniejszego zobrazowania bilansu cieplnego, zapotrzebowanie na paliwa gazowe uwzględnia również zasoby zaopatrujące się poza miejską siecią gazową. Prognozowane wielkości zostały przeliczone na standardowy rok klimatyczny.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 80 Prognoza zapotrzebowania na energię ciepłą użytkową na cele c.o. wśród zasobów budowlanych Krakowa w podziale na nośniki według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Zauważalny spadek zapotrzebowania na energię użytkową na cele c.o. wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa w wyszczególnionym Scenariuszu wynika głównie z termomodernizacji zasobów budowlanych zgodnie z tempem przyjętym w opisie Scenariusza 1 bazowego. Widoczny jest również spadek zapotrzebowania na c.o. z paliw gazowych. Wynika to głównie z zadeklarowanych założeń przy tworzeniu Scenariusza, tj. stopniowe odchodzenie od indywidualnych źródeł gazowych na rzecz pomp ciepła po roku 2030.

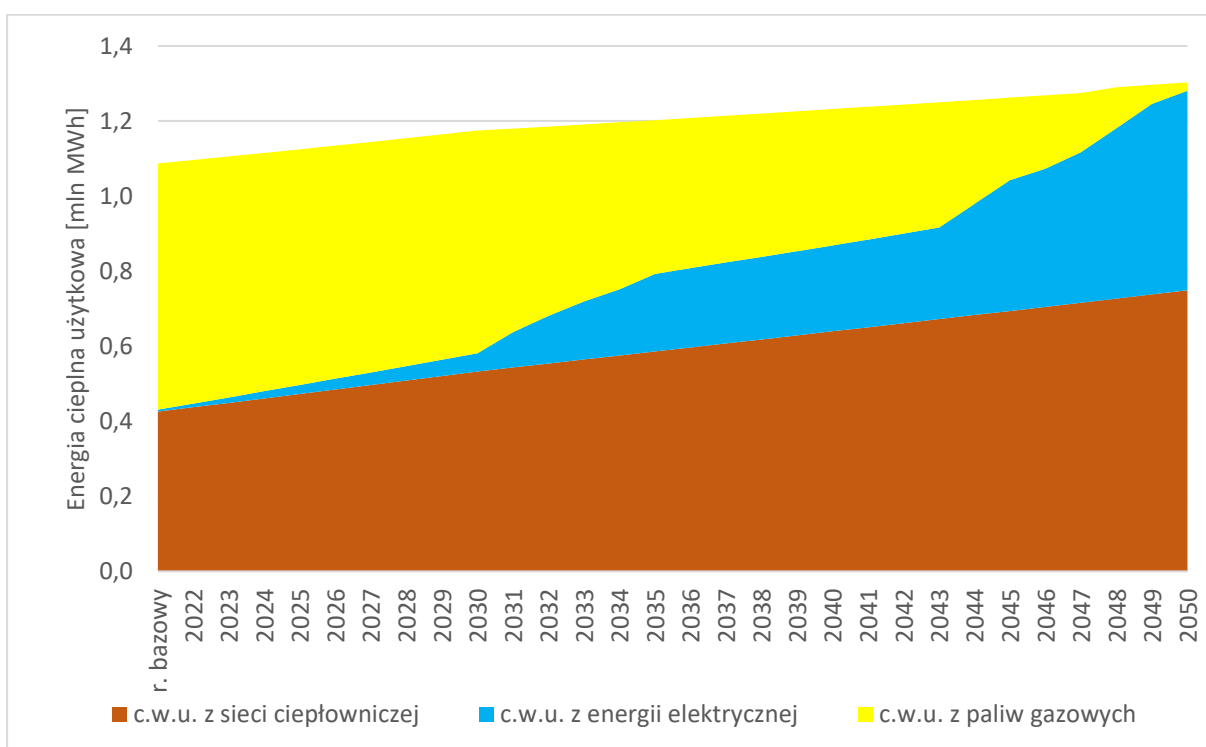
Tabela 79 Prognoza zapotrzebowania na energię ciepłą użytkową na cele c.w.u. wśród zasobów budowlanych w podziale na nośniki według Scenariusza 1 bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Ciepło sieciowe	425 851	449 202	508 515	564 479	618 013	639 585	748 959
Energia elektryczna	5 178	14 457	38 405	154 576	220 106	229 196	531 859
Paliwa gazowe	655 891	641 833	607 177	471 852	381 636	362 997	22 099

*Obliczone na podstawie analizy źródeł ciepła wśród zasobów budowlanych Krakowa (stan na grudzień 2021) według danych dostarczonych przez UMK oraz założeń eksperckich. Celem pełniejszego zobrazowania bilansu cieplnego, zapotrzebowanie na paliwa gazowe uwzględnia również zasoby zaopatrywane poza miejską siecią gazową. Prognozowane wielkości zostały przeliczone na standardowy rok klimatyczny.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Tabela 79 przedstawia prognozę zapotrzebowania na energię ciepłą użytkową na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej w podziale na nośniki zgodnie z założeniami analizowanego Scenariusza. Zapotrzebowanie na ciepło do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej pochodzące z miejskiej sieci ciepłowniczej rośnie w całości analizowanego okresu ze względu na realizowany przez MPEC program „Ciepła woda bez piecyka”. Ponadto, wśród zasobów zaopatrujących się w ciepło na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej poza miejskim systemem ciepłowniczym również prognozowany jest wzrost zapotrzebowania na energię użytkową, co wynika z założonego rozwoju miasta w obszarze zasobów budowlanych. W początkowym okresie prognozy, zapotrzebowanie to głównie będzie zaspokajane jak dotychczas, czyli poprzez paliwa gazowe, natomiast w późniejszych latach widoczny będzie wzrost udziału pomp ciepła w bilansie energii wynikający ze stopniowej wymiany źródeł ciepła przy okazji prowadzonych przedsięwzięć termomodernizacyjnych.



Rysunek 81 Prognostyczne zapotrzebowanie na energię cieplną użytkową na cele c.w.u. wśród zasobów budowlanych w podziale na nośniki według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

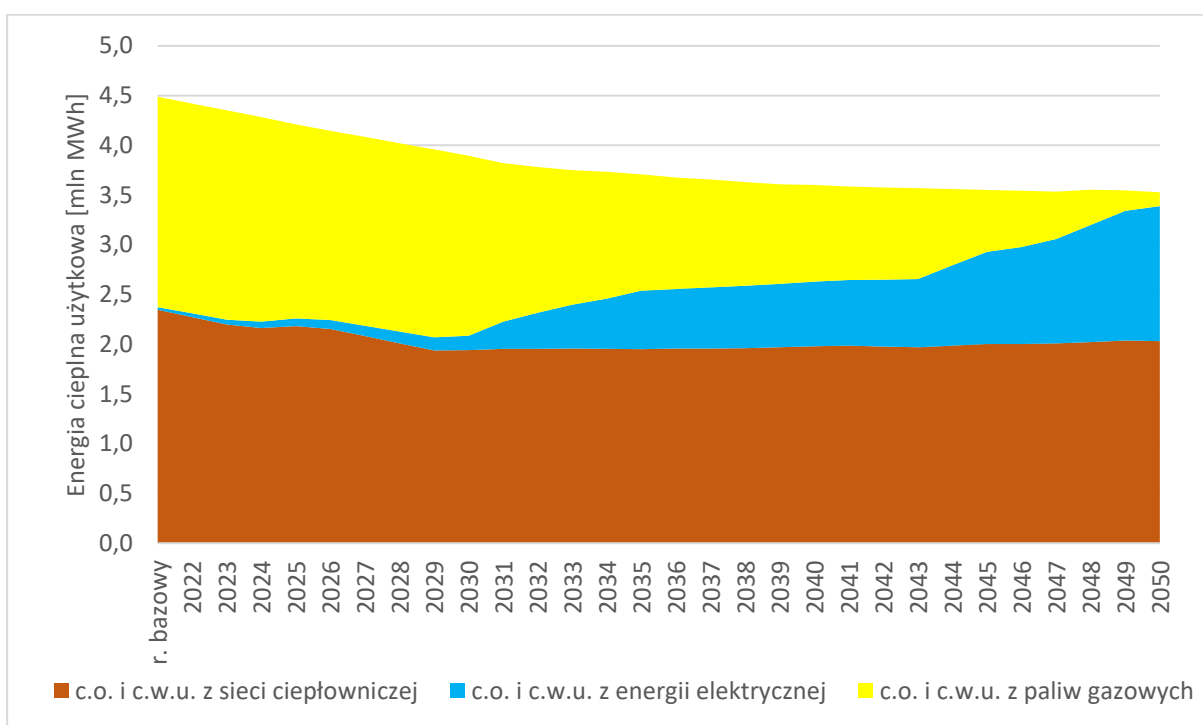
Prognozę zapotrzebowania na energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe w zasobach budowlanych do roku 2050 wg Scenariusza przedstawia Tabela 80. Cieniowaniem w poszczególnych rubrykach zaznaczono prognozę długoterminową, wykraczającą poza zakres opracowywanego dokumentu. Prognozę zapotrzebowania rozszerzono ze względu na regulacje Unijne, w których punktem odniesienia jest rok 2050, oraz ustalenia Krakowskiego Panelu Klimatycznego, którego rekomendacje zakładają osiągnięcie neutralności klimatycznej miasta Kraków do 2050 roku.

Tabela 80 Prognostyczne łącznego zapotrzebowania na energię cieplną użytkową w podziale na nośniki wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 1 bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Ciepło sieciowe	2 348 007	2 197 442	2 010 323	1 956 702	1 962 200	1 981 136	2 031 363
Energia elektryczna	25 510	51 036	117 834	442 323	625 310	650 664	1 357 403
Paliwa gazowe	2 115 598	2 104 345	1 893 888	1 350 732	1 042 665	970 708	140 589

*Obliczone na podstawie analizy źródeł ciepła wśród zasobów budowlanych Krakowa (stan na grudzień 2021) według danych dostarczonych przez UMK oraz założeń eksperckich. Celem pełniejszego zobrazowania bilansu cieplnego, zapotrzebowanie na paliwa gazowe uwzględnia również zasoby zaopatrujące się poza miejską siecią gazową. Prognozowane wielkości zostały przeliczone na standardowy rok klimatyczny.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 82 Prognoza łącznego zapotrzebowania na energię cieplną użytkową w podziale na nośniki wśród zasobów budowlanych na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Przedstawione zapotrzebowanie na energię użytkową w zasobach budowlanych pochodząca z miejskiej sieci ciepłowniczej maleje w początkowym okresie, natomiast w późniejszych latach spadki zapotrzebowania na centralne ogrzewanie będą pokrywane poprzez wzrost potrzeb na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na paliwa gazowe w perspektywie do 2050 roku znacząco maleje, co wynika z odchodzenia od indywidualnych źródeł gazowych na rzecz efektywnych rozwiązań zasilanych elektrycznie. Zapotrzebowanie na energię elektryczną rośnie ze względu na wykorzystanie pomp ciepła jako źródła ogrzewania wśród termomodernizowanych oraz nowo wybudowanych budynków.

12.1.2. Oświetlenie miejskie oraz transport

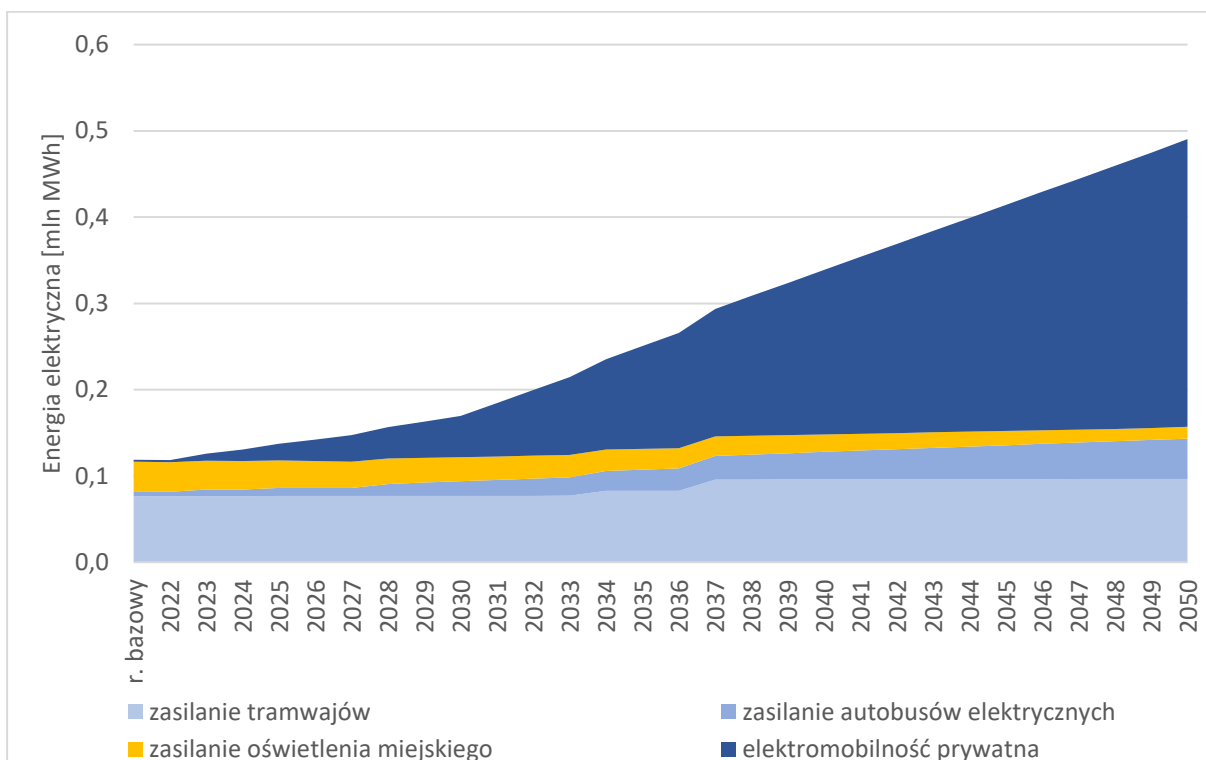
Prognozę zapotrzebowania na energię elektryczną wśród oświetlenia miejskiego oraz transportu do roku 2050 wg Scenariusza 1 bazowego przedstawia Tabela 81.

Tabela 81 Prognoza zapotrzebowania na energię z podziałem na transport oraz oświetlenie uliczne na terenie Krakowa do 2050 r. wg Scenariusza bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Zasilanie tramwajów	76 476	76 567	76 794	77 020	95 918	96 008	96 461
Ładowanie autobusów	5 049	7 706	13 900	21 399	28 897	31 896	46 697
Zasilanie transportu publicznego (wraz z obsługą taboru)	168 295	172 929	184 067	196 509	227 622	232 599	257 287
Oświetlenie uliczne	35 113	33 551	29 648	25 747	21 848	20 289	13 703

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Transport prywatny	1 987	8 026	36 293	90 500	162 000	190 600	333 600

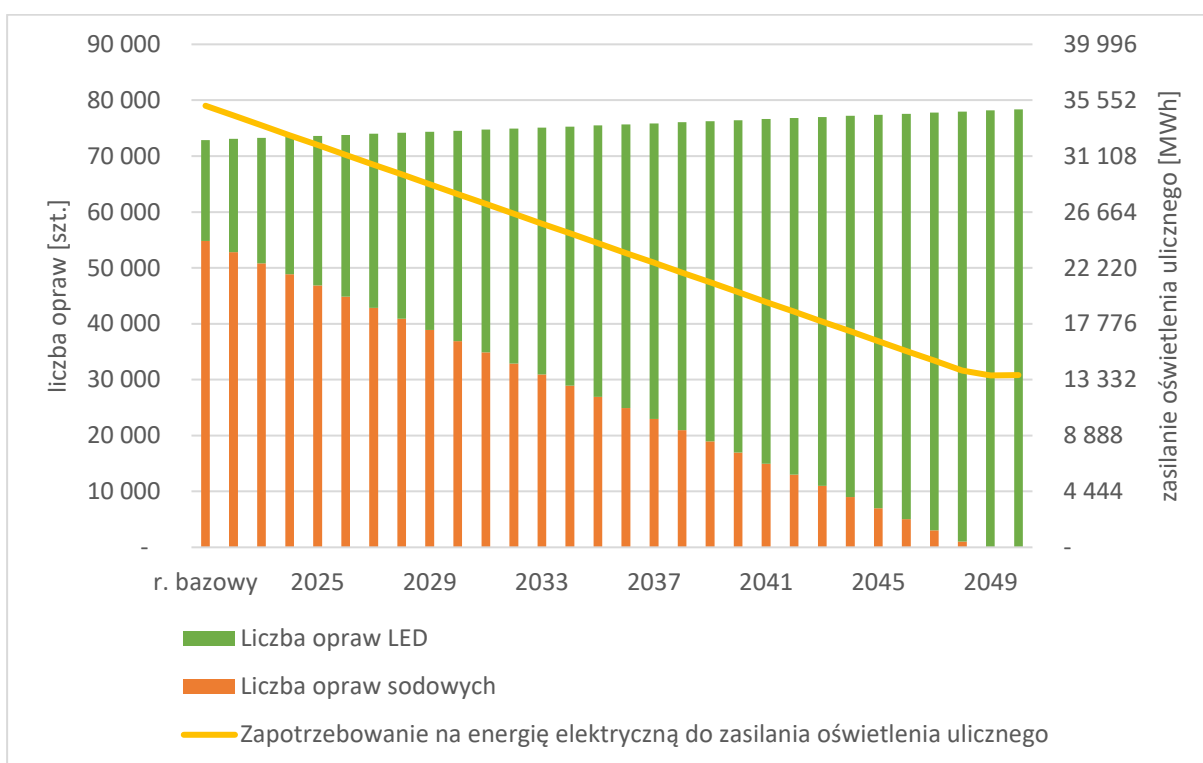
*W tabeli rok 2021 służy jako zobrazowanie punktu startowego prognozy i został on wyodrębniony na podstawie trendów dla danych rzeczywistych za lata 2016-2021 dostarczonych przez spółki. Roczne tempo wymiany opraw oświetlenia ulicznego przyjęto zgodnie z założeniami Scenariusza na ok. 1900 sztuk, natomiast energooszczędność opraw LED względem opraw sodowych przyjęto na poziomie 70%. Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 83 Zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby zasilania taboru elektrycznego w transporcie na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Ze względu na szereg założeń przyjętych przy tworzeniu Scenariusza 1, widoczny jest znaczący wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby zasilania taboru elektrycznego w transporcie. Głównym czynnikiem wpływającym na zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby zasilania taboru elektrycznego w transporcie jest przewidywany rozwój elektromobilności prywatnej. W obszarze zasilania tramwajów, oprócz standardowego rozwoju sieci linii tramwajowych na terenie miasta w całym okresie prognozy, widoczne są dwa punkty wzrostu (w roku 2034 oraz 2037). Przedstawiają one szacowany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do obsługi planowanych do oddania w tych latach linii krakowskiego premetra. Obszar zasilania autobusów elektrycznych do obsługi miejskiego transportu zbiorowego odzwierciedla plany przewoźnika na najbliższe lata co do ilości takich pojazdów we flocie, jak również w późniejszych latach zakłada dalsze, stopniowe odchodzenie od autobusów spalinowych z celem całkowitej elektryfikacji do roku 2050.



Rysunek 84 Zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia ulicznego na terenie Krakowa do 2050 r. według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

W przypadku zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia ulicznego na terenie Krakowa widoczny jest znaczący spadek ze względu na sukcesywną wymianę opraw sodowych na oprawy LED. Korzyści wynikające z wymiany energochłonnych opraw na bardziej efektywne przedstawia Rysunek 84, gdzie widoczna jest zależność między stopniem zmodernizowania zasobów oraz energią potrzebną do ich zasilania.

12.1.3. Sumaryczne zużycie wyszczególnionych mediów

Tabela 82 przedstawia prognozę zapotrzebowania na nośniki energii dla Krakowa w podziale na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej, energię elektryczną oraz paliwa gazowe. Wolumen dystrybucji ciepła sieciowego, zapotrzebowanie na paliwa gazowe wykorzystywane do celów grzewczych oraz energia elektryczna potrzebna do zasilania elektrycznych źródeł ciepła zostały przeliczone na standardowy rok klimatyczny i obrazują zapotrzebowanie na energię końcową. Wolumen zapotrzebowania na energię w paliwach gazowych uwzględnia ponadto zasoby budowlane korzystające z tego źródła ciepła poza miejskim systemem gazowym, czyli zaopatrując się indywidualnie. Wartości odnoszą się do sumarycznych wielkości zapotrzebowania we wszystkich obszarach funkcjonowania miasta.

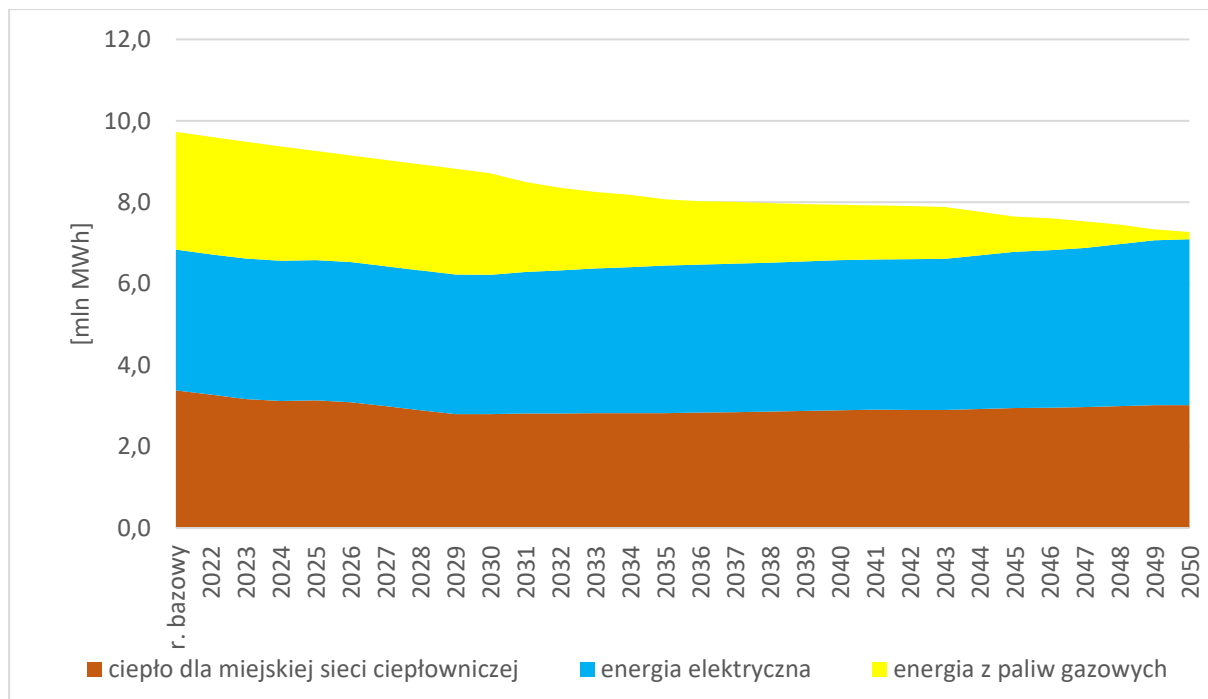
Tabela 82 Prognoza zapotrzebowania na nośniki energii w podziale na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej, energię elektryczną i paliwa gazowe według Scenariusza 1 bazowego.

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Ciepło	3 022 498	2 854 265	2 660 486	2 624 635	2 658 245	2 691 781	2 807 070
Energia elektryczna	3 458 771	3 450 347	3 433 207	3 551 035	3 661 006	3 683 258	4 077 021

Rok	2021*	2023	2028	2033	2038	2040	2050
Jedn.	MWh						
Paliwa gazowe	2 891 441	2 869 576	2 600 711	1 878 659	1 460 864	1 364 770	178 960

* w tabeli rok 2021 służy jako zobrazowanie punktu startowego prognozy i został on wyodrębniony na podstawie trendów dla danych rzeczywistych za lata 2016-2021 dostarczonych przez spółki.

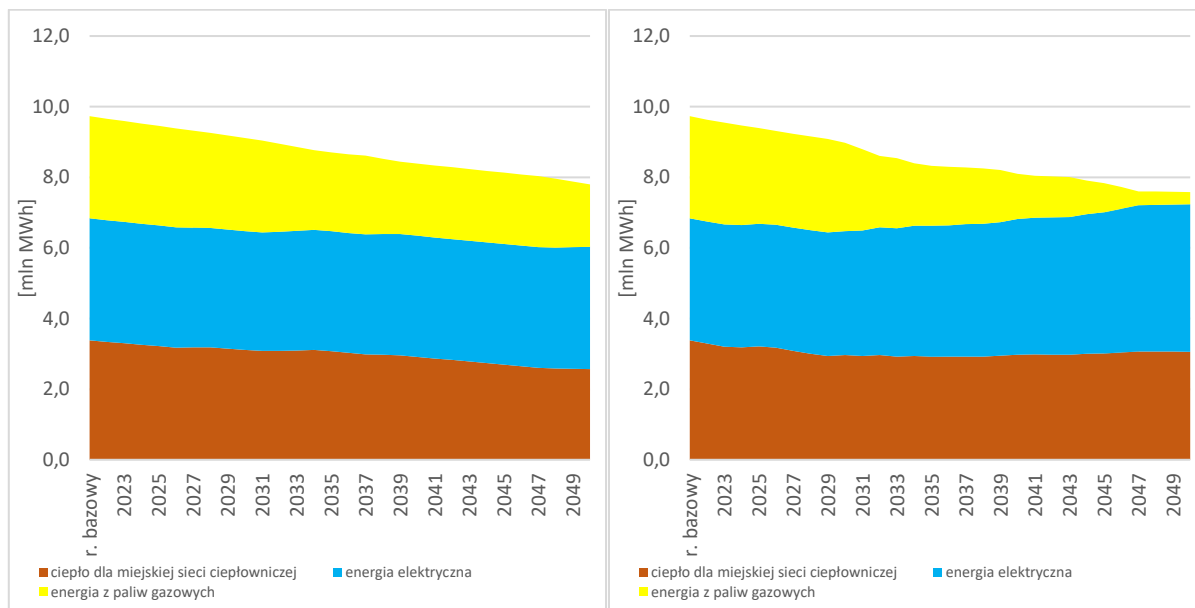
Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.



Rysunek 85 Prognoza zapotrzebowania na nośniki energii w podziale na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej, energię elektryczną i paliwa gazowe według Scenariusza 1 bazowego.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

Prognoza zapotrzebowania na nośniki energii w podziale na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej, energię elektryczną i paliwa gazowe dobrze obrazuje wpływ zadeklarowanych założeń przy tworzeniu Scenariusza 1 bazowego. W perspektywie do 2050 r. widoczny jest spadek sumarycznego zapotrzebowania na energię. Jest to wynikiem przeprowadzenia kompleksowej termomodernizacji zasobów budowlanych. Widoczne jest również ograniczenie energii uzyskanej z paliw gazowych do poziomu bliskiego zerowemu w perspektywie do 2050 r. Następuje również wzrost zużycia energii elektrycznej, w głównej mierze spowodowany elektryfikacją indywidualnego ogrzewnictwa, ale również rozwojem elektromobilności publicznej oraz prywatnej.



Rysunek 86 Progniza zapotrzebowania na nośniki energii w podziale na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej, energię elektryczną i paliwa gazowe według Scenariusza 2 i 3.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie danych dostarczonych przez Urząd Miasta Krakowa.

W przypadku Scenariusza 2 zapotrzebowanie na energię z paliw gazowych nie spada w takim tempie jak w przypadku pozostałych Scenariuszy. Spowodowane jest to zadeklarowanym brakiem odejścia od paliw gazowych w budownictwie jednorodzinny. Dodatkowo zauważalne jest znaczące obniżenie zapotrzebowania na ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej. Spowodowane jest to brakiem spełnienia przez system ciepłowniczy wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego. W rezultacie, system ciepłowniczy nie ma możliwości przyłączania nowych budynków do systemu ciepłowniczego po 2035 r. w obu prezentowanych Scenariuszach zauważalny jest wzrost zużycia energii elektrycznej. Wynika to z zadeklarowanego elektryfikacji ogrzewnictwa indywidualnego oraz rozwoju elektromobilności.

12.2. Analiza uzyskanych prognoz wynikających ze Scenariuszy oraz tło ekonomiczne zmian

Ze względu na szczegółowość przeprowadzonych analiz, okres prognozowania oraz dynamicznie zmieniającą się sytuację polityczną wraz z idącymi za tym planami (m.in. plan REPower EU [32]) przeprowadzenie szczegółowej analizy kosztów energii elektrycznej, energii cieplnej oraz paliw gazowych w okresie do 2050 r. wraz z uwzględnieniem wpływu poszczególnych Scenariuszy wiązałoby się ze znacznym błędem. Należy jednak podkreślić, że ze względu na szereg uwarunkowań m.in. prawnych (np. krajowe plany strategiczne, definicja efektywnego systemu ciepłowniczego, Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS), plan REPowerEU zakładający dywersyfikację oraz uniezależnienie się od dostaw gazu ziemnego z Rosji)), ekonomicznych (dynamiczny wzrost cen węgla kamiennego, brunatnego, gazu ziemnego oraz oleju opałowego) czy politycznych, prognozuje się dalszy wzrost cen ciepła czy energii elektrycznej uzyskanej z paliw kopalnych obciążonej wysokimi kosztami CO₂. Sektor energetyki w najbliższych latach wymagać będzie znaczących zmian. W celu utrzymania cen końcowych energii elektrycznej oraz energii cieplnej na akceptowalnym poziomie dla społeczeństwa wymagane będą w przyszłych latach znaczne inwestycje w źródła wytwórcze. Zaniechanie jakichkolwiek działań oraz inwestycji w źródła wytwórcze prowadzić będzie do

systematycznego wzrostu cen energii w znaczący sposób uzależniony od cen EU ETS oraz importu surowców energetycznych.

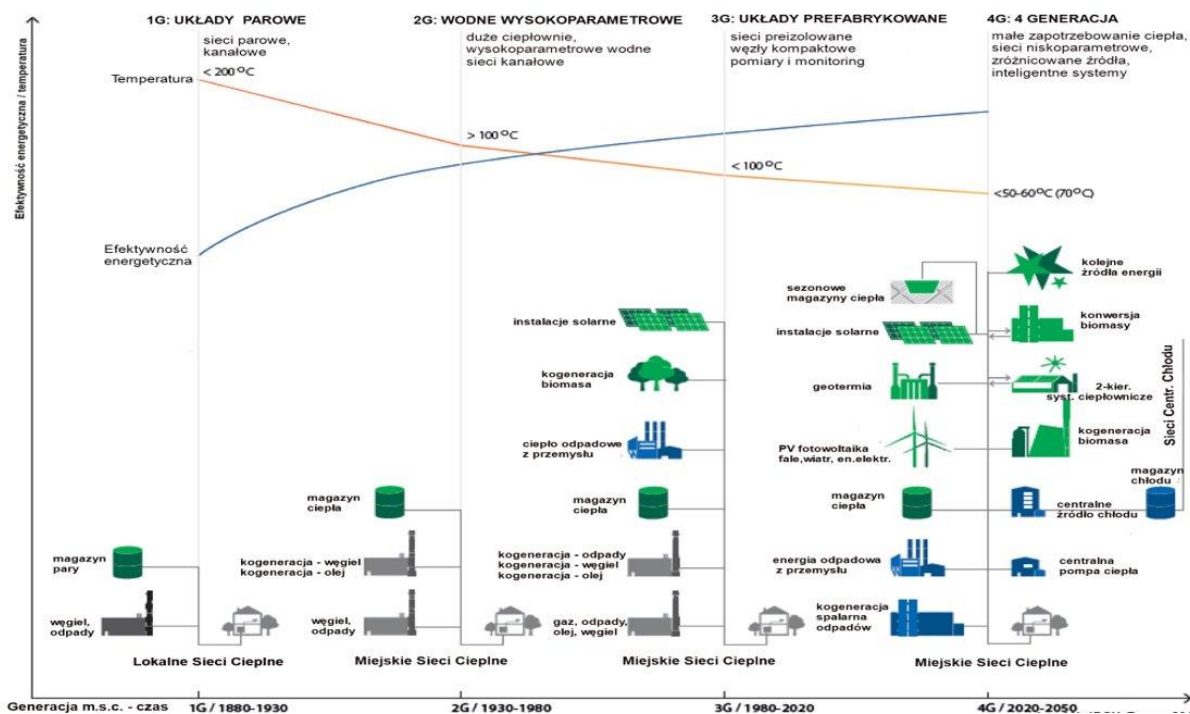
Przyjęte założenia przy tworzeniu Scenariusza 2 znacząco negatywnie wpłyną na rozwój miasta oraz wytwórców ciepła i energii elektrycznej.

12.3. Warianty rozwoju systemu ciepłowniczego

Sektor ciepłownictwa jest jednym z sektorów, które w perspektywie do 2050 r. czeka największa transformacja. Warunkowane jest to wieloma czynnikami, wśród których należy wyróżnić m.in. prawodawstwo oraz strategie krajowe oraz unijne, uwarunkowania finansowe oraz technologiczne.

Pośród prawodawstwa krajowego głównymi aktami prawa odnoszącymi się bezpośrednio do ciepłownictwa bądź pośrednio należy wyróżnić ustawę z dnia 10 kwietnia 1997 – Prawo energetyczne [7], ustawę z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej [7] czy ustawę z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii [9]. Celem wymienionych ustaw jest narzucenie prawnych wymogów na sektor, wskazanie konieczności utworzenia wszelkiego rodzaju strategii rozwojowych bądź implementacja prawodawstwa unijnego. Wśród powołanych strategii, jedną z najważniejszych jest Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. [17], która wśród kluczowych elementów wskazuje m.in. transformację energetyczną z uwzględnieniem samowystarczalności elektroenergetycznej, wzrost udziału OZE do 28 % w sektorze ciepłownictwa do 2030 r. (wzrost 1,1 pp. r/r), wzrost efektywności energetycznej do 2030 r. (23% zmniejszenia zużycia energii pierwotnej) czy zapis mówiący że do 2040 r. potrzeby ciepłe wszystkich gospodarstw domowych pokrywane będą przez ciepło systemowe oraz przez zero- lub niskoemisyjne źródła indywidualne.

Pośród aspektów wykraczających poza ramy określone prawnie można wyróżnić aspekty technologiczne oraz finansowe. Ze względu na ciągły rozwój technologii prognozuje się że charakterystyka sieci ciepłowniczej również będzie ulegać zmianie.



Rysunek 87 Prognozowane etapy rozwoju ciepłownictwa.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie „4th Generation District Heating” H. Lund i inni, Energy 2014.

Ostatnim aspektem który będzie miał kluczowe znaczenie przy rozwoju oraz kształtowaniu się systemu ciepłowniczego jest aspekt ekonomiczny. Istotny z punktu widzenia przedsiębiorstw ciepłowniczych jest system EU ETS oraz opłaty z tym związane. Na opłacalność funkcjonowania przedsiębiorstwa ciepłowniczego w znacznym stopniu wpłynie również koszt zakupu surowców energetycznych, warunkowany pośrednio prawnie przez uniezależnianie się od surowców z Rosji (REPowerEU [32]).

Na kierunek rozwoju systemu ciepłowniczego w przyszłych latach będzie mieć wpływ szereg czynników przedstawionych powyżej. Szczegółowe decyzje dotyczące rozwoju jednostek wytwórczych wśród wszelkich wytwórców energii cieplnej należy przeprowadzić poprzez wielowariantową szczegółową analizę. Na potrzeby dokumentu opracowano wytyczne rozwoju systemu ciepłowniczego prognozowanego Scenariusza 1 bazowego, który przedstawi kierunek rozwoju systemu ciepłowniczego jako całości. Przedstawione wytyczne mogą pomóc w wyborze kierunku rozwoju systemu oraz otworzyć dalszą drogę do przeprowadzenia szczegółowych analiz prawno-ekonomicznych dotyczących jednostek wytwórczych poszczególnych dostawców energii cieplnej oraz decyzji biznesowych przedsiębiorstw energetycznych.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. jest jedną z kluczowych strategii, która nakłada wymogi prawne na sektor ciepłowniczy i wskazuje na konieczność utworzenia strategii rozwojowych i implementację unijnego prawodawstwa. Polityka ta wskazuje na konieczność transformacji energetycznej z uwzględnieniem samowystarczalności elektroenergetycznej, wzrostu udziału OZE do 28% w sektorze ciepłownictwa do 2030 r., wzrostu efektywności energetycznej do 2030 r. (23% zmniejszenia zużycia energii pierwotnej) oraz zapis mówiący, że do 2040 r. potrzeby cieplne wszystkich gospodarstw domowych pokrywane będą przez ciepło systemowe oraz przez zero- lub niskoemisyjne źródła indywidualne.

Dla przyjętego Scenariusza 1 bazowego przedstawiono Wariant przedstawiający prawdopodobne kształtowanie się poziomów zapotrzebowania na moc wytwórczą oraz źródeł dostawców energii cieplnej do sieci ciepłowniczej w poszczególnych latach. Wariant zakłada uwzględnienie planów rozwojowych spółek oraz spełnienie wymagań efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie ze zmienną w czasie definicją określoną w pakiecie „Fit for 55” r. W wyszczególnionym Wariacie sieć ciepłownicza funkcjonuje nieprzerwanie do 2050 r. oraz staje się zeroemisyjna. Nowe budynki znajdujące się w obrębie sieci ciepłowniczej są do niej przyłączane przez cały analizowany okres.

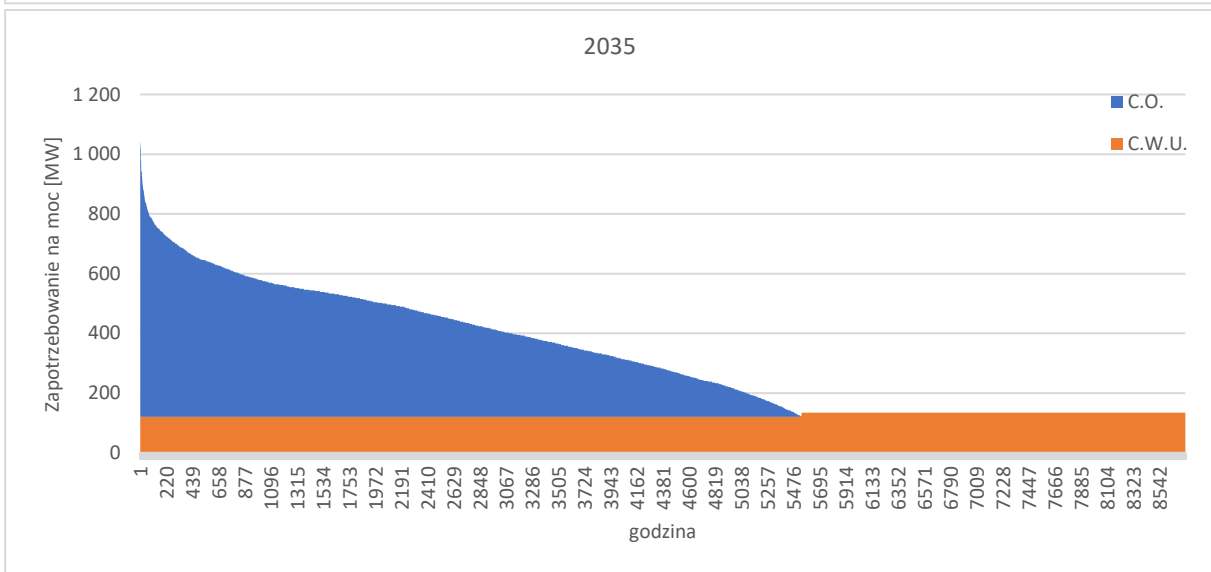
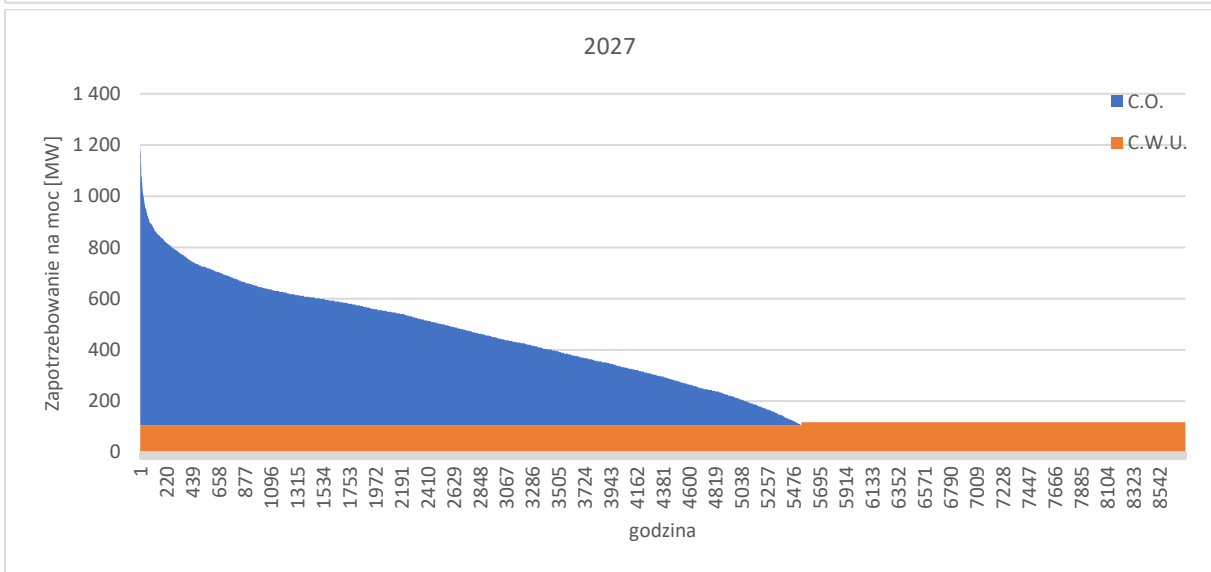
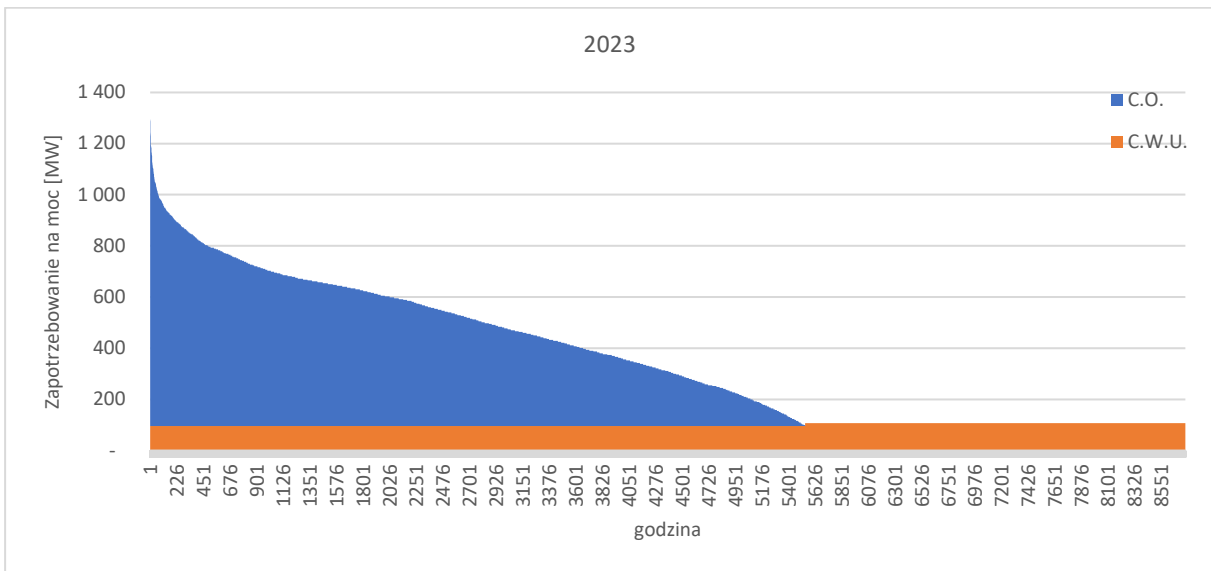
W ramach tej koncepcji przyjęto:

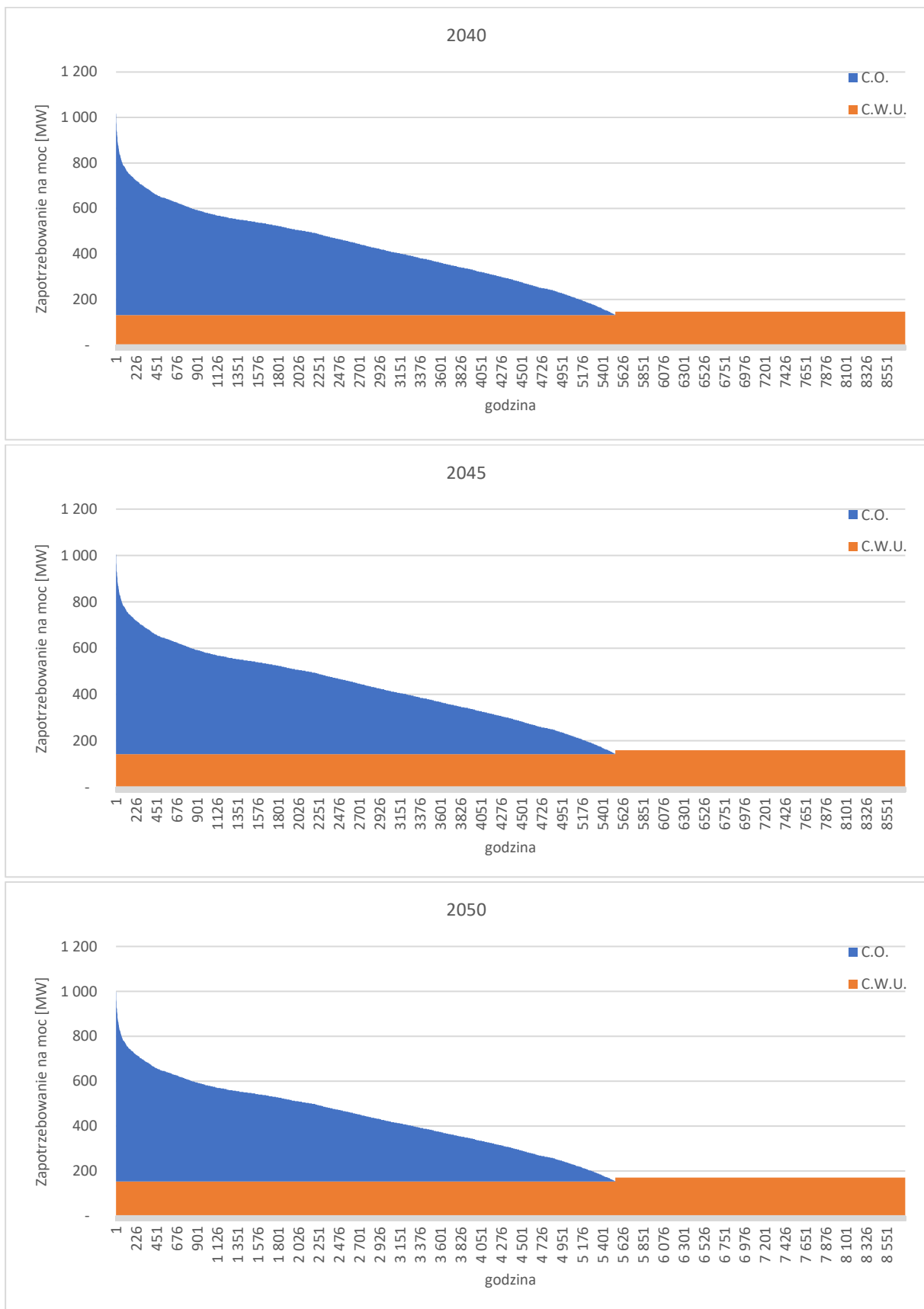
- Spełnienie wymagań stawianych przed systemem ciepłowniczym zgodnie ze zmienną w czasie definicją efektywnego systemu ciepłowniczego zawartej w pakiecie „Fit for 55” w latach 2023-2050,
- Sieć ciepłownicza funkcjonuje nieprzerwanie do 2050 r. oraz staje się zeroemisyjna. Spełnienie definicji efektywnego systemu ciepłowniczego oraz definicji zeroemisyjności przez system ciepłowniczy będzie utrzymane w całym okresie, pod warunkiem zakwalifikowania ciepła ze spalania odpadów jako ciepła odpadowego oraz ciepła zeroemisyjnego pod względem regulacji prawnych. W przypadku zakwalifikowania ciepła ze spalania odpadów jako ciepła nie odpadowego, w celu spełnienia wymagań systemu efektywnego ciepłowniczego należałoby przeprowadzić szczegółową analizę dotyczącą możliwości zastąpienia instalacji do termicznego

- przekształcania odpadów instalacją wykorzystującą odnawialne źródła energii bądź ciepło odpadowe,
- Nowe budynki znajdujące się w obrębie sieci ciepłowniczej zostają do niej podłączone przez cały prognozowany okres ze względu na spełnienie wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego,
 - W celu spełnienia wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego, konieczne są znaczne nakłady inwestycyjne oraz stopniowa, konsekwentna wymiana źródeł ciepła na zgodne z wymaganiami stawianymi przez wspomnianą definicję. Wiąże się to ze zmianami w jednostkach wytwórczych systemu ciepłowniczego w latach, w których definicja efektywnego systemu ciepłowniczego ulega zmianie. Dodatkowo zachodzi konieczność skoordynowania działań w zakresie rozwoju systemu ciepłowniczego wśród wszystkich podmiotów tworzących oraz nadzorujących system ciepłowniczy,
 - W przypadku produkcji energii cieplnej przez pompy ciepła małej oraz dużej mocy, na wykresach przedstawiono potencjał wytwórczy energii w okresie letnim. Jest to energia która może być wykorzystana w sezonie grzewczym przy pomocy akumulacji ciepła lub w okresie letnim do produkcji chłodu. W celu określenia dokładnego potencjału energii cieplnej pochodzącej z pomp ciepła, konieczne jest przeprowadzenie dalszych analiz technicznych oraz ekonomicznych pod kątem dokładnego potencjału czy doboru technologii najbardziej opłacalnej pod względem ekonomicznym,
 - Straty na sieci ciepłowniczej w przyszłych latach zaprognozowano zgodnie z tempem wymiany sieci przesyłowej tradycyjnej na sieć preizolowaną,
 - W prognozowanym Wariancie uwzględniono powstanie 3 linii ZTPO pomimo braku przesądzenia o jej realizacji,
 - Energia elektryczna służąca do zasilania technologii wytwarzających ciepło pozyskana będzie w całości z odnawialnych źródeł energii. Zużycie energii elektrycznej na cele grzewcze nie będą wliczane w całkowity bilans emisji zanieczyszczeń,
 - Produkcja ciepła ze źródeł szczytowych nie jest uwzględniana w wymogach stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego [3],
 - Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów [45] jako źródło szczytowe przyjęto jako średnie źródło będące źródłem istniejącym o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW, którego czas użytkowania w roku kalendarzowym, liczony jako średnia krocząca z pięciu lat, wynosi:
 - do dnia 31 grudnia 2024 r. – nie więcej niż 1500 godzin,
 - od dnia 1 stycznia 2025 r. – nie więcej niż 500 godzin, a jeżeli jest to źródło służące wyłącznie do wytwarzania ciepła w razie wystąpienia nadzwyczajnie niskich temperatur, nie więcej niż 1000 godzin,
 - Jako źródła szczytowe w każdym z analizowanych lat przyjęto źródła już istniejące, które mogłyby wytwarzać ciepło w najbardziej ekonomiczny sposób (m.in. kotły dotychczas użytkowane),
 - Dla źródeł szczytowych nie uwzględniono emisji zanieczyszczeń ze względu na znikomy udział w całkowitej emisji zanieczyszczeń.

Jako punkt wyjścia do pokazania możliwych ścieżek rozwoju systemu ciepłowniczego posłużyły przeprowadzone w Scenariuszach prognozy zapotrzebowania na energię cieplną końcową pochodzącą z sieci. Rysunek 88 przedstawia porównanie wykresów uporządkowanych zapotrzebowania na

produkcję ciepła w wybranych latach w okresie 2023 - 2050 w podziale na c.o. i c.w.u. według Scenariusza 1 bazowego.

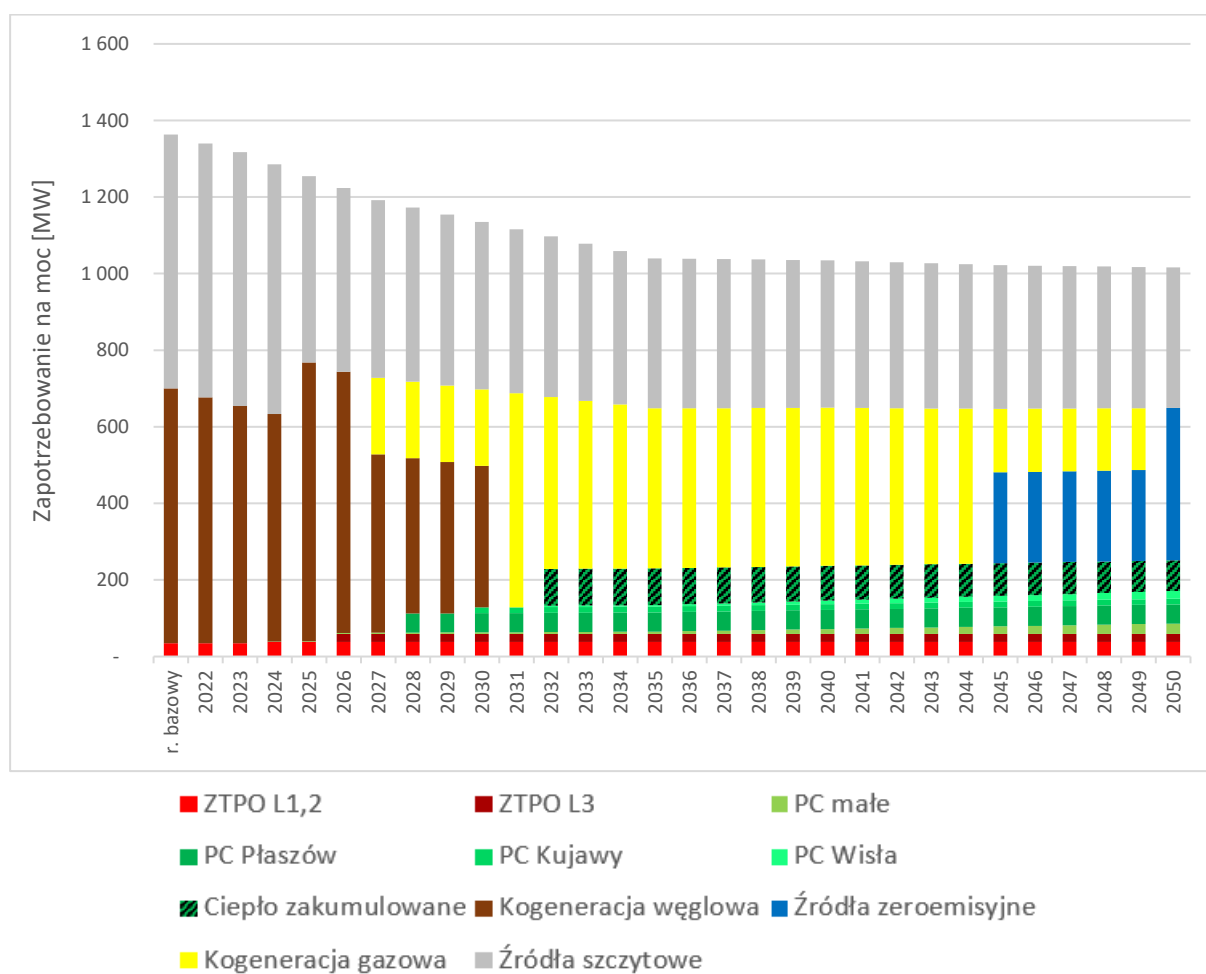




Rysunek 88 Porównanie wykresów uporządkowanych zapotrzebowania na produkcję ciepła w wybranych latach w okresie 2023 - 2050 w podziale na c.o. i c.w.u. według Scenariusza 1 bazowego.
 Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Analizując poszczególne wykresy uporządkowane można zauważyć pewne tendencje. W kolejnych latach obserwowany jest nieznaczny spadek zapotrzebowania w szczycie na ciepło. Wynika to z zadeklarowanych w Scenariuszu 1 bazowym warunkach m.in. kompleksowej termomodernizacji zasobów budowlanych. Kolejną zauważalną tendencją w kolejnych latach analizy jest zwiększenie zapotrzebowania na c.w.u. Tendencja ta również wynika z warunków zadeklarowanych przy tworzeniu Scenariusza 1 bazowego m.in. zaprognozowanego dalszego rozwoju programu „ciepła woda bez piecyka”.

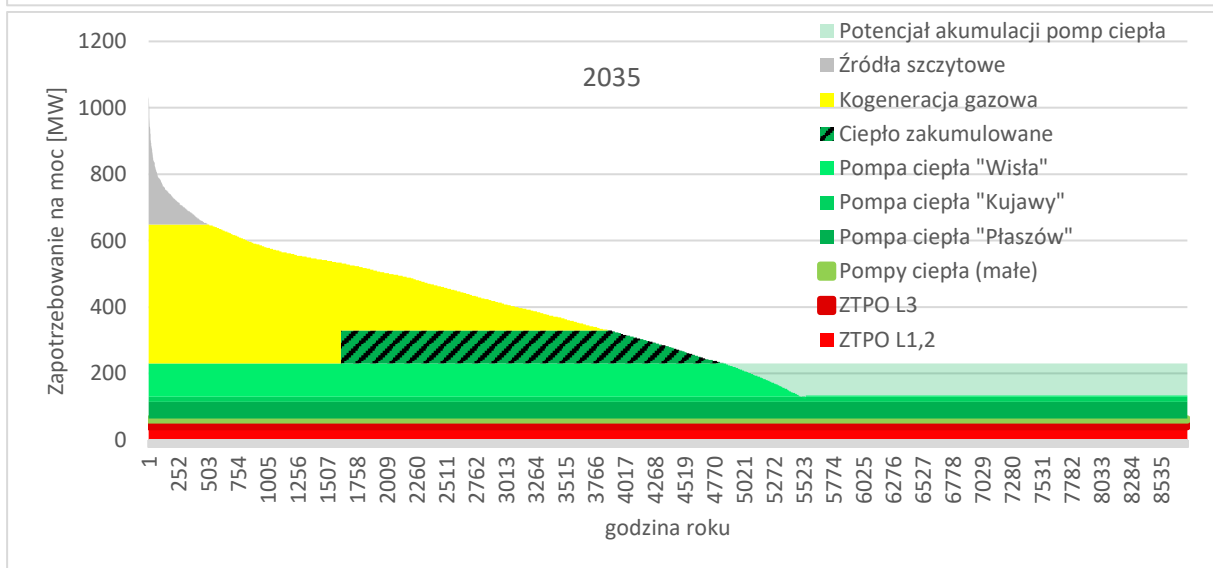
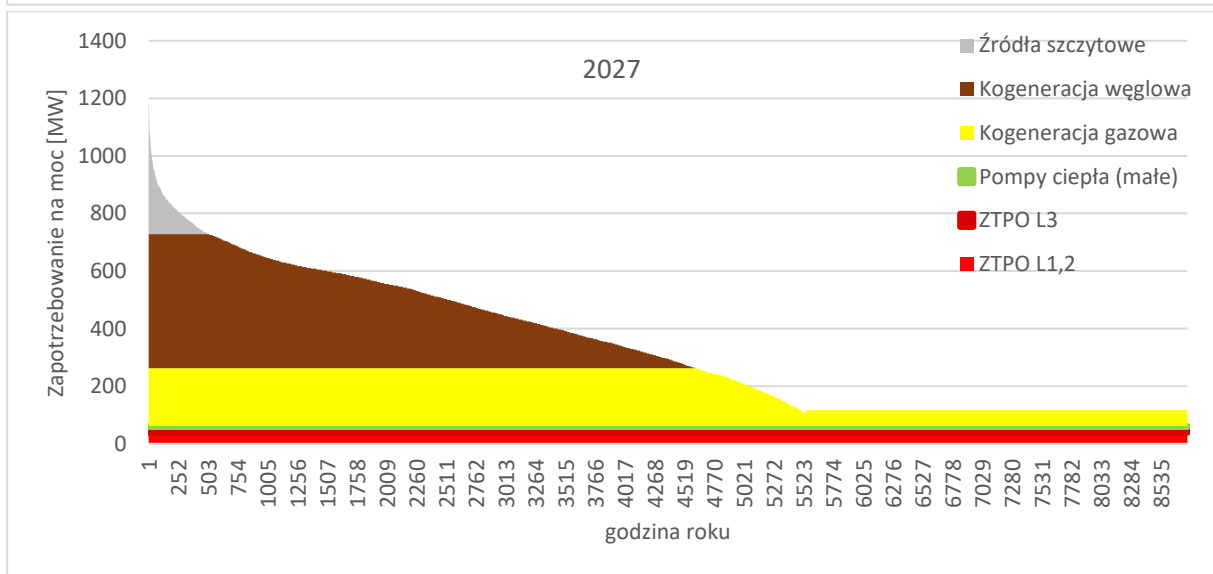
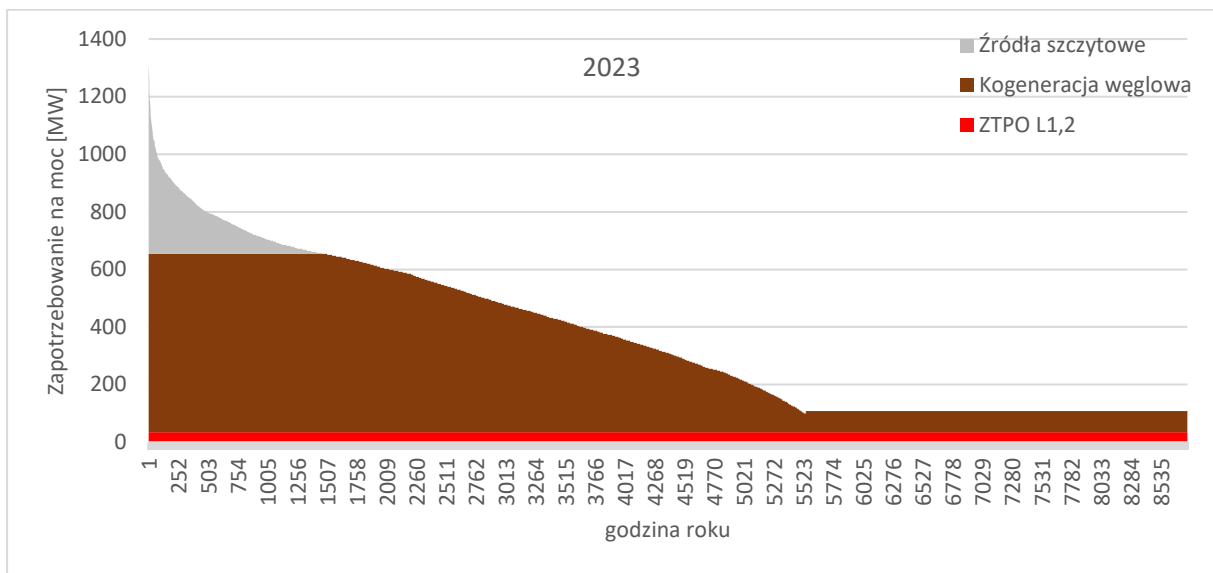
Na podstawie planów spółek wytwórczych oraz prognozowanego zapotrzebowania na moc w systemie, pozwalającego zaspokoić zapotrzebowanie na energię cieplną końcową, zaproponowano, jak w analizowanym okresie może kształtować się bilans mocy w rozróżnieniu na technologie wytwarzania (Rysunek 89).

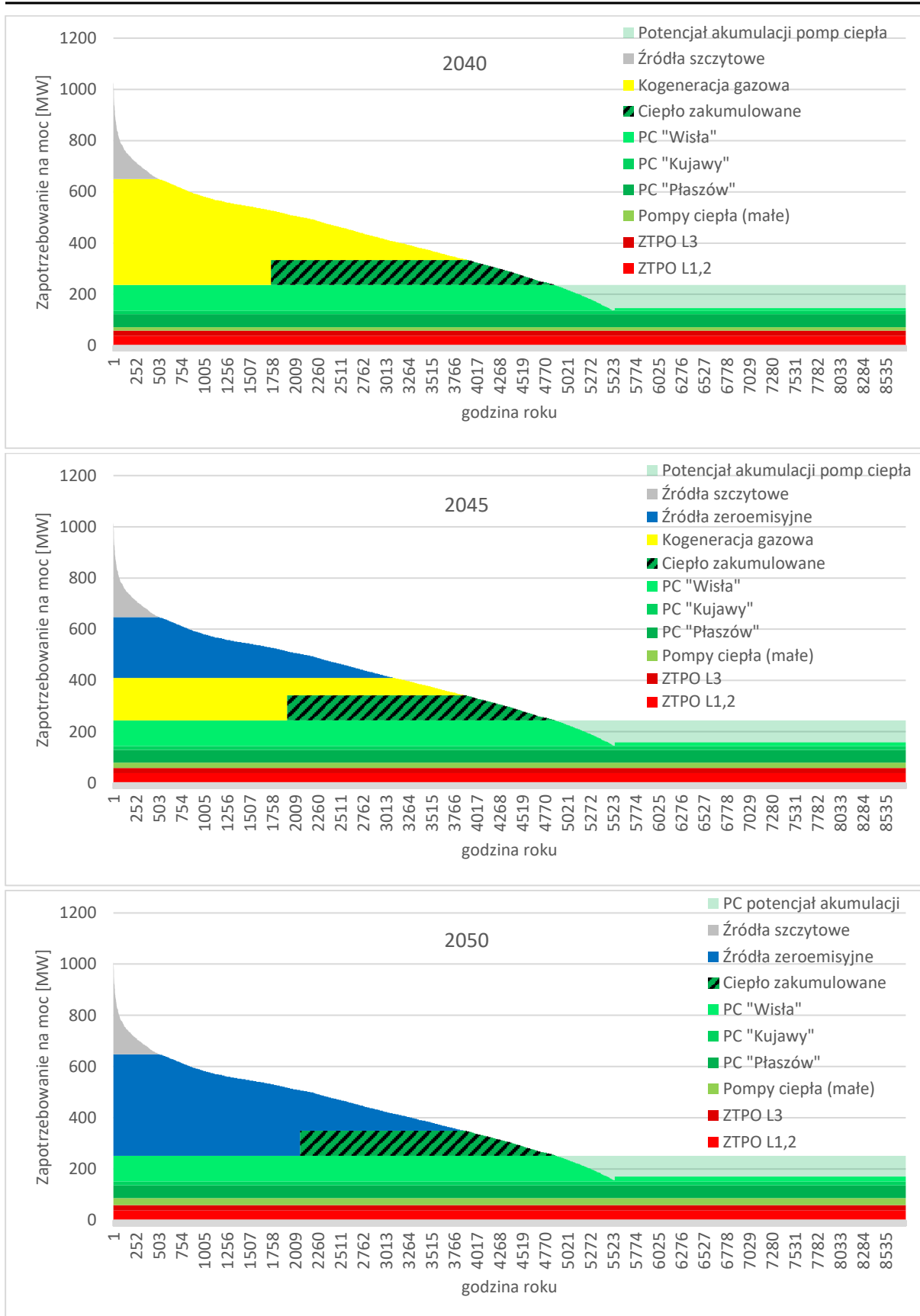


Rysunek 89 Zapotrzebowanie na moc w systemie ciepłowniczym w prognozowanym Wariancie w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Przy wykorzystaniu zaproponowanego bilansu mocy w kolejnych latach obliczono, jak może się kształtować produkcja ciepła dla sieci ciepłowniczej. Pracę poszczególnych jednostek w ciągu roku zaproponowano według kryteriów optymalnego wykorzystania mocy zainstalowanej.





Rysunek 90 Porównanie wykresów uporządkowanych produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego w wybranych latach w okresie 2023 – 2050 według Wariantu.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego w 2023 r. przedstawiony został stan aktualny systemu ciepłowniczego. Na wykresie przedstawiono pracujące w podstawie dwie linie przetwarzania odpadów (ZTPO L1,2), kogenerację węglową oraz wyszczególnione źródła szczytowe. Zapotrzebowanie szczytowe na ciepło w 2023 r. oszacowano na 1 317 MW. Ciepło uzyskiwane jest w głównej mierze z kogeneracji węglowej, w zdecydowanie mniejszym stopniu z ZTPO. Zapotrzebowanie na c.w.u. oszacowano na poziomie około 100 MW.

Kolejnym przedstawionym rokiem na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego jest rok 2027. Rok ten został wybrany ze względu na szereg czynników m.in. zmiana definicji efektywnego systemu ciepłowniczego, zmiana definicji źródła szczytowego oraz plany rozwojowe spółek wytwórczych. Od dnia 1 stycznia 2026 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych, lub w co najmniej 50% ciepło odpadowe, lub w co najmniej 80% ciepło pochodzące z wysokosprawnej kogeneracji, lub co najmniej połączenie takiej energii cieplnej wprowadzanej do sieci, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 5%, a całkowity udział energii ze źródeł odnawialnych, ciepła odpadowego lub ciepła pochodzącego z wysokosprawnej kogeneracji wynosi co najmniej 50%. Dodatkowo zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów [45] jako źródło szczytowe przyjęto jako średnie źródło będące źródłem istniejącym o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW, którego czas użytkowania w roku kalendarzowym, liczony jako średnia krocząca z pięciu lat od dnia 1 stycznia 2025 r. – nie więcej niż 500 godzin. Zauważalna jest również stopniowa dekarbonizacja systemu ciepłowniczego oraz stopniowe zastępowanie kogeneracji węglowej kogeneracją gazową. W podstawie podobnie jak w 2023 r. znajdują się dwie linie przetwarzania odpadów, dodatkowo założono powstanie 3 linii przetwarzania odpadów. Na wykresie uporządkowanym zaznaczono również pompy ciepła o małej mocy, pracujące jako źródła pomocnicze dla systemu ciepłowniczego oraz w pełni z nim zintegrowane. Jako źródła szczytowe w celu obniżenia kosztów produkcji ciepła należy wybrać instalacje wytwórcze, które pozwolą na wytworzenie ciepła w najbardziej ekonomiczny sposób. Jako źródła szczytowe należy rozważyć w pierwszej kolejności dotychczasowo zainstalowane źródła ciepła.

Kolejnym przedstawionym rokiem na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego jest rok 2035. Rok ten, podobnie jak poprzedni, został wybrany ze względu na szereg czynników wymienionych w powyższym akapicie. Znaczącą zmianą jest zmiana definicji efektywnego systemu ciepłowniczego, który od dnia 1 stycznia 2035 r. to system, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 20%. W celu spełnienia wymagań stawianych przez definicję wymagane są zmiany w źródłach wytwórczych systemu ciepłowniczego. Na wykresie w podstawie przedstawiono 3 linie przetwarzania odpadów ZTPO, pompę ciepła zainstalowaną na rzece Wisła oraz pompy ciepła wykorzystujące ciepło ze ścieków z oczyszczalni odpadów „Płaszów” oraz „Kujawy”. Zainstalowane moce będą w stanie zaopatrzyć system ciepłowniczy w ciepło na poziomie pozwalającym na spełnienie wymagań stawianych przed definicją efektywnego systemu ciepłowniczego. W przypadku pomp ciepła istnieje również możliwość akumulacji ciepła w sezonie letnim, które będzie można wykorzystać w okresie grzewczym. Na wykresie oszacowany potencjał ciepła zakumulowanego zaznaczono szrafurą. Istnieje możliwość wykorzystania go w przypadku zastosowania magazynów sezonowych. W 2035 r. założono wykorzystanie kogeneracji gazowej w mniejszym stopniu aniżeli w 2027 r. Warunkowane jest to wymaganiami wspomnianej wcześniej definicji efektywnego systemu ciepłowniczego. Podobnie jak w przypadku poprzednich lat, jako źródła

szczytowe w celu obniżenia kosztów produkcji ciepła należy wybrać instalacje wytwórcze, które pozwolą na wytworzenie ciepła w najbardziej ekonomiczny sposób. Jako źródła szczytowe należy rozważyć w pierwszej kolejności dotychczasowo zainstalowane źródła ciepła.

Kolejnym przedstawionym rokiem na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego jest rok 2040. Rok ten został wybrany ze względu na szereg wcześniej wymienionych czynników oraz wymagania stawiane przez rekomendacje Krakowskiego Panelu Klimatycznego [19], który zakłada co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 względem 2018 roku. W celu spełnienia zarówno wcześniej wymienionych wymagań, jak i rekomendacji Krakowskiego Panelu Klimatycznego zaprognozowano wzrost mocy małych pomp ciepła oraz obniżenie produkcji ciepła z kogeneracji gazowej. Należy również rozważyć współspalanie w kogeneracji gazowej biogazu bądź gazu syntetycznego zeroemisyjnego. Podobnie jak w przypadku poprzednich lat, jako źródła szczytowe w celu obniżenia kosztów produkcji ciepła należy wybrać instalacje wytwórcze, które pozwolą na wytworzenie ciepła w najbardziej ekonomiczny sposób.

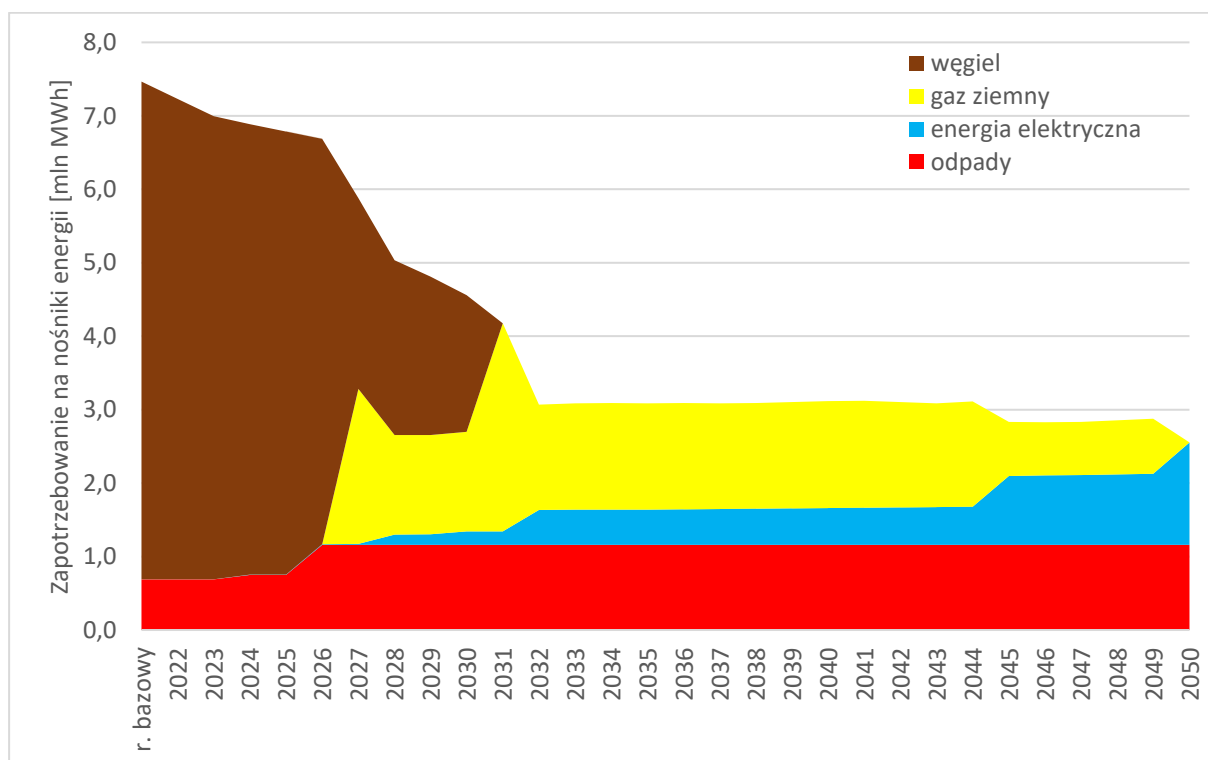
Kolejnym przedstawionym rokiem na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego jest rok 2045. Od dnia 1 stycznia 2045 r. – efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 75% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 40%. W celu spełnienia wymagań stawianych przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego założono dalsze zmiany w źródłach wytwórczych w systemie ciepłowniczym. Największe zmiany dotyczyły zastąpienia części mocy zainstalowanej w kogeneracji gazowej źródłami zasilanymi energią z instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Dzięki przedstawionym zmianom w źródłach wytwórczych w systemie ciepłowniczym spełnia on wymagania stawiane przed wcześniej wspomnianą definicją. Podobnie jak w przypadku poprzednich lat, jako źródła szczytowe w celu obniżenia kosztów produkcji ciepła należy wybrać instalacje wytwórcze, które pozwolą na wytworzenie ciepła w najbardziej ekonomiczny sposób.

Ostatnim przedstawionym rokiem na wykresie uporządkowanym produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego jest rok 2050. Został on przedstawiony ze względu na zmianę definicji efektywnego systemu ciepłowniczego oraz rekomendacje Krakowskiego Panelu Klimatycznego. Od dnia 1 stycznia 2050 r. efektywny system ciepłowniczy to taki, w którym wykorzystuje się wyłącznie energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 60%. Dodatkowym czynnikiem warunkującym transformację systemu ciepłowniczego rekomendacja Krakowskiego Panelu Klimatycznego, która mówi o transformacji do neutralności klimatycznej miasta nie później niż do 2050 roku. W celu spełnienia powyższych wymagań konieczne były dalsze zmiany w jednostkach wytwórczych ciepła, które objęły zastąpienie kogeneracji gazowej instalacjami wykorzystującymi odnawialne źródła energii. Dodatkowo należy zauważyć, że przedstawiony miks jednostek wytwórczych dla 2050 r. będzie mógł zostać zakwalifikowany jako spełniający wymogi stawiane przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego pod warunkiem zakwalifikowania części ciepła ze spalania odpadów jako ciepła pochodzącego z OZE.

Następnie, na podstawie zapotrzebowania na produkcję ciepła dla systemu ciepłowniczego, obliczono jak będzie się kształtował zapotrzebowanie na energię w nośnikach dla źródeł wytwórczych. Sprawności wytwarzania instalacji istniejących obliczono przy wykorzystaniu informacji dostarczonych przez wytwórców, natomiast instalacji planowanych bądź proponowanych, założono zgodnie z wiedzą ekspercką. Rysunek 91 przedstawia, jak mogą kształtować się poziomy zapotrzebowania na poszczególne nośniki energii w analizowanym okresie. Ponadto, dla uzyskanych wolumenów

produkcji, obliczono emisje dwutlenku węgla na nie przypadające (Rysunek 95). Do obliczenia wielkości emisji dwutlenku węgla zastosowano współczynniki opisane szczegółowo w „Projekcie Założeń do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038”. Założono również, że energia elektryczna wykorzystywana do produkcji ciepła w systemie ciepłowniczym pochodzi z odnawialnych źródeł energii, dlatego jest ona traktowana jako bezemisyjna.

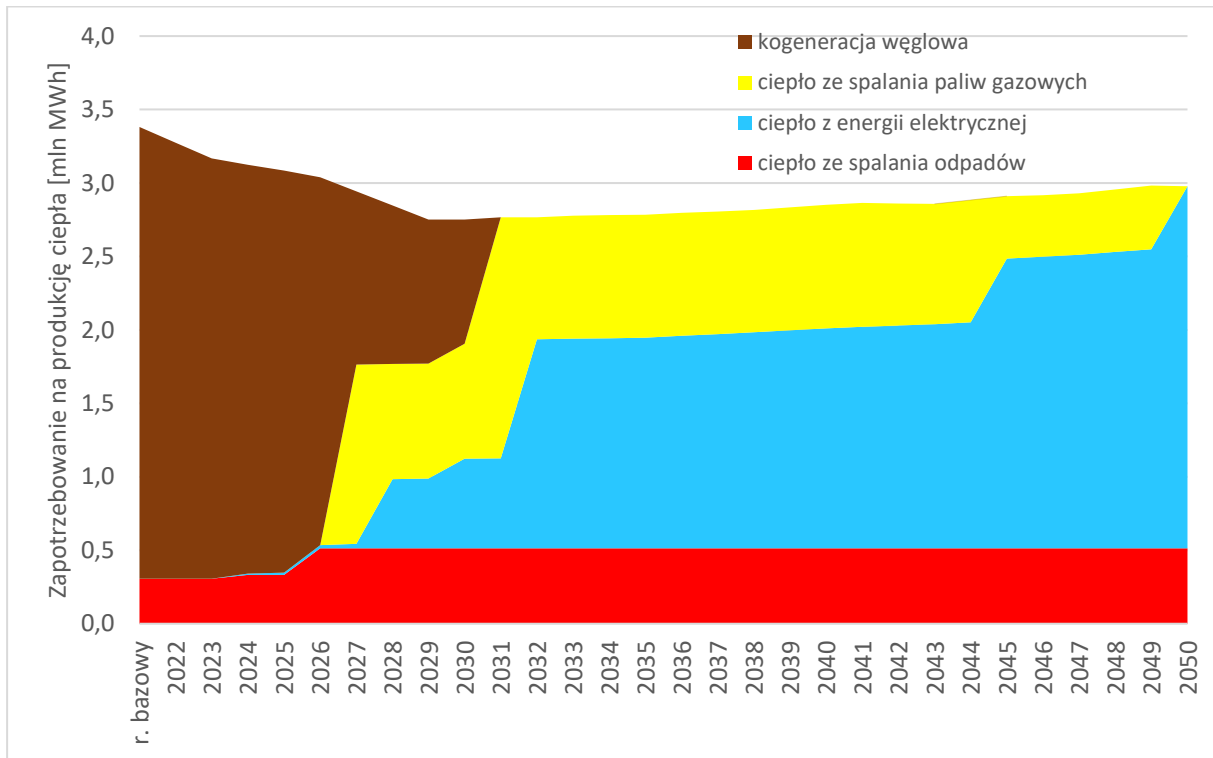
Rysunek 91 przedstawia zapotrzebowanie na nośniki energii dla miejskiej sieci ciepłowniczej według Wariantu w latach 2021-2050. Przedstawione na rysunku wykresy uporządkowane produkcji ciepła dla systemu ciepłowniczego znajdują bezpośrednie odzwierciedlenie w przedstawionym zapotrzebowaniu na nośniki energii. W perspektywie najbliższych lat zauważalny jest znaczący spadek zapotrzebowania na węgiel ze względu na zadeklarowaną dekarbonizację systemu ciepłowniczego. W kolejnych latach zauważalny jest stopniowy spadek zapotrzebowania na gaz ziemny na korzyść zapotrzebowania na energię elektryczną.



Rysunek 91 Zapotrzebowanie na nośniki energii dla miejskiej sieci ciepłowniczej według Wariantu w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

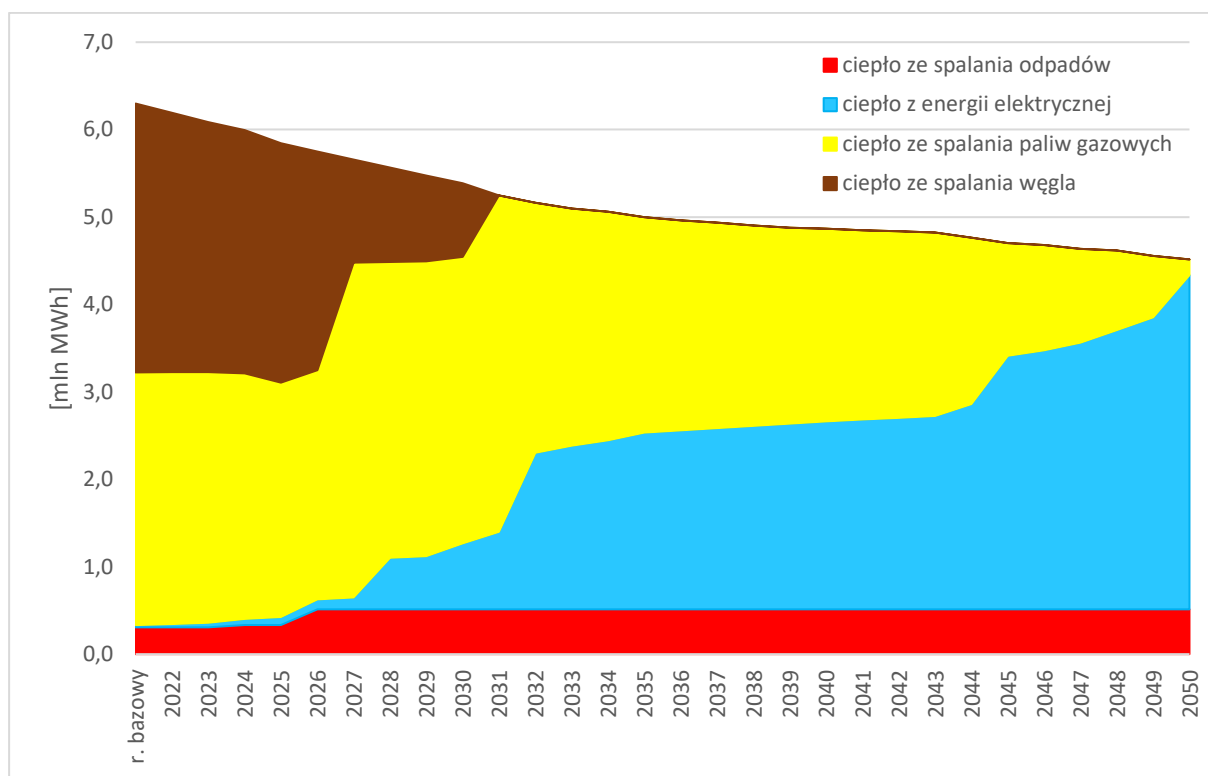
Rysunek 92 przedstawia zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla msc w podziale na nośniki według Wariantu w latach 2021-2050.



Rysunek 92 Zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla msc w podziale na nośniki według Wariantu w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

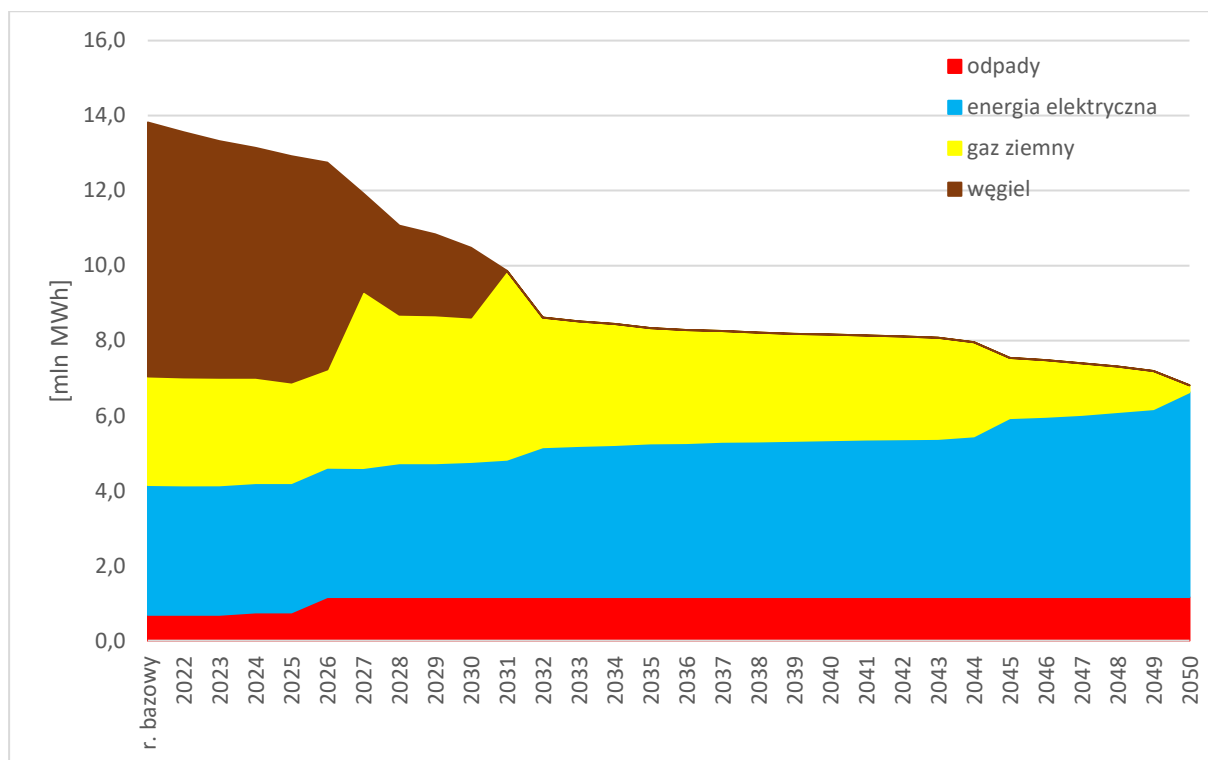
Rysunek 93 przedstawia zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla całego miasta w podziale na nośniki według Wariantu w latach 2021-2050. Na analizowanym rysunku zauważalny jest wpływ termomodernizacji na całkowite zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla całego miasta. Wykres przedstawia, jaką ilość ciepła należy wyprodukować z poszczególnych nośników.



Rysunek 93 Zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla całego miasta w podziale na nośniki według Wariantu w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

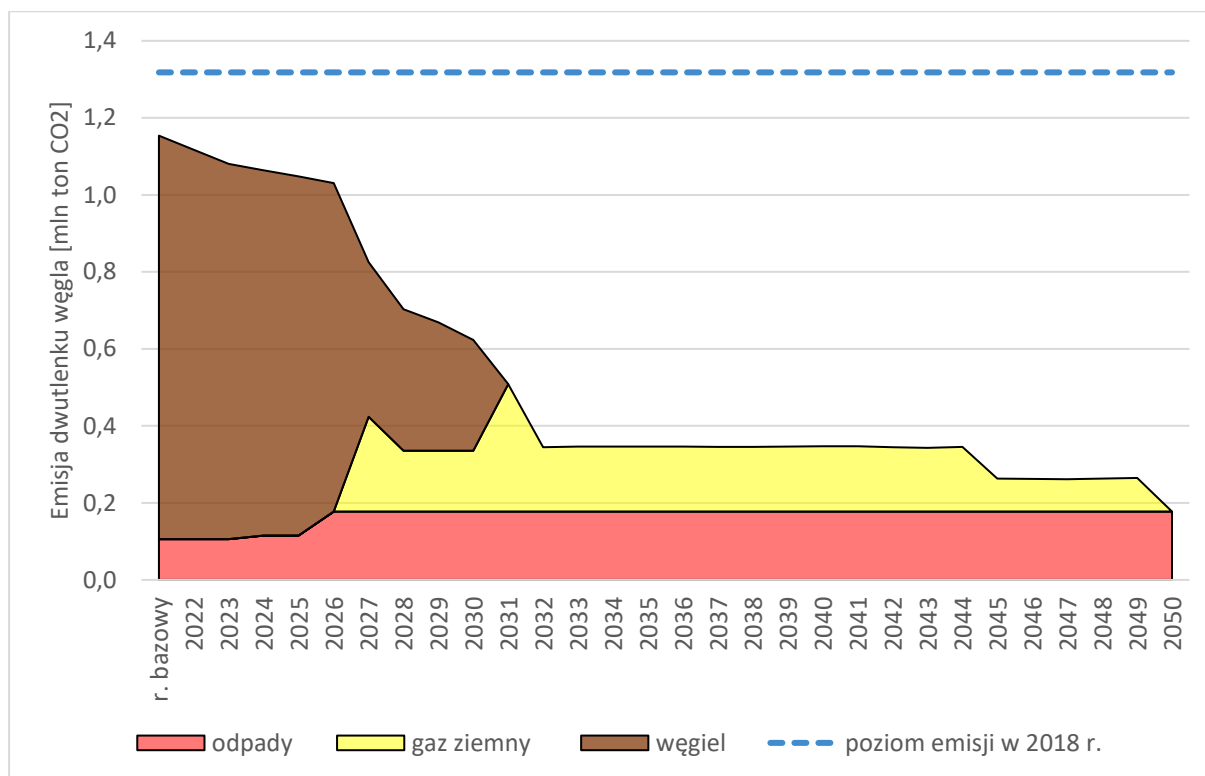
Rysunek 93 przedstawia zapotrzebowanie na produkcję ciepła dla całego miasta w podziale na nośniki według Wariantu. Rysunek dobrze obrazuje wpływ zadeklarowanych założeń przy tworzeniu Scenariusza 1 bazowego i Wariantu. Na rysunku szczególnie widoczna jest kompleksowa termomodernizacja zasobów budowlanych z zadeklarowaną prędkością. Znajduje to odzwierciedlenie w spadku zapotrzebowania na produkcję ciepła dla całego miasta. Spadek ten jest widoczny szczególnie w latach 2022-2035.



Rysunek 94 Zapotrzebowanie na nośniki energii dla całego miasta według Wariantu w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Rysunek 95 przedstawia poziomy emisji dwutlenku węgla (CO₂) z poszczególnych paliw używanych do produkcji ciepła dla miejskiej sieci ciepłowniczej według Wariantu w latach 2021-2050. Na wykresie zauważalne jest znaczące obniżenie emisji dwutlenku węgla spowodowane głównie założoną w Wariantcie dekarbonizacją systemu ciepłowniczego. W przypadku zakwalifikowania części ciepła uzyskanego ze spalania odpadów jako energii z OZE, emisja dwutlenku węgla w 2050 r. odpowiednio mniejsza.



Rysunek 95 Poziomy emisji dwutlenku węgla (CO₂) z poszczególnych paliw używanych do produkcji ciepła dla miejskiej sieci ciepłowniczej według Wariantu w latach 2021-2050.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

12.4. Finansowanie wariantów rozwoju m.s.c. i innych działań energooszczędnych

W Polsce oraz w Unii Europejskiej obecnie funkcjonuje kilka programów i inicjatyw, które oferują dofinansowania dla ciepłownictwa na dekarbonizację. Oto kilka przykładów:

Regionalne źródła dofinansowań:

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie (WFOŚiGW w Krakowie) jest to samorządowa osoba prawna w rozumieniu art. 9 pkt. 14 ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz. U. z 2013 r. poz. 885 z późn. zm.) powołana w drodze ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2020r. poz. 1219 ze zm.).

Fundusz ten udziela dofinansowania na przedsięwzięcia z dziedziny ochrony środowiska i gospodarki wodnej określone w ustawie Prawo ochrony środowiska oraz innych ustawach, w szczególności przedsięwzięciom znajdującym się na liście priorytetowej Funduszu. Lista ta zawiera m.in.

przedsięwzięcia z zakresu efektywności energetycznej, projekty prowadzące do ograniczenia emisji szkodliwych substancji w tym gazów cieplarnianych i odnawialne źródła energii.

Fundusz udziela pożyczek w wysokości do 100% kosztów kwalifikowanych. Pożyczki udzielane są na okres nie dłuższy niż 10 lat, z oprocentowaniem preferencyjnym lub rynkowym. Okres karencji nie może przekroczyć 12 miesięcy. Fundusz przewiduje możliwość częściowego umorzenia pożyczki (po spełnieniu odpowiednich wymagań), w wysokości maksymalnie 30% wartości pożyczki.

Krajowe źródła dofinansowań:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW)

Krajowym źródłem finansowania o kluczowej roli jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Fundusz ten to osoba prawna wspierająca finansowo działania na rzecz ochrony środowiska i gospodarki wodnej w zakresie określonym w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Finansowanie projektów odbywa się na zasadach i regułach określonych w odpowiednich programach priorytetowych, w myśl zasad dofinansowania i kryteriów wyboru przedsięwzięć obowiązujących w NFOŚiGW. W ramach strategii działania Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na lata 2021 - 2024, dostępne środki zagraniczne oraz krajowe przyczynią się realizacji działań mających na celu m.in. poprawę stanu środowiska przez wsparcie realizacji zobowiązań środowiskowych, wspieranie sprawiedliwej transformacji w kierunku niskoemisyjnej gospodarki, wdrażanie innowacji z zakresu ochrony środowiska i gospodarki wodnej, poprawy efektywności energetycznej i wykorzystania energii z odnawialnych źródeł, gospodarki o obiegu zamkniętym, czy kształtowanie kompetencji ekologicznych.

Bank Ochrony Środowiska (BOŚ)

Bank Ochrony Środowiska jest jednym z głównych banków finansujących inwestycje proekologiczne w Polsce oraz stanowi ważne ogniwo polskiego systemu finansowania ochrony środowiska i gospodarki wodnej, dysponując znaczącym potencjałem finansowym. W opublikowanej dnia 22 czerwca 2021 r. strategii na lata 2021-2023 Banku czytamy, że BOŚ w bankowości korporacyjnej skupi się na proaktywnej obsłudze firm średnich i dużych oraz jednostek samorządu terytorialnego, a także na selektywnym podejściu do wspieranych sektorów i technologii, z uwzględnieniem ich potencjału dochodowego, wpływu na redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz możliwości wykorzystania podaży środków publicznych (krajowych i unijnych) – koncentracja na sektorze energetycznym, transporcie, budownictwie oraz przemyśle, jak również sektorze samorządowym. Bank posiada w swojej ofercie szereg rozwiązań skierowanych do przedsiębiorców. Udziela on kredytów inwestycyjnych dopasowanych do indywidualnych potrzeb przedsiębiorstw, opracowując indywidualne warunki kredytu. Precyzyjne określenie oferty dla klienta możliwe jest po analizie danych finansowych, które pozwalają na ocenę bieżącej i perspektywicznej zdolności kredytowej potencjalnego kredytobiorcy. Gdy takowa zdolność zostanie potwierdzona, BOŚ oferuje kredyt inwestycyjny, cechujący się okresem kredytowania do 10 lat, oprocentowaniem WIBOR 3M + 3,3 p.p., spłatach w okresach kwartalnych oraz prowizji przygotowawczej 1,5%. Należy jednak podkreślić, że ostateczne warunki kredytowania ustalane są indywidualnie oraz są one dostosowywane do danego klienta.

Europejski Bank Inwestycyjny (EBI)

Europejski Bank Inwestycyjny (EBI) jest autonomiczną instytucją Unii Europejskiej, powołaną w celu finansowania projektów inwestycyjnych przyczyniających się do zrównoważonego rozwoju UE. Działa on na zasadzie banku publicznego wspierającego realizację celów polityki Unii Europejskiej.

EBI udziela kredytu we współpracy z partnerskimi bankami. Aby inwestycja otrzymała kredyt, musi przejść przez ocenę, czy projekt jest zgodny z celami polityki UE i wytycznymi EBI. Wnioskodawca musi również udowodnić swoją wiarygodność kredytową, która oceniana jest przez bank partnerski. W Polsce istnieje szereg możliwości uzyskania kredytu ze środków EBI za pośrednictwem banków działających na terenie naszego kraju. Tak jak zostało to wspomniane w poprzednim podpunkcie, rozważana inwestycja wpisuje się w cele polityki Unii Europejskiej, a więc spełnia podstawowy warunek finansowania. Szczegółowe warunki należy uzyskać w bankach udzielających kredytów. Są to:

- Bankowy Fundusz Leasingowy S. A., ul. Tymienieckiego 30a, Łódź,
- Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK), Al. Jerozolimskie 7, Warszawa,
- Bank Ochrony Środowiska S.A., Aleja Jana Pawła II 12, Warszawa,
- Bank Pekao S.A., ul. Żwirki i Wigury 31, Warszawa,
- BRE Bank SA, ul. Senatorska 18, Warszawa,
- BRE Leasing Sp. z o.o., ul. Ks Ignacego Skorupki, Warszawa,
- Dexia Kommunalkreditbank Polska S. A., ul. Sienna 39, Warszawa,
- Europejski Fundusz Leasingowy, Pl. Orłąt Lwowskich 1, Wrocław,
- Fortis Bank Polska SA, BNP Paribas Fortis, ul. Suwak 3, Warszawa,
- Fortis Lease Polska Sp. z o.o., ul. Suwak 3, Warszawa,
- Kredyt Bank, ul. Giełdowa 7/9, Warszawa,
- Millennium Leasing Sp. z o.o., ul. Żaryna 2A, Warszawa,
- Nordea Bank Polska S.A., ul. Kielecka 2, Gdynia,
- PEKAO Leasing Sp. z o. o., ul. Wołoska 18, Warszawa,
- PKO Bank Polski, ul. Puławska 15, Warszawa,
- Raiffeisen Leasing Polska S.A., Aleja Jana Pawła II 78, Warszawa,
- VB Leasing Polska S. A., ul. Strzegomska 42C, Wrocław.

Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK)

Bank Gospodarstwa Krajowego oferuje rozwiązania dla przedsiębiorców takie jak:

- standardowy kredyt inwestycyjny,
- kredyt inwestycyjny współfinansowany ze środków EBI,
- kredyt inwestycyjny współfinansowany ze środków KfW,
- finansowanie projektów unijnych,
- wykup wierzytelności.

Ad. 1) Standardowy kredyt inwestycyjny

BGK informuje w swojej ofercie, że kredyt ten pozwala na osiągnięcie takich korzyści jak podniesienie rentowności kapitału własnego poprzez zwiększenie dźwigni finansowej oraz szybsze uzyskanie środków w porównaniu z emisją papierów wartościowych. Kredyt ten skierowany jest między innymi na cele takie jak rozpoczęcie działalności poprzez zakup środków trwałych, czy rozwój działalności

spółki poprzez np. zakup nowych maszyn. Warunki finansowania ustalane są indywidualnie do charakteru inwestycji oraz klienta. Istnieje możliwość odroczenia spłaty kapitału do czasu zakończenia inwestycji i uzyskania odpowiednich przychodów. Kredyt odznacza się długim okresem kredytowania. Warunkiem współpracy jest przeniesienie do BGK części obsługi proporcjonalnej do przedmiotu finansowanej inwestycji.

Ad. 2) Kredyt inwestycyjny współfinansowany ze środków EBI

BGK oferuje finansowanie kredytu inwestycyjnego środkami Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EBI), których zastosowanie pozwala na obniżenie kosztów kredytu. Korzyści z tego kredytu to preferencyjne warunki cenowe w porównaniu z ofertą standardową oraz podniesienie rentowności kapitału własnego poprzez zwiększenie dźwigni finansowej. Kredyt ten tak jak w przypadku standardowego kredytu inwestycyjnego może być przeznaczony na cele takie jak zakup środków trwałych oraz rozwój działalności spółki poprzez np. zakup nowych maszyn. Kredytu inwestycyjny współfinansowany ze środków EBI to wysoka kwota kredytu, długi okres kredytowania dobrany do charakteru inwestycji oraz odroczenie spłaty kapitału do czasu zakończenia inwestycji i uzyskania odpowiednich przychodów. Warunkiem współpracy jest maksymalny koszt inwestycji nie przekraczający 25 mln euro.

Ad. 3) Kredyt inwestycyjny współfinansowany ze środków KfW

Kolejnym z kredytów jest kredyt inwestycyjny współfinansowany środkami pozyskanymi od KfW - niemieckiego państwowego banku rozwoju, których zastosowanie pozwala na obniżenie kosztów kredytu. Korzyści przedstawione przez BGK takie same jak dla kredytu nr. 2. Kredyt ten można uzyskać na cele wymienione w dwóch poprzednich kredytach inwestycyjnych oraz na zdywersyfikowanie działalności operacyjnej. Cechy kredytu inwestycyjnego współfinansowanego ze środków KfW nie wyróżniają się od standardowego kredytu inwestycyjnego oraz kredytu inwestycyjnego współfinansowanego ze środków EBI. Warto zaznaczyć, że projekty takie jak refinansowanie zobowiązań finansowych, działalność deweloperska oraz zakup nieruchomości na sprzedaż lub wynajem oraz inwestycje w papiery wartościowe, są wyłączone ze wsparcia.

Ad. 4) Finansowanie projektów unijnych

Bank Gospodarstwa Krajowego proponuje również rozwiązanie polegające na udzielaniu wsparcia projektów finansowanych ze środków unijnych. Wsparcie to realizowane jest w formie kredytu pomostowego, kredytu uzupełniającego oraz kredytu etapowego. Kredyt pomostowy obejmuje finansowanie kosztów kwalifikowanych projektu natomiast kredyt uzupełniający finansuje koszty niekwalifikowane projektu lub koszty nieobjęte dofinansowaniem. Kredyt etapowy to finansowanie kosztów kwalifikowanych objętych dofinansowaniem w formie płatności zaliczkowych. Kredyt w ramach finansowania projektów unijnych umożliwia pozyskanie środków finansowych na realizację przedsięwzięcia do czasu uzyskania dotacji unijnej. Bank zapewnia, że po skorzystaniu z rozważanego rozwiązania następuje brak konieczności wnoszenia wkładu własnego na finansowanie kosztów kwalifikowanych. Okres finansowania kredytu będzie dostosowany do specyfiki inwestycji, a kwota kredytu odpowiednio wysoka. Warunkiem współpracy przedstawienie zawartej umowy o dofinansowanie projektu w przypadku kredytu etapowego.

Ad. 5) Wykup wierzytelności

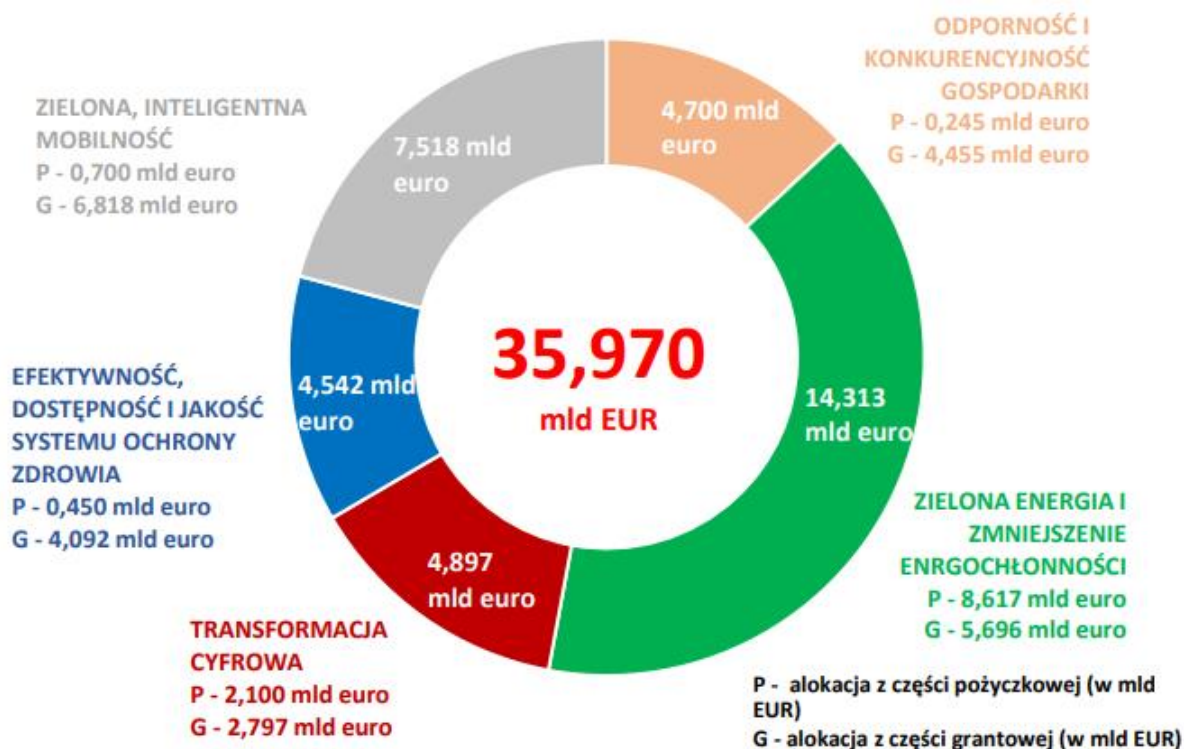
Wykup wierzytelności jest to alternatywna do klasycznej forma dofinansowania. BGK proponuje wykupienie od zbywcy wierzytelności należności finansowych z tytułu np. wykonanych projektów inwestycyjnych ustalając jednocześnie nowe, korzystniejsze dla dłużnika terminy płatności. Warunkami zawarcia współpracy na powyższych zasadach jest posiadanie zdolności kredytowej zarówno przez zbywcę wierzytelności, jak i ich dłużnika, oraz ustanowienie prawnego zabezpieczenia.

Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO)

Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) jest dokumentem programowym określającym cele związane z odbudową i tworzeniem odporności społeczno-gospodarczej Polski po kryzysie wywołanym pandemią COVID-19 oraz służące ich realizacji reformy strukturalne i inwestycje. Dokument stanowi podstawę ubiegania się o wsparcie z europejskiego Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (Recovery and Resilience Facility – RRF). Obecny kształt KPO został zaakceptowany 30 kwietnia na specjalnym posiedzeniu Rady Ministrów.

W ramach KPO wyszczególniono tzw. Komponent B „Zielona energia i zmniejszenie energochłonności”, którego głównym celem jest ograniczenie negatywnego oddziaływania gospodarki na środowisko przy jednoczesnym zapewnieniu konkurencyjności i bezpieczeństwa energetycznego oraz ekologicznego kraju. Środki z KPO przeznaczone będą m.in. na transformację sektora ciepłowniczego, aby udział systemów ciepłowniczych o statusie efektywnego systemu ciepłowniczego w kraju osiągnął 85% do 2030 r. Osiągnięcie statutu efektywnego systemu ciepłowniczego pozwoli na dalszy rozwój i modernizację sieci ciepłowniczych.

KPO jest podstawą do wypłaty środków finansowych z unijnego Funduszu Odbudowy. Na realizację celów przyjętych w KPO do sierpnia 2026 r. planuje się wydatkowanie całej dostępnej dla Polski w ramach RRF sumy środków bezzwrotnych w wysokości 23,858 mld euro oraz 12,112 mld euro w postaci zwrotnego wsparcia finansowego. Najwięcej środków dostępnych w ramach RRF jest przeznaczonych na komponent B – Zielona energia i zmniejszenie energochłonności – 5,7 mld euro z części grantowej i 8,6 mld euro z części pożyczkowej (łącznie 14,3 mld euro).



Rysunek 96 Podział środków w ramach KPO na poszczególne komponenty.

Źródło: Projekt Umowy Partnerstwa Polityki Spójności 2021 – 2027 [46].

Dnia 03.05.2021 r. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej oficjalnie przesało KPO do Komisji Europejskiej, w celu jego oceny. Na dzień opracowania niniejszego Studium Wykonalności, KE nie zatwierdziła jeszcze polskiego KPO.

Fundusz Modernizacyjny

Fundusz Modernizacyjny jest to nowy instrument unijny, mający na celu wsparcie poszczególnych krajów w osiągnięciu neutralności klimatycznej. Fundusz ten zasilany będzie ze sprzedaży 2% ogólnej puli uprawnień do emisji CO₂ z systemu EU ETS i obejmie swoim działaniem 10 państw członkowskich UE: Bułgarię, Chorwację, Czechy, Estonię, Węgry, Łotwę, Litwę, Polskę, Rumunię i Słowację.

Fundusz prowadzi aktualnie nabór wniosków do programu „Wykorzystanie paliw alternatywnych na cele energetyczne”, który potrwa do 30.12.2022 r. Beneficjentami rozważanego naboru są jednostki samorządu terytorialnego i ich związki, oraz przedsiębiorcy. Program ten wspiera inwestycję polegające na budowie nowych lub rozbudowie/modernizacji istniejących instalacji termicznego przekształcania odpadów lub innych paliw alternatywnych wytworzonych z odpadów komunalnych z wytwarzaniem energii w warunkach wysokosprawnej kogeneracji. Wsparcie finansowe udzielane jest w ramach dotacji oraz pożyczki. Dotacja może stanowić do 50% kosztów kwalifikowanych inwestycji, lecz nie więcej niż 100 mln zł, natomiast pożyczka może stanowić do 100% kosztów kwalifikowanych inwestycji, lecz nie więcej niż 400 mln zł. Pożyczka udzielana jest z oprocentowaniem WIBOR 3M nie mniej niż 1,5% w skali roku. Okres finansowania wynosi nie dłużej niż 20 lat. Okres karencji wynosi nie dłużej niż 18 miesięcy.

W ramach rozważanego Funduszu m.in. funkcjonować będzie program „OZE – źródło ciepła dla ciepłownictwa”. Beneficjentami rozważanego programu są Przedsiębiorcy w rozumieniu ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (Dz. U. z 2021 r. poz. 162, z późn. zm.) prowadzący działalność

gospodarczą w zakresie wytwarzania energii. Program przewiduje wsparcie finansowe dla inwestycji dotyczących budowy lub/i przebudowy źródeł o łącznej mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 2 MWt, w których do produkcji ciepła wykorzystuje się energię ze źródeł odnawialnych, wraz z magazynem ciepła. Forma wsparcia finansowego to pożyczka do 70% kosztów kwalifikowanych, lecz nie więcej niż 300 mln zł, oraz dotacja do 50% kosztów kwalifikowanych, lecz nie więcej niż 100 mln zł. Oprocentowanie pożyczki na warunkach preferencyjnych to WIBOR 3M + 50 pb, nie mniej niż 1,5% w skali roku. Okres finansowania wynosi maksymalnie 15 lat, a karencja wynosi maksymalnie 12 miesięcy. Na dzień złożenia niniejszego Studium, rozważany program jest na etapie zakończonych konsultacji społecznych.

Fundusz Transformacji Energetyki (FTE)

W ramach planowanej nowelizacji ustawy Prawo ochrony środowiska oraz ustawy o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych ma zostać powołany Fundusz Transformacji Energetyki. Fundusz ten ma funkcjonować w latach 2022 – 2030 oraz ma być zasilany dochodami ze sprzedaży 40% uprawnień do emisji gazów cieplarnianych.

Środki finansowe z Funduszu przeznaczone będą na wsparcie finansowe projektów z zakresu m.in. modernizacji jednostek wytwórczych w sektorze energetycznym, rozwój sieci ciepłowniczych i inwestycje z zakresu odnawialnych źródeł energii. Przewiduje się, że Fundusz będzie dysponował pulą wynoszącą ok. 285 mln uprawnień, a operatorem Funduszu będzie Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, który odpowiedzialny będzie za opracowanie programów priorytetowych. Rozpoczęcie działalności Funduszu planowane jest na 2022 rok.

Perspektywa polityki spójności UE na lata 2021-2027

Zgodnie z projektem Umowy Partnerstwa z stycznia 2021 r. wstępna alokacja dla Polski na lata 2021-2027 w ramach polityki spójności wyniesie 72,2 mld euro. Środki te przeznaczone będą na realizację sześciu określonych w projekcie celów. Jednym z nich jest Cel 2 „Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa”, czyli dążenie do zero-emisyjności gospodarki państw Europy. Na realizację tego Celu 2 przeznaczone zostanie wstępnie 20,536 mld euro. W ramach tego celu wspierane będą inwestycje dotyczące m.in.:

- Efektywności energetycznej, w tym termomodernizacja, systemy ciepłownicze, wymiana źródeł ciepła,
- Wsparcia produkcji energii z OZE, w tym źródła oraz magazyny energii,
- Wsparcia inteligentnych rozwiązań w infrastrukturze energetycznej, w tym inteligentne sieci elektroenergetyczne i gazowe,
- Przystosowania do zmian klimatu, w tym ochrona przed suszą i powodzią.

Tak jak to miało miejsce w latach 2014-2020, część środków finansowych z polityki spójności zasili programy regionalne oraz krajowe, które w nadchodzącej perspektywie będą tematycznie zbliżone do programów z kończącej się obecnej perspektywy.

30 listopada 2021 r. Rada Ministrów przyjęła projekt Umowy Partnerstwa dla realizacji Polityki Spójności 2021-2027.

Regionalne programy operacyjne

Programem regionalnym dla województwa małopolskiego dotychczas był Regionalny Program Operacyjny Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020 (RPO WM). Na RPO WM składa się 11 osi priorytetowych, w tym obszar poświęcony infrastrukturze energetycznej – Oś priorytetowa 3 „Gospodarka niskoemisyjna”.

Na dzień opracowania opublikowany został program „Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021-2027”, będący programem regionalnym dla rozważanego województwa na lata 2021-2027. W dokumencie tym zostały określone tzw. priorytety, na które udzielane będzie wsparcie finansowe z funduszy europejskich, z kolei każdy z priorytetów określa planowane do osiągnięcia tzw. cele szczegółowe. Jednym z określonych priorytetów jest Priorytet 2 „Fundusze europejskie dla środowiska”, w ramach którego wspierane będą inwestycje m.in. w efektywność energetyczną czy w budowę instalacji do produkcji ciepła z odnawialnych źródeł energii. Przedsięwzięcia te będą mogły swoim zakresem obejmować m.in. kompleksową i głęboką termomodernizację budynku wraz z przebudową systemów grzewczych, instalację urządzeń OZE (w tym pomp ciepła), podłączenie do sieci ciepłowniczej/chłodniczej, wdrożenie energooszczędnych technologii produkcji, Preferowane będą przedsięwzięcia o najwyższej efektywności kosztowej i oszczędności energii w oparciu o przyjęty minimalny próg oszczędności energii na poziomie nie niższym niż 30% (z wyjątkiem budynków zabytkowych). Elementem projektów będzie mogła być również realizacja uzasadnionych działań nie wynikających bezpośrednio z ww. analiz energetycznych obiektów, jeżeli działania te będą realizowały szersze cele Europejskiego Zielonego Ładu, jak np. rozwiązania przyczyniające się do zwiększenia powierzchni zielonych (zielone dachy, ściany), rozwiązania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym, wykorzystanie materiałów pochodzących z odzysku i recyklingu, zagospodarowanie wód opadowych oraz inne elementy, w tym np. działania dostosowujące obiekt do osób z niepełnosprawnościami.

Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FEnIKS)

Program FEnIKS będzie w dużej części kontynuacją działającego w ubiegłych latach programu POiIŚ (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko), w ramach którego możliwe było finansowanie inwestycji polegających na budowie kogeneracyjnych źródeł energii, modernizacji oraz budowie sieci ciepłowniczych, czy budowie źródeł wytwarzających energię z odnawialnych źródeł energii.

Wkład UE w FEnIKS na lata 2021 – 2027 ma wynieść ok. 25 mld euro, przy czym na inwestycje z sektora energetyki przydzielone będzie ok. 8,8 mld euro środków UE.

Fundusz będzie stwarzał możliwość finansowania m.in. następujących rodzajów inwestycji:

- Rozwój wysokosprawnej kogeneracji oraz trigeneracji wykorzystujących OZE i inne niskoemisyjne paliwa w tym gaz ziemny,
- Rozbudowa sieci ciepłowniczych,
- Instalacje OZE,
- Instalacje do produkcji paliw alternatywnych,
- Magazyny energii elektrycznej i gazu.

W projekcie programu wydzielono osiem priorytetów, z których pierwsze dwa odnoszą się do inwestycji z zakresu energetyki:

PRIORYTET I: Wsparcie sektorów energetyka i środowisko z Funduszu Spójności

Cele:

- wspieranie efektywności energetycznej i redukcja emisji gazów cieplarnianych,
- wspieranie przystosowania się do zmian klimatu i zapobiegania ryzyku związanemu z klęskami żywiołowymi i katastrofami, a także odporności, z uwzględnieniem podejścia ekosystemowego,
- wspieranie dostępu do wody oraz zrównoważonej gospodarki wodnej,
- wspieranie transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym i gospodarki zasobooszczędnej,
- wzmacnianie ochrony i zachowania przyrody, różnorodności biologicznej oraz zielonej infrastruktury, w tym na obszarach miejskich, oraz ograniczenie wszelkich rodzajów zanieczyszczeń.

Łączny budżet: 3,66 mld euro

PRIORYTET II: Wsparcie sektorów energetyka i środowisko z EFRR

Cele:

- wspieranie efektywności energetycznej i redukcji emisji gazów cieplarnianych,
- wspieranie energii odnawialnej zgodnie z dyrektywą (UE) 2018/2001,
- rozwój inteligentnych systemów i sieci energetycznych oraz systemu magazynowania energii poza transeuropejską siecią energetyczną (TEN-E),
- wspierane przystosowania się do zmian klimatu i zapobiegania ryzyku związanemu z klęskami żywiołowymi i katastrofami, a także odporności, z uwzględnieniem podejścia ekosystemowego,
- wspieranie dostępu do wody oraz zrównoważonej gospodarki wodnej.

Łączny budżet: 5,129 mld euro

Program Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027 został przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4 stycznia 2022 r. oraz przekazany do Komisji Europejskiej. W najbliższym czasie rozpoczną się oficjalne negocjacje programu.

13. Aktualne plany rozwoju spółek energetycznych i komunalnych

13.1. Plany rozwoju wytwórców ciepła i energii elektrycznej

Podczas tworzenia Scenariuszy jednym z kluczowych aspektów było uwzględnienie planów rozwojowych spółek energetycznych. Poniżej przedstawiono najważniejsze aspekty planów rozwojowych spółek.

PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie

Cele polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej pn. „Zielonego Ładu” oraz wnioski płynące z propozycji zapisów pakietu Fit for 55, uzupełnionego pakietem RePowerEU [31] wymagają od sektora

ciepłowniczego przystąpienia do sprawnej i intensywnej dekarbonizacji sektora wytwarzania. Obok czynników polityki klimatycznej, obecny rozwój wydarzeń na świecie wymaga od branży pilnego wzmocnienia odporności na możliwe ograniczenia w dostępności surowców energetycznych, bądź wahania ich cen. Potrzeba projektowania systemów ciepłowniczych nowej generacji i wypełniania kolejnych kamieni milowych związanych m.in. ze zmianami definicji efektywnego systemu ciepłowniczego, dopuszczalnego poziomu współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej oraz realizujących cele sektorowe związane ze zwiększeniem udziału OZE w ciepłownictwie to największe wyzwania na najbliższe lata. Założenia te w dużej mierze znalazły swoje odzwierciedlenie w przekazanej przez MKiŚ do konsultacji publicznych „Strategii dla Ciepłownictwa”.

Celem wypełnienia przyszłych zobowiązań regulacyjnych, głównie pod kątem propozycji art. 24 Dyrektywy EED należy bilansować system ciepłowniczy jako całość, uwzględnić i skoordynować plany rozwojowe wszystkich uczestników rynku ciepła, zarówno w segmencie wytwarzania, jak i dystrybucji ciepła. Na potrzeby planowania inwestycji w źródło wytwórcze PGE EC, w przeprowadzonych analizach dostrzega konieczność określenia rocznych wolumenów produkcji ciepła w perspektywie długoterminowej, która uwzględni m.in. Raport KAPE dotyczący strategii termorenowacji budynków w Polsce do 2050 r., dynamikę rozwoju miasta w oparciu o założenia demograficzne, nowe wymagania techniczne dla budynków, czy regulacje wynikające z propozycji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) [35].

Mając na uwadze trwający proces transformacji aktywów ciepłowniczych w kontekście przyjętej w październiku 2020 roku Strategii GK PGE #PGE2050, podstawowym na chwilę obecną zadaniem inwestycyjnym planowanym do realizacji przez PGE EC w Oddziale nr 1 w Krakowie jest projekt transformacji krakowskiej elektrociepłowni w kierunku źródła niskoemisyjnego.

Z założenia Projekt ten wpisuje się zarówno we wspomnianą Strategię #PGE2050 jak również Plan Dekarbonizacji aktywów wytwórczych PGE EC. Oprócz kwestii związanych z techniczną wykonalnością i ekonomiczną efektywnością, kluczowym założeniem tego projektu jest możliwie najlepsze wpisanie się w potrzeby Miasta Krakowa, zarówno w zakresie zaspokojenia potrzeb energetycznych, jak również ambicje ukierunkowane na neutralność klimatyczną. Dlatego też w dniu 3 września 2021 r. podpisana zostało porozumienie pomiędzy PGE EC, Gminą Miejską Kraków i MPEC dotycząca określenia warunków zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego miasta Krakowa w długim horyzoncie czasowym. U podstaw podpisania wspomnianej umowy była potrzeba całościowego spojrzenia na rynek ciepła w Krakowie, zbilansowania zapotrzebowania na ciepło z dostępnymi mocami z uwzględnieniem zmian tego zapotrzebowania w czasie i planowanych inwestycji. Tylko takie całościowe spojrzenie daje szansę do tego, aby wyjść naprzeciw wszystkim wyzwaniom, głównie tym regulacyjnym i w ten sposób mitygować i tak duże ryzyka realizacji projektów energetycznych w aktualnych warunkach. W tym celu we wspomnianej umowie określonych zostało szereg działań i analiz, które powinny zostać zakończone w latach 2022-2024.

Do warunków brzegowych opisujących kierunki w analizowanych przez PGE EC wariantach technicznych dodano aspekt związany z odpowiedzialnością społeczną. Jednym z pryncypiów dla Spółki, będącej liderem w segmencie wytwarzania ciepła w Polsce, jest utrzymanie konkurencyjności cenowej i społecznej akceptowalności cen z nowych źródeł wytwórczych.

Biorąc pod uwagę cykl życia typowego projektu w energetyce, należy zaznaczyć, że osiągnięcie neutralności klimatycznej będzie wieloletnim i złożonym procesem. Dla dużego systemu ciepłowniczego, jakim jest system krakowski, droga do neutralności klimatycznej odbywać się będzie

etapowo. Pierwszy etap, zakłada inwestycje w źródła OZE (pompy ciepła) oraz zastosowanie paliwa przejściowego, jakim traktuje się gaz do zasilenia jednostki kogeneracyjnej. Jednostka kogeneracyjna zastępująca węglowe bloki, zgodnie z kryteriami z aktu delegowanego ws. taksonomii spełni założenia dotyczące m.in. emisyjności na poziomie niższym niż 270 g CO₂/kWh, oszczędność energii pierwotnej oraz możliwość zastosowania odnawialnego lub niskoemisyjnego paliwa gazowego po 2035 r., jeśli takie paliwa będą dostępne.

Celem wypełnienia założeń dla kamieni milowych z art. 24 Dyrektywy EED oraz wiążącego celu rocznego przyrostu OZE w sektorze ciepła i chłodu (art. 23 ust. 1 i Załącznik 1a Dyrektywy RED III) zakłada się, że wykorzystanie potencjału energii skumulowanej w ściekach komunalnych oraz wodzie rzecznej z Wisły.

Na terenie EC Kraków planuje się zabudowę instalacji opartych o pompy ciepła o mocy ok. 100 MWt z dolnym źródłem w rzece. Potencjał Wisły na wysokości Miasta Krakowa pod kątem zastosowania wielkogabarytowych pomp ciepła jest ograniczony parametrem temperatury. W okresie niskich temperatur zewnętrznych i braku możliwości pracy pompy ciepła zakłada się zatem pracę konwencjonalnych jednostek kogeneracyjnych i/lub szczytowych.

PGE EC jest na etapie projektowania gazociągu przyłączeniowego, którego moc przyłączeniowa jest w stanie zapewnić pełne pokrycie dzisiejszych potrzeb Miasta Krakowa na ciepło sieciowe. Podpisane zostały stosowne dokumenty z Operatorem Gazowego Systemu Przesyłowego GAZ-System S.A. Planowana jest do zabudowy jednostka kogeneracyjna o mocy do 200MWt. Charakter pracy tej jednostki pozwoli wypełnić kryteria dla taksonomii UE.

W zakresie pokrycia zapotrzebowania na szczytowe zapotrzebowanie na ciepło planowane są następujące inwestycje: umożliwienie spalania gazu ziemnego w istniejących kotłach olejowych, zabudowa nowych kotłów gazowych oraz kotłów elektrodowych. Zastosowanie ostatniej technologii jest warunkowane możliwościami przepustowymi sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej TAURON Dystrybucja S.A.

Kolejne etapy na drodze do osiągnięcia neutralności klimatycznej będą uzależnione od ostatecznie przyjętych przez Komisję Europejską regulacji oraz ekonomicznej efektywności przedsięwzięć. Celem wypełnienia zobowiązań regulacyjnych po 2035 r. rozważa się zastosowanie biomasy (w zależności od przyjętych ostatecznie założeń dla kryteriów zrównoważonego rozwoju z dyrektywy RED III) oraz rozwój technologii power to heat w miarę zwiększenia udziału w sieci elektroenergetycznej strumienia energii OZE. Dodatkowo, w miarę rozwoju technologii wodorowych lub możliwości dodawania w sieciach przesyłowych zielonego gazu np. biogazu strumień ciepła z jednostek gazowych będzie „zazieleniany”.

Niezależnie od tego jaka będzie ostateczna konfiguracja urządzeń, PGE EC zakłada, że nadal będzie wiodącym dostawcą ciepła sieciowego gwarantującym bezpieczeństwo dostaw dla aktualnie zasilanego obszaru miasta z uwzględnieniem rozwoju, ale również erozji tego rynku w przyszłości. Obserwując aktualne trendy zachodzące w obszarze zaopatrzenia w ciepło PGE EC pracuje również nad rozwojem rozwiązań hybrydowych dla nowobudowanych obiektów. Rozwiązania te byłyby oparte o rozwiązania OZE uzupełniane ciepłem sieciowym.

Zgodnie z projektem przemysłowym dla krakowskiej elektrociepłowni pierwszym etapem transformacji będzie zmiana miksu paliwowego z obecnie stosowanych węgla i oleju opałowego lekkiego na paliwa mniej emisyjne. W tym zakresie rozważane są różne scenariusze zarówno, jeśli

chodzi o technologie, jak również dobór samych urządzeń. W odniesieniu do technologii rozważane są zarówno pompy ciepła, bloki gazowo-parowe (CCGT), bloki gazowe w cyklu otwartym (OCGT), silniki gazowe, kotły wodne gazowe oraz kotły wodne elektrodowe. To jaki ostatecznie powstanie miks uzależnione będzie od zweryfikowanych wielkości (niezbędnych mocy), regulacji oraz opłacalności.

Obecnie projekt jest w fazie analitycznej. Nie mniej, bez względu na ostateczne wyniki analiz technicznych i ekonomicznych projekt zakłada, że pierwsze duże pompy ciepła oraz jednostki kogeneracyjne gazowe, jednostki rezerwowo-szczytowe gazowe i/lub elektrodowe powstaną do 2029 r. a PGE EC nadal będzie wiodącym dostawcą ciepła sieciowego w Krakowie.

PGE EC pracuje również nad rozwojem rozwiązań hybrydowych dla nowobudowanych obiektów. Rozwiązania te byłyby oparte o rozwiązania OZE uzupełniane ciepłem sieciowym.

Tabela 83 Przewidywana data zakończenia eksploatacji wyszczególnionych zespołów urządzeń.

Zespół urządzeń	Przewidywana data zakończenia eksploatacji
Blok 1	31-12-2028
Blok 2	31-12-2028
Blok 3	31-12-2030
Blok 4	31-12-2030
KW 5	31-12-2030

Źródło: PGE EC S.A.

CEZ Skawina S.A.

Obecnie przedsiębiorstwo dysponuje wyłącznie planami do 2028 roku, które obejmują:

- zakończenie spalania węgla i budowę źródła gazowego o mocy 400-500 MWt,
- rozpoznanie możliwości inwestowania w budowę OZE,
- monitorowanie technologii i finansowania magazynów energii.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów KHK S.A

Plany rozwoju opisane w rozdz. 13.5 *Plany rozwojowe spółek komunalnych.*

13.2. Plany rozwoju przesyłu i dystrybucji ciepła

Zapotrzebowanie na średnią moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych wynosi obecnie w przybliżeniu 298 MW. Potrzeby te są zaspokajane poprzez dostawę energii cieplnej z m.s.c. W dalszym ciągu występuje grupa odbiorców, którzy korzystają z miejskiej sieci ciepłowniczej wyłącznie do celów ogrzewania, do nich jest kierowany Program ciepłej wody użytkowej. Potencjał rozwoju tego programu jest szacowany na 106 MW (moc instalacji). Największe potrzeby w tym zakresie można odnotować w rejonie Bieńczyca, Starej Nowej Huty i Mistrzejowic. Na tych obszarach wiele budynków wciąż jest ogrzewanych z sieci niskoparametrowej, uniemożliwiającej korzystanie z ciepłej wody użytkowej z sieci miejskiej. "Ciepła woda bez piecyka" - to program zastępowania piecyków łazienkowych instalacjami centralnej ciepłej wody. Przedsięwzięcie realizowane jest przez MPEC oraz wytwórców ciepła od roku 2004 pod patronatem Prezydenta Miasta Krakowa. W najbliższych latach przewiduje się dynamiczny rozwój wcześniej wspomnianego programu. Jednym z aspektów mogących przyczynić się do szybszego rozwoju programu jest prognozowany w najbliższych latach wzrost cen gazu ziemnego, przez co przyłączenie gospodarstw domowych do instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej może stać się jeszcze korzystniejsze ekonomicznie.

Rozwój programu


Rysunek 97 Liczba obiektów podłączonych w ciągu roku do miejskiej sieci ciepłowniczej w zakresie programu "Ciepła woda bez piecyka".

Źródło: [Ciepła woda bez piecyka \(mpec.krakow.pl\)](http://ciepla.woda.bez.piecyka(mpec.krakow.pl)).

Obecna moc zamówiona na potrzeby centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej wszystkich budynków mieszkalnych wynosi 1 986,9 MW. w obszarze, w którym możliwe jest podłączenie do miejskiej sieci ciepłowniczej, dodatkowe budynków nie podłączonych do sieci ciepłowniczej budynków mieszkalnych wielorodzinnych wynosi 406 MW. Poza zasięgiem sieci znajduje się obszar o zapotrzebowaniu 204 MW. Ciepło do odbiorców dostarczane jest siecią ciepłowniczą, której długość i wielkość strat na przesyśle przedstawia Tabela 24.

MPEC S.A. opierając się na planach rozwojowych Spółki, uwzględniając zgłaszane zapotrzebowanie na energię ciepłą przez klientów, stale aktualizuje i określa potencjalne obszary przyszłego rozwoju budownictwa i możliwości jego zasilania w oparciu o miejski system ciepłowniczy z uwzględnieniem już istniejącego budownictwa.

MPEC S.A. w Krakowie

Plan rozwoju MPEC S.A. w Krakowie w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na ciepło (na lata 2022 - 2027) obejmuje:

- **Utrzymanie ciągłości dostaw** energii cieplnej poprzez regularne i ciągłe prowadzenie remontów oraz konserwacji systemu ciepłowniczego, a także modernizację sieci i węzłów cieplnych oraz kotłowni, urządzeń sieciowych i układów pomiarowych,
- **Kontynuowanie rozwoju rynku c.w.u. oraz likwidacja węzłów grupowych** poprzez zastąpienie niskoparametrowych sieci sieciami wysokoparametrowymi. W latach 2022-2027 planuje się zlikwidować 12 stacji wymienników ciepła i wprowadzić zasilanie bezpośrednio wysokim parametrem 255 istniejących już budynków wraz z dostawą ciepłej wody użytkowej. Dodatkowo, kontynuowany będzie program ciepłej wody użytkowej w kolejnych 528 obiektach z równoczesną likwidacją piecyków gazowych. Wszystkie te działania pozwolą na likwidację 24 140 piecyków gazowych w 783 budynkach. Będzie to wymagało zmodernizowania sieci niskoparametrowych na wysokoparametrowe o długości około 18 km. Dzięki temu rynek dostaw ciepłej wody użytkowej zostanie powiększony o 93,0 MW,

- **Podłączanie do miejskiej sieci ciepłej nowych odbiorców** o łącznym szacowanym zapotrzebowaniu mocy na 191,21 MW między innymi poprzez podłączanie do miejskiej sieci ciepłej 59 budynków ogrzewanych dotychczas indywidualnymi piecami. Dzięki temu zostanie zlikwidowanych 155 palenisk węglowych i 6 kotłowni lokalnych. Wymienione przedsięwzięcia zostaną zrealizowane w latach 2022-2027,
- **Zaopatrzenie w ciepło zabytkowej części miasta** Krakowa w Śródmieściu poprzez inwestycje współfinansowane z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ):
 - Budowa nowych odcinków sieci ciepłej wraz z przyłączami i węzłami ciepłowniczymi w celu likwidacji istniejących lokalnych źródeł ciepła opalanych paliwem stałym w Krakowie i Skawinie etap I, nr POIS.01.05.00-00-0003/16,
 - Przebudowa systemu ciepłowniczego Krakowa i Skawiny nr POIS.01.05.00.-00-0005/19,
- **Dostawy energii ciepłej z odnawialnych i alternatywnych źródeł energii** – przedsięwzięcie jest obecnie w fazie organizacyjnej i przewiduje wykorzystanie nowych technologii takich jak inteligentne sieci ciepłownicze, odnawialne źródła ciepła, produkcję chłodu, rozwiązania z zakresu energetyki wyspowej, sieci autonomicznych i magazynowanie energii,
- **Wybudowanie ponad 58 km nowych odcinków** sieci i przyłączy ciepłych o średnicach 25 – 1000 mm,
- **Zwiększenie przepustowości** istniejących części sieci ciepłych,
- Zamontowanie ponad 912 nowych, w pełni zautomatyzowanych węzłów ciepłych,
- Umożliwienie **zastosowania rozwiązań hybrydowych** oraz źródeł dostosowanych do wykorzystania zeroemisyjnych alternatyw przy modernizacji energetycznej budynków.

Ze względu na datę opracowania dokumentu, Plan rozwoju MPEC S.A. nie uwzględnia on obecnej sytuacji politycznej, spowodowanej agresją Rosji na Ukrainę. Obecna sytuacja polityczna oraz sankcje Unii Europejskiej nakładane na Rosję będą miały bezpośredni wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa ciepłowniczego oraz jego rozwój. W związku z obecną sytuacją polityczną można zidentyfikować następujące ryzyka:

- Ograniczony dostęp do paliw;

W Komunikacie Komisji Europejskiej z dnia 8 marca 2022 r. „REPowerEU: Wspólne europejskie działania w kierunku bezpiecznej i zrównoważonej energii po przystępnej cenie” [31] przedstawiono pilną potrzebę szybkiej transformacji w kierunku czystej energii oraz uniezależnienia się od dostaw gazu i węgla z Rosji. W związku z ograniczeniami związanymi z dostępem do gazu ziemnego oraz jego prognozowanych wysokich cen, w pełni uzasadnione wydaje się odchodzenie od gazu ziemnego jako paliwa stosowanego w ciepłownictwie.

- Wzrost cen paliw;

Uniezależnienie się od dostaw paliw z Rosji będzie wiązać się z dalszymi wzrostami cen paliw, co niesie za sobą szereg trudności dla przedsiębiorstwa w kontekście zapewnienia ciągłości dostaw ciepła oraz utrzymania cen za ciepło ogrzewania dla użytkowników końcowych.

13.3. Plany rozwoju systemu przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej

Plany rozwojowe TAURON Dystrybucja S.A. na terenie Krakowa w latach 2022-2030 obejmują:

1. Budowę SE 110/15 kV Kurdwanów wraz z liniami zasilającymi 110 kV,
2. Budowę SE 110/15 kV Kobierzyn wraz z linią 110kV,
3. Modernizację stacji elektroenergetycznej 110/15 kV Prądnik,
4. Linia 110 kV SE Kampus - SE Ruczaj - zwiększenie obciążalności,
5. SE Rybitwy - kompleksowa modernizacja stacji elektroenergetycznej 110/15 kV,
6. Linia 110 kV SE Lubocza - SE Wanda przez HS9 - zwiększenie obciążalności,

7. Modernizację ogrodzenia GPZ-u Lubocza,
8. SE 110/15 kV Czyżyny - modernizacja stacji,
9. SE 110/15 kV Płaszów - modernizacja stacji,
10. Kompleksową modernizację SE 110/15 kV Górka,
11. Modernizację linii 110 kV rel. SE Łęg - SE Płaszów - zwiększenie obciążalności,
12. Modernizację linii 110 kV rel. SE Płaszów - SE Bieżanów - zwiększenie obciążalności,
13. Modernizację linii 110 kV Zabierzów-Lubocza (Siersza-Lubocza) zwiększenie obciążalności i poprawa stanu technicznego,
14. SE Pasternik - dobudowa rozdzielnicy SN,
15. SE Ruczaj - dobudowa rozdzielnicy SNSE Łobzów - modernizacja R15 EAZ stanowiska transformatorowe,
16. SE 110/15 kV Balicka - modernizacja stacji,
17. SE 110/15 kV Politechnika - modernizacja stacji,
18. Modernizację linii 110 kV rel. SE Korabniki – SE Lubocza, odc. 68/1 - 114 - zwiększenie obciążalności,
19. Przebudowa linii 110 kV Salwator - Balicka – Prądnik,
20. Linia 110 kV SE Ruczaj - SE Dajwór - zwiększenie obciążalności,
21. Kompleksową modernizację SE 110/15 kV Bonarka,
22. Modernizację linii 110 kV rel. SE Prądnik - sł.138 - zwiększenie obciążalności,
23. Modernizację linii 110 kV rel. SE Balicka - SE Prądnik- zwiększenie obciążalności,
24. Modernizację linii 110 kV rel. SE Bonarka - SE Piaski Wielkie - zwiększenie obciążalności,
25. Linia 110 kV SE Łęg - SE Kotlarska (80C) - dostosowanie aparatury,
26. Modernizację linii 110 kV rel. SE Rybitwy - SE Wanda - zwiększenie obciążalności,
27. Modernizację linii 110 kV rel. SE Bieńczyce - SE Lubocza - zwiększenie obciążalności,
28. Modernizację linii 110 kV rel. SE Bieńczyce - SE Czyżyny - zwiększenie obciążalności,
29. Modernizację linii 110 kV rel. Górka - Politechnika (80C) - zwiększenie obciążalności,
30. Modernizację linii 110 kV rel. SE Łęg - SE Wanda - zwiększenie obciążalności,
31. Modernizację linii 110 kV rel. SE Łęg -SE Rybitwy (80C) - zwiększenie obciążalności,
32. Modernizację linii 110 kV rel. SE Politechnika - SE Łęg - zwiększenie obciążalności,
33. Modernizację linii 110 kV rel. SE Bieżanów -SE Piaski Wielkie - zwiększenie obciążalności,
34. Wyposażenie SE Kotlarska w SZT,
35. Modernizację ogrzewania SE Bieńczyce,
36. SE Balicka - wymiana baterii prądu stałego,
37. SE Piaski Wielkie - modernizacja rozdzielni potrzeb własnych,
38. Budowę SE 110/15 kV Branice wraz z linią 110kV,
39. Modernizacja stacji 220/110/15 kV Lubocza.

Ze względu na prognozowane Warianty rozwoju systemu ciepłowniczego, które zakładają elektryfikację systemu wymagane są znaczące zmiany w systemie przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej w przyszłych latach. W planach rozwojowych spółki należy ująć stopniową elektryfikację ciepłownictwa czyli stopniowe wprowadzanie technologii wytwarzających ciepło korzystających z energii elektrycznej (m.in. pompy ciepła, kotły elektrodowe) w okresie zapotrzebowania szczytowego oraz poza nim.

13.4. Plany rozwoju systemu gazowniczego

Plany rozwojowe systemu gazowniczego na terenie miasta Krakowa:

- Modernizacja sieci gazowej ulic z planowaną likwidacją ograniczeń sieciowych do 2023 r.:
 - Węgrzynowicka,
 - Leśmiana,
 - Rzepichy,
 - Jagielka,
 - Za Skłonem,
 - Kosmowskiej,
- Planowane działania inwestycyjne w 2022 r.:
 - Przebudowa sieci gazowej średniego ciśnienia w pasie drogowym północnej obwodnicy Krakowa – droga ekspresowa S52,
 - Przebudowa sieci gazowej średniego ciśnienia, Kraków, ul. Skoczylasa, Przy Cegielni, Witkowicka, Rybitwy (na odcinku od ul. Szparagowej do ul. Dąbka),
 - Przebudowa sieci gazowej średniego ciśnienia w ciągu ulicy Nowohuckiej metodą przewiertu pod rzeką Wisłą,
 - Przebudowa sieci gazowej niskiego ciśnienia, Kraków ulice: Wystouchów, Bałuckiego, Retoryka, Gersona, Ułanów, Ugorek, Fiołkowa, Kasprowicza, Krzemionki, św. Marka, Szafera, Jaremy i Elsnera, Ludźmierska (na odcinku od ul. Andersa do ul. Rydza Śmigłego), Królowej Jadwigi (na odcinku od ul. Jesionowej do ul. Czeremchowej),
 - Przebudowa sieci gazowej niskiego ciśnienia na średnie ciśnienie, Kraków ulice: Powiatowa, Bardosa, Kepska,
 - Przebudowa stacji gazowej II stopnia $Q=1600 \text{ m}^3/\text{h}$, Kraków ul. Basztowa,
 - Przebudowa stacji redukcyjno – pomiarowej II stopnia $Q=1200 \text{ m}^3/\text{h}$, Kraków ul. Zbrojarzy,
 - Przebudowa gazociągu średniego ciśnienia, Kraków ulic: Gliniana, Dożynkowa, Kamieńskiego (na odcinku od Ronda Matecznego do ul. Puskarskiej).

W dokumencie „KRAJOWY DZIESIĘCIOLETNI PLAN ROZWOJU SYSTEMU PRZESYŁOWEGO na lata 2022-2031” opublikowanym przez GAZ-System S.A., wśród wybranych inwestycji ujętych w Planie Rozwoju w perspektywie do 2024 r. nastąpi przyłączenie TAMEH Kraków do sieci przesyłowej gazowej.

Plan Inwestycyjny Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A. na lata 2022-2024 zakłada realizację następujących zadań inwestycyjnych:

- Gazociąg DN700 Wężeńców – Przewóz”,
- Gazociąg DN500/300 Śledziejowice – Nowa Huta -wymiana odcinka gazociągu DN 300 w Kraków, ul.Giedroycia,
- Rozbudowa gazociągu DN 300 do SRP Arcelor Mittal Poland S.A.”,
- Przyłączenie PGE ECSA Elektrociepłownia Kraków”.

13.5. Plany rozwojowe spółek komunalnych

13.5.1. KHK S.A.

Krakowski Holding Komunalny S.A. na lata 2022-2026 planuje realizację następujących kluczowych projektów:

- **Rozbudowa Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPO)** o instalację odzysku ciepła ze spalin poprzez uruchomienie instalacji odzysku ciepła ze spalin (UOC). Celem

przedsięwzięcia jest zwiększenie efektywności procesu odzysku energii z procesu przekształcania odpadów komunalnych,

- **Budowa układu odzysku ciepła** odpadowego w oparciu o przemysłową absorpcyjną pompę ciepła o mocy ok. 2,5 MW w celu zwiększenia produkcji ciepła przy jednoczesnym obniżeniu temperatury wody chłodzącej (mniejszy pobór sieci z wody) dla potrzeb systemu ciepłowniczego, ograniczenie pracy chłodni wentylatorowej (mniejsze zużycie energii elektrycznej) i tym samym podwyższenie sprawności ogólnej funkcjonowania ZTPO. Planowana jest wydajność grzewcza instalacji na poziomie 2400 kW, a roczna produkcja ciepła ok 24 000 GJ,
- **Instalacja fotowoltaiczna** o mocy ok. 300 kW zaplanowana na dachu budynku nr 02 Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów,
- **Budowa Zakładu Odzysku Energii (ZOE)** – rozważana jest budowa trzeciej linii do termicznego przekształcania odpadów w celu zwiększenia ilości produkowanej energii oraz odzysku metali żelaznych i nieżelaznych ze strumienia odpadów. Planuje się wyposażenie linii w dwa źródła energii elektrycznej: generator o mocy do 14,9 MW i panele fotowoltaiczne o mocy ok. 300 kW oraz osobne węzły magazynowania i podawania odpadów, produkcji i wyprowadzania energii. Zakłada się produkcję ok. 330.000 GJ rocznie,
- **Instalacja do produkcji czystego wodoru** w procesie elektrolizy i infrastruktura tankowania pojazdów służb miejskich – planowana jest budowa na terenie ZTPO instalacji elektrolizera wraz z towarzyszącą infrastrukturą o mocy ok. 2 MW w I etapie oraz budowa instalacji elektrolizera o mocy ok. 6 MW w II etapie,
- **Utworzenie Spółki Obrotu Energią (SOE)**, projekt wspólny KHK S.A. oraz MPK S.A. i MPWiK. S.A., posiadającej koncesję na obrót, pozwoli na zintegrowanie rozproszonego obecnie systemu zakupu energii oraz zwiększy elastyczność w zakresie tego zakupu i sprzedaży na potrzeby punktów poboru energii należących do Grupy Kapitałowej Krakowskiego Holdingu Komunalnego oraz jednostek Miasta Krakowa.

13.5.2. MPEC S.A.

Zgodnie z obowiązującym Planem Rozwoju MPEC S.A. w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na ciepło – Planem wieloletnim na lata 2021-2026, zatwierdzonym Uchwałą Nr 2/MPEC/2021 Nadzwyczajnego Walnego Zgromadzenia Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie z dnia 23.03.2021 r., Przedsiębiorstwo uwzględniło w swoich zamierzeniach rozwojowych 35 rejonów rozwojowych, w tym 31 zlokalizowanych na terenie Miasta i Gminy Kraków, na których rozbudowa sieci ciepłowniczych umożliwi odbiorcom dostawę ciepła.

Szczegółowy opis rejonów przedstawia się następująco:

- Rejon I - zaopatrzenie w ciepło „Specjalnej Strefy Ekonomicznej Krakowski Park Technologiczny Czyżyny” oraz zabudowy w rejonie ulic: Al. Bora Komorowskiego, Dobrego Pasterza,
- Rejon II - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Bohomolca, Reduta, Rozrywka,
- Rejon III - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Centralna, Nowohucka,
- Rejon IV - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Glogera, Pachońskiego, Piaszczyzna, Pękowicka, Vetulaniego,
- Rejon V - zaopatrzenie w ciepło os. Żabiniec oraz zabudowy w rejonie ulic: Konecznego, Żabiniec,

- Rejon VI - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Al. 29 Listopada, Kamienna, Langiewicza, Prądnicka, Rogatka,
- Rejon VII - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Jakubowskiego, Kosocicka, Kostaneckiego, Słona Woda,
- Rejon VIII - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: św. Jacka, Wyłom, Zakrzówek,
- Rejon IX - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Bunscha, Czerwone Maki, Piltza,
- Rejon X - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Opatkowice”,
- Rejon XII - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Bronowice Wielkie”,
- Rejon XIII - zaopatrzenie w ciepło „III Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego” oraz „Specjalnej Strefy Ekonomicznej Krakowski Park Technologiczny - Pychowice”,
- Rejon XV - zaopatrzenie w ciepło zabudowy w rejonie ulic: Bochenka, Podedworze, Szpakowa,
- Rejon XVI - zaopatrzenie w ciepło „Biznes Park Zawiła”,
- Rejon XVII - zaopatrzenie w ciepło „Lipińskiego”,
- Rejon XVIII - zaopatrzenie w ciepło „Obozowa”,
- Rejon XX - zaopatrzenie w ciepło „Górka Narodowa”,
- Rejon XXI - zaopatrzenie w ciepło „Wielopole”,
- Rejon XXII - zaopatrzenie w ciepło „Dąbska, Lema”,
- Rejon XXIII - zaopatrzenie w ciepło „Daliowa, Filipowicza”,
- Rejon XXIV - zaopatrzenie w ciepło „Domagały, os. Złocien”.
- Rejon XXV - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Pierwszej inwentaryzacji pieców węglowych” objętej ulicami: al. 29-go Listopada, ul. Prandoty, al. Płk. Władysława B. Prażmowskiego, al. Powstania Warszawskiego, ul. Grzegórzecka, ul. Dietla, ul. Marii Konopnickiej, Aleje Trzech Wieszców,
- Rejon XXVI - zaopatrzenie w ciepło „Lipska, Kozią”,
- Rejon XXVII - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Ćwiklińskiej, Mała Góra”,
- Rejon XXVIII - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Białoprądnicka”,
- Rejon XXIX - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Praska, Zielińskiego”,
- Rejon XXX - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Telimieny, Jerzmanowskiego, Teligi”,
- Rejon XXXI - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Klimeckiego, Pana Tadeusza”,
- Rejon XXXII - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Mogilska, Cystersów, Fabryczna”,
- Rejon XXXIV - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Saska, Gromadzka”,
- Rejon XXXV - zaopatrzenie w ciepło obszaru „Zabłocie”.

Realizacja zadań w powyższych obszarach rozwojowych zlokalizowanych na terenie Gminy Miejskiej Kraków zakłada rozwój rynku ciepła o łącznym zapotrzebowaniu mocy w wysokości ok. 607 MW, a wykonane dotychczas podłączenia nowych inwestycji wskazują pozostały potencjał przyszłego odbioru ciepła w wysokości ok. 400 MW.

Ponadto w ramach rozwoju rynku ciepła MPEC S.A. realizuje tzw. „projekty specjalne”, polegające na rozwoju rynku ciepła poprzez przyłączenie odbiorców do miejskiej sieci ciepłowniczej w następujących podobszarach:

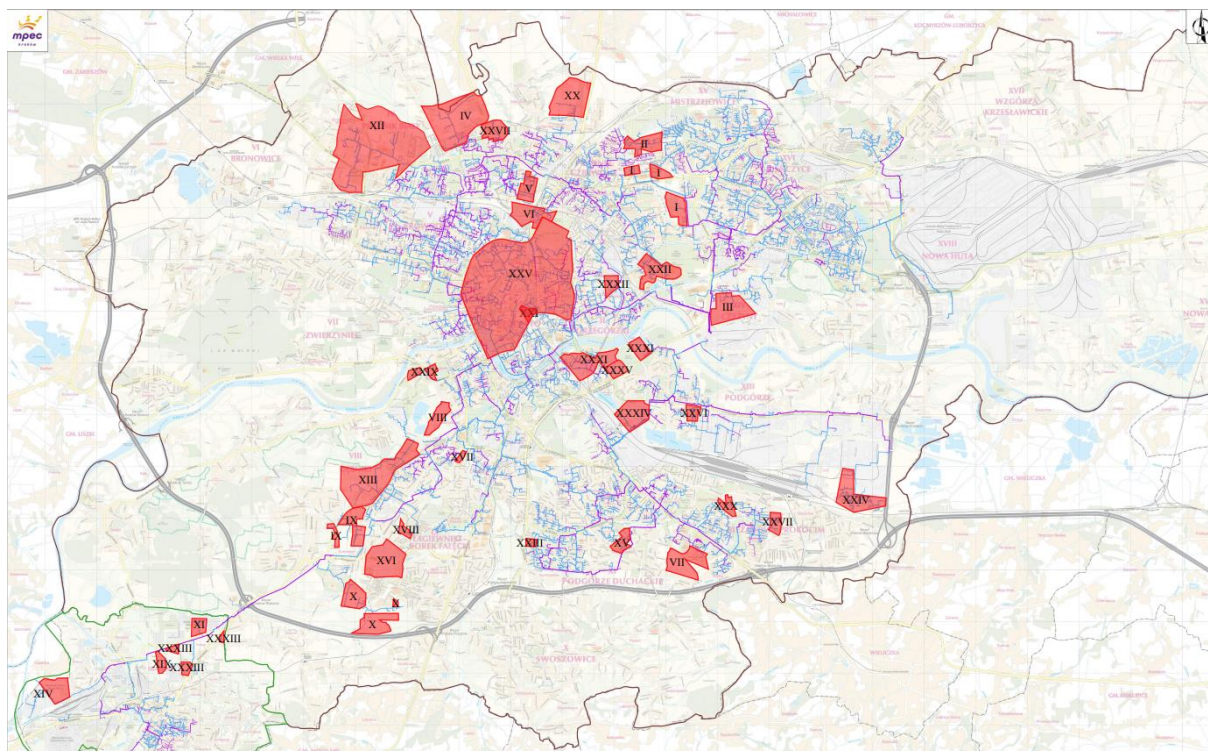
- Projekt „Bronowice Wielkie” – rejon ograniczony od wschodu i południa linią kolejową Kraków-Mydlniki, od zachodu ul. Katowicką i Ojcowską, od północy potokiem Sudół,
- Projekt „Piaszczysta” – rejon w obszarze ulic: Pachońskiego, Pękowicka, Glogera,
- Projekt „Zawiła” – rejon w obszarze ulic: Zawiła, Skośna, Borkowska,

- Projekt „Prądnicka” – rejon w obszarze ulic: Prądnicka, Żabiniec, Doktora Twardego.

Projekty te ściśle wpisują się w uchwalone przez przedsiębiorstwo obszary rozwoju sieci ciepłowniczej. MPEC S.A. opierając się na planach rozwojowych Miasta i Gminy Kraków, uwzględniając zgłaszane zapotrzebowanie na energię ciepłą przez klientów, stale aktualizuje i określa potencjalne obszary przyszłego rozwoju budownictwa i możliwości jego zasilania w oparciu o miejski system ciepłowniczy z uwzględnieniem już istniejącego budownictwa. W latach 2027-2038 Spółka przewiduje wprowadzenie kolejnych, nowych obszarów rozwojowych zgodnych z postępującą urbanizacją Miasta i Gminy Kraków.

Przewidywanym efektem przeprowadzanych działań inwestycyjnych w latach 2021-2038 będzie przyrost sieci ciepłowniczych w wysokości ok. 155 km. Zakłada się również, że w ww. okresie zapotrzebowanie mocy wskutek wszystkich działań inwestycyjnych wzrośnie ogółem o około 700 MW. Dla doprowadzenia energii ciepłej do poszczególnych obszarów rozwojowych wymagane jest wybudowanie nowych odcinków sieci ciepłowniczych, a w niektórych obszarach zwiększenie przepustowości części istniejących sieci (zmieniając je na nowe o większej średnicy).

Wszystkie zadania inwestycyjne, przewidziane do realizacji przez Spółkę są dostosowane do nowych wymagań, zapewniają dalszy rozwój miejskiej sieci ciepłowniczej oraz w znacznym stopniu przyczyniają się do poprawy jakości powietrza w Krakowie, uwzględniają wszystkie aspekty techniczne i ekonomiczne systemu ciepłowniczego. Planowane i realizowane zadania koordynowane są we współpracy z innymi spółkami miejskimi i miejskimi jednostkami organizacyjnymi, a także innymi jednostkami poza gminnymi dla zapewnienia optymalizacji uzyskanych efektów i ponoszonych kosztów.



Rysunek 98 Obszary rozwojowe MPEC S.A. w Krakowie.

Źródło: MPEC S.A. w Krakowie.

13.5.3. MPK S.A.

Wieloletni plan rzeczowo-finansowy na lata 2022 - 2026 Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego S.A z siedzibą w Krakowie przewiduje szereg działań mających na celu zmniejszenie energochłonności i emisyjności oraz zwiększenie dostępności i komfortu użytkowania komunikacji miejskiej, co bezpośrednio przekłada się na gospodarkę energetyczną miasta i jest jednym z kluczowych elementów ochrony powietrza i klimatu:

1. Działania na rzecz zwiększenia dostępności komunikacji miejskiej oraz poprawy komfortu podróży, w tym w szczególności:
 - dostawę 60 sztuk niskopodłogowych, przegubowych wagonów tramwajowych w latach 2022-2023,
 - działania na rzecz pozyskania dodatkowego dofinansowania do zakupu 50 wagonów zrealizowanego w latach 2020-2021,
 - zakup 30 sztuk niskopodłogowych wagonów tramwajowych w latach 2025-2026 z opcją zakupu kolejnych 30 sztuk,
 - zakup 20 sztuk autobusów elektrycznych, których zakup będzie dofinansowany przez NFOŚiGW w ramach Programu „Zielony transport publiczny”,
 - zakup 8 autobusów klasy midi w celu odnowy taboru do obsługi linii, na których ze względu na warunki techniczne infrastruktury drogowej, mogą kursować wyłącznie autobusy tego typu,
 - Montaż platformy najazdowej dla wózków inwalidzkich i dziecięcych w kolejnych wagonach tramwajowych w celu zwiększenia dostępności tych pojazdów dla osób o ograniczonej mobilności,
 - montaż klimatyzacji przedziału pasażerskiego we wszystkich 50 wagonach NGT6,
2. Zapewnienie czytelności informacji pasażerskiej na przystankach komunikacji zbiorowej.
3. Udostępnianie dla pasażerów w Google Maps lokalizacji autobusów wykonujących pracę na liniach oraz umożliwienie prowadzącym pojazdy zdalnego sprawdzenia lokalizacji autobusu na Zajezdni, przed rozpoczęciem pracy.
4. Uczestnictwo w pracach Zespołu ds. Bezpieczeństwa i Organizacji Ruchu w Krakowie w celu poprawy płynności ruchu komunikacji miejskiej, uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego (buspasy), modernizacji i rozbudowy infrastruktury transportowej (przystanki, dworce oraz węzły przesiadkowe), likwidacji barier architektonicznych.
5. Przeprowadzanie testów autobusów wodorowych i pojazdu autonomicznego w ruchu komunikacyjnym w ramach świadczonych usług przewozowych. Testy mają na celu poznanie podstawowych parametrów eksploatacyjnych pojazdów wodorowych oraz sprawdzenie w jakim stopniu autonomiczność pojazdu i jej stopień mają wpływ na jakość usługi przewozowej oraz jakie warunki muszą zostać spełnione, aby przejazd takim pojazdem był bezpieczny.

13.5.4. MPO Sp. z o.o

W obszarze szeroko rozumianej gospodarki energetycznej Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Sp. z o.o. w Krakowie przewiduje wyposażenie planowanego Centrum Recyklingu Odpadów Komunalnych w instalację fotowoltaiczną o wartości ponad 20 mln PLN.

W latach 2020-2025 Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Spółka z o.o. planuje w wyszczególnionych obszarach następujące przedsięwzięcia:

- Gospodarki odpadami:
 - Rozpoczęcie realizacji Centrum Recyklingu Odpadów Komunalnych celem zapewnienia Gminie Miejskiej Kraków możliwości wypełnienia zobowiązań w zakresie wskaźników recyklingu odpadów komunalnych,
 - Optymalizować pracę eksploatowanych instalacji zagospodarowania odpadów,
 - Intensyfikować działania edukacyjne ukierunkowane na rozwój (ilościowy i jakościowy) selektywnej zbiórki odpadów w GMK.
- Oczyszczania:
 - Rozwijanie usługi w zakresie oczyszczania mechanicznego w oparciu o nowy park maszynowy,
 - Wymiana wyeksploatowanych jednostek na nowe, o wysokich normach emisyjnych,
 - Kontynuacja zadania z zakresu zmywania ulic i chodników celem ograniczenia unosu pyłów,
 - Utrzymanie standardów w zakresie zimowego utrzymania dróg i chodników z uwzględnieniem nowych, strategicznych dla Gminy Miejskiej Kraków obiektów.
- W dokumencie przedstawiono przepływy odpadów między instalacjami w systemie gospodarki odpadami na chwilę obecną. W przypadku realizacji Centrum Recyklingu Odpadów Komunalnych istnieje możliwość ograniczenia ilości odpadów dostarczanych do ZTPO.

13.5.5. WMK S.A.

Ze względu na energochłonność prowadzonej działalności oraz potencjał energetyczny systemu odprowadzania i zagospodarowania ścieków komunalnych, plany rozwoju Wodociągów Miasta Krakowa S.A. mają istotny wpływ na gospodarkę energetyczną miasta. Plan rzeczowo- finansowy na lata 2021-2025 Wodociągów Miasta Krakowa Spółka Akcyjna z dnia 11 stycznia 2021 roku przewiduje między innymi:

- Rozbudowa, przebudowa i modernizację ponad 28 km sieci w celu zapewnienia niezawodności zasilania w wodę oraz stabilizacji ciśnienia w sieci wraz z wdrożeniem *Inteligentnego Systemu Zarządzania*,
- Budowa systemu aktywnej kontroli wycieków wody w systemie wodociągowym,
- Rozbudowa, przebudowa i modernizacja prawie 13 km sieci kanalizacyjnych, zakup sprzętu specjalistycznego do obsługi sieci, likwidacja lokalnych oczyszczalni ścieków wraz z budową rurociągów tłocznych,
- Modernizacja rozdzielni elektrycznych i sieci, modernizacja gospodarki energetycznej poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

14. Zaopatrzenie w energię w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa dostaw

Bezpieczeństwo energetyczne to taki stan gospodarki, który zapewnia pokrycie bieżącego i przyszłego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy minimalnym negatywnym oddziaływaniu sektora energii na środowisko i warunki życia społeczeństwa. Jego gwarancja jest kluczowym celem krajowej oraz lokalnej polityki klimatyczno-energetycznej państwa.

Chociaż nieprzerwany dostęp do energii elektrycznej, ciepła czy pierwotnych nośników energii należytej jakości traci w kontekście warunków gospodarki rynkowej miano dobra podstawowego, to jednak niewyobrażalny jest w dzisiejszych czasach brak wspomnianych zasobów lub choćby jakiegokolwiek ograniczenia ciągłości dostaw. Powszechność dostępu oraz możliwość optymalnego wykorzystywania pierwotnych i wtórnych nośników energii wymaga sprawnie działającego, rozwiniętego systemu, składającego się z urządzeń do ich wytwarzania (bądź przetwarzania), przesyłania i dystrybucji. Aby wszystkie te elementy właściwie ze sobą korespondowały niezbędne są:

- planowanie (dobór odpowiednich składowych podsystemów – przykładowo źródła wytwórcze spełniające założone kryteria w określonym horyzoncie czasowym, uwzględniając prognozowane zmiany zapotrzebowania na poszczególne nośniki energii, politykę krajową i lokalną, rentowność czy skalę negatywnych następstw potencjalnej awarii w kontekście bezpieczeństwa zaspokojenia potrzeb energetycznych zasilanych odbiorców),
- kontrola i monitorowanie (ewaluacja) – polegające kolejno na porównaniu stanu obecnego z przewidywaniami (na przykład w oparciu o wcześniej zdefiniowane wskaźniki) w celu zidentyfikowania zaistniałych nieprawidłowości oraz rejestrowaniu postępów realizacji przyjętych założeń, tempa i kierunku rozwoju,
- adaptacja, oznaczająca aktualizację planu działań, dostosowanie go do sytuacji bieżącej w oparciu o wyniki ewaluacji.

Wymienione powyżej działania stanowią determinanty wysokiego poziomu bezpieczeństwa energetycznego, będącego podstawą rozwoju społeczeństwa, zarówno całego kraju jak i jego poszczególnych jednostek podziału terytorialnego. Pojęcie to oznacza jednak nie tylko ciągłość dostaw pierwotnych i wtórnych nośników energii, ale także ich dostateczną dostępność (zasobność), a tym samym możliwość zakupu po racjonalnych i akceptowalnych cenach, odporność poszczególnych systemów na nieprzewidywalne zdarzenia losowe, mogące zagrozić fizycznemu przepływowi energii (w tym nośników energii) oraz/lub prowadzić do niezahamowanego i ekonomicznie nieuzasadnionego wzrostu jej cen.

14.1. Zagrożenia mogące wystąpić na poziomie lokalnym

Do głównych zagrożeń jakie mogą wystąpić na terenie gminy są awarie techniczne wynikające ze stanu infrastruktury lub zjawisk pogodowych. Mogą również wystąpić nadzwyczajne okoliczności tj. wojna, atak terrorystyczny, w których dostawy mogą być zagrożone.

Zgodnie z Prawem Energetycznym [7] zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej może powstać w szczególności w następnym:

- 1) działań wynikających z wprowadzenia stanu nadzwyczajnego,

- 2) katastrofy naturalnej albo bezpośredniego zagrożenia wystąpienia awarii technicznej w rozumieniu art. 3 ustawy z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej (Dz. U. z 2017 r. poz. 1897),
- 3) wprowadzenia embarga, blokady, ograniczenia lub braku dostaw paliw lub energii elektrycznej z innego kraju na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, lub zakłóceń w funkcjonowaniu systemów elektroenergetycznych połączonych z krajowym systemem elektroenergetycznym;
- 4) strajku lub niepokojów społecznych,
- 5) obniżenia dostępnych rezerw zdolności wytwórczych poniżej niezbędnych wielkości, o których mowa w art. 9g ust. 4 pkt 9, lub braku możliwości ich wykorzystania.

Zgodnie z Prawem Energetycznym [7], w przypadku powstania zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, operator systemu przesyłowego elektroenergetycznego lub systemu połączonego elektroenergetycznego:

- 1) podejmuje we współpracy z użytkownikami systemu elektroenergetycznego, w tym z odbiorcami energii elektrycznej, wszelkie możliwe działania przy wykorzystaniu dostępnych środków mających na celu usunięcie tego zagrożenia i zapobieżenie jego negatywnym skutkom,
- 2) może wprowadzić ograniczenia w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej lub jego części do czasu wejścia w życie przepisów wydanych na podstawie art. 11 ust. 7, lecz nie dłużej niż na okres 72 godzin,
- 3) Operator systemu przesyłowego elektroenergetycznego lub systemu połączonego elektroenergetycznego niezwłocznie powiadamia ministra właściwego do spraw energii oraz Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki o wystąpieniu zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, podjętych działaniach i środkach w celu usunięcia tego zagrożenia i zapobieżenia jego negatywnym skutkom oraz zgłasza konieczność wprowadzenia ograniczeń na podstawie art. 11 ust. 7,
- 4) Operator systemu przesyłowego elektroenergetycznego lub systemu połączonego elektroenergetycznego, w terminie 60 dni od dnia zniesienia ograniczeń, przedkłada ministrowi właściwemu do spraw energii i Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki raport zawierający ustalenia dotyczące przyczyn powstałego zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, zasadności podjętych działań i zastosowanych środków w celu jego usunięcia, staranności i dbałości operatorów systemu elektroenergetycznego oraz użytkowników systemu, w tym odbiorców energii elektrycznej, o zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej,
- 5) Raport, o którym mowa w ust. 4, zawiera także wnioski i propozycje działań oraz określa środki mające zapobiec w przyszłości wystąpieniu zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej,
- 6) Prezes Urzędu Regulacji Energetyki, w terminie 30 dni od dnia otrzymania raportu, o którym mowa w ust. 4, przedstawia ministrowi właściwemu do spraw energii opinię do tego raportu, zawierającą w szczególności ocenę wystąpienia okoliczności, o których mowa w art. 11e ust. 1.

Bezpieczeństwo energetyczne może mieć wymiar globalny (na przykład w skali całego kontynentu bądź kraju) jak również lokalny (w kontekście strategii rozwoju powiatu czy gminy). Choć w zależności od przyjętej jednostki terytorialnej (lub administracyjnej) szczegółowe zagrożenia związane

z niezawodnością systemu energetycznego będą różne, specyficzne dla danego regionu, to czynniki mające na nie istotny wpływ są w większości uniwersalne. Za najbardziej kluczowe można uznać:

- dostępność i jakość infrastruktury, w tym sieć wzajemnych połączeń poszczególnych systemów oraz niezawodność operacyjna źródeł wytwórczych,
- dywersyfikacja rozumiana jako różnorodność źródeł (zdolności) wytwórczych, stosowanych nośników energii i wykorzystywanej technologii,
- dostępność i wymiennność paliw (oraz źródeł wytwórczych) – możliwości eksploatacyjne zasobów alternatywnych,
- wymagany poziom inwestycji w celu zaspokojenia przewidywanego wzrostu zapotrzebowania na nośniki energii,
- koncentracja dostawców – potencjał współpracy w ramach lokalnych społeczności, możliwości wykorzystania zasobów sąsiednich powiatów i gmin,
- stabilność cen,
- dostęp do wiedzy eksperckiej,
- aspekty polityczne – krajowa i lokalna polityka klimatyczno-energetyczna (kluczowe założenia i realizowane cele).

Zagrożenia mogące wystąpić na poziomie lokalnym polegają na przerwaniu ciągłości dostaw nośników energii do wszystkich bądź wybranych grup odbiorców na terenie gminy. Spełnienie warunków opisanych powyżej pozwala na właściwe zarządzanie i mitygowanie ryzyka wystąpienia awarii.

W celu zapobiegania przerwaniu ciągłości produkcji energii elektrycznej, ciepłej oraz dostaw paliw gazowych należy również rozważyć utworzenie zapasów interwencyjnych. Zapasy interwencyjne to zapasy poszczególnych surowców energetycznych tworzone w celu zapewnienia zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w zasoby w sytuacji wystąpienia zakłóceń w ich dostawach na rynek lokalny oraz krajowy.

Wedle obowiązujących zobowiązań, Rzeczypospolita Polska posiada zapasy interwencyjne oraz zapasy obowiązkowe składające się na:

- zapasy obowiązkowe ropy naftowej i paliw z wyłączeniem gazu płynnego (LPG) – wielkość odpowiadająca iloczynowi 53 dni i średniej dziennej produkcji paliw lub przywozu ropy naftowej lub paliw zrealizowanych przez producenta lub handlowca w poprzednim roku kalendarzowym – od dnia 31 grudnia 2017 r.,
- gazu płynnego (LPG) – wielkość odpowiadająca iloczynowi 30 dni i średniej dziennej produkcji gazu płynnego (LPG) lub jego przywozu, zrealizowanych przez producenta lub handlowca w poprzednim roku kalendarzowym.

Zapasy strategiczne Rzeczypospolitej Polskiej są nadzorowane przez Rządową Agencję Rezerw Strategicznych. Działania te pozwalają na tymczasową niezależność państwa od dostaw surowców energetycznych z zewnątrz oraz minimalizują wystąpienie przerw w dostawie poszczególnych surowców energetycznych, co prowadzi do wzrostu bezpieczeństwa energetycznego.

14.2. Odporność poszczególnych systemów na zagrożenia

Na podstawie przeprowadzonej diagnozy stanu istniejącego systemów zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe stwierdzono dużą odporność na potencjalne zagrożenia, w szczególności na ciągłość dostaw nośników energii do wszystkich odbiorców końcowych.

Oznacza to, że zagrożenia w przypadku lokalnych awarii dotyczyć mogą wyłącznie grup odbiorców. W celu przybliżenia bieżącej sytuacji w podziale na poszczególne systemy energetyczne poniżej zaprezentowano krótkie charakterystyki poszczególnych przedsiębiorstw energetycznych w kontekście działań na rzecz lokalnego bezpieczeństwa energetycznego:

- System zaopatrzenia w ciepło:

PGE Energia Ciepła Oddział nr 1 w Krakowie

PGE Energia Ciepła S.A. w Krakowie wdrożył i realizuje procedury związane z zarządzaniem kryzysowym.

Na terenie elektrociepłowni są realizowane liczne ćwiczenia z zakresu zarządzania sytuacją kryzysową z udziałem służb reagowania kryzysowego tj., straż pożarna, policja, itp., celem doskonalenia umiejętności i zbierania doświadczeń podczas materializacji zagrożenia osobowego jak i mienia.

Wnioski wyciągane z ćwiczeń, przekładają się na doskonalenie personalne jak i mają istotny wpływ na ukierunkowanie inwestycji w celu utrzymania i zabezpieczania podstawowych zadań elektrociepłowni tj. produkcji energii cieplnej i elektrycznej.

Dodatkowo wszelkie znaczące awarie podlegają ścisłej analizie poprzez powołanie ponad zakładowych Komisji Awaryjnych, których celem jest opracowanie i wdrożenie działań poprawiających bezpieczeństwo wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej.

Podjęto decyzje o udziale w projekcie Rynku Mocy czego skutkiem były prowadzone inwestycje umożliwiające pracę 3 z 4 jednostek (Bloki 1-4) zainstalowanych na terenie elektrociepłowni w warunkach niekorzystnych spowodowanymi wysokimi temperaturami otoczenia. Dodatkowo istnieje możliwość wykorzystania akumulatora energii w sytuacjach kryzysowych, co zwiększa odporność systemu na zagrożenia. Dodatkowo w sezonie zimowym realizowany jest obowiązek utrzymywania 30-dniowych zapasów węgla na składowisku na terenie zakładu.

W dniu 3 września 2021 r. podpisana została umowa pomiędzy PGE EC S.A., Gminą Miejską Kraków i MPEC S.A. dotycząca określenia warunków zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego miasta Krakowa w długim horyzoncie czasowym. W tym celu we wspomnianej umowie określonych zostało szereg działań i analiz, które powinny zostać zakończone do końca III kw. 2022 r.

CEZ Skawina

W CEZ Skawina SA urządzenia podlegają bieżącym remontom. Jednostki wytwórcze jak kotły parowe i turbiny znajdują się pod kontrolą Urzędu Dozoru Technicznego (UDT) i są na bieżąco monitorowane od strony technicznej przez służby remontowe przedsiębiorstwa.

W sezonie zimowym realizowany jest obowiązek utrzymywania 30-dniowych zapasów węgla na składowisku na terenie zakładu.

W celu planowania pracy oraz prowadzenia ruchu sieci ciepłowniczej obejmującej teren miasta Krakowa oraz Skawiny w zakresie wody grzewczej funkcjonuje dokument: Instrukcja współpracy w zakresie planowania i prowadzenia ruchu sieci ciepłowniczej, obejmujący swoim zakresem podmioty PGE Energia Ciepła SA, CEZ Skawina, Krakowski Holding Komunalny i MPEC S.A.

W zakresie zarządzania ryzykiem związanym z zagrożeniem wystąpienia awarii CEZ Skawina posiada również dokument pn. Instrukcja uruchomienia CEZ Skawina SA z Elektrowni wodnej Niedzica. Celem

instrukcji jest określenie szczegółów technicznych i organizacyjnych związanych z odbudową systemu elektroenergetycznego po awarii (blackout) w oparciu o Elektrownię Wodną Niedzica, sieć rozdzielczą ZEK SA (ZDM – Zakładowa dyspozycja mocy) oraz elektrownię CEZ Skawina SA. Koncepcja asekuracji systemu elektroenergetycznego w przypadku ryzyka wystąpienia awarii zagrażającej ciągłości dostaw energii elektrycznej obejmuje przede wszystkim podział systemu na wydzielone podobszary (wyspy), którą będą w stanie zapewnić zasilenie odbiorcom kluczowym.

Ze względu na dużą niestabilność przepisów prawa energetycznego w Polsce CEZ Skawina SA nie posiada długoterminowych planów rozwoju swojej działalności. Jako najbardziej perspektywiczne działania uznawane są: przyszła budowa gazowego źródła wytwórczego w celu zakończenia stosowania (spalania) paliwa węglowego w istniejących urządzeniach produkcyjnych, inwestycje w odnawialne źródła energii oraz w przyszłości potencjalnie również w magazyny energii (w zależności od dostępnych wiedzy, możliwości technicznych oraz zakresu wsparcia).

Krakowski Holding Komunalny

W nawiązaniu do Celu operacyjnego IV.5: Wysoki poziom bezpieczeństwa w Krakowie zawartego w Strategii Miasta Krakowa. Tu chcę żyć. Kraków 2030 KHK swoimi działaniami przyczynia się do zwiększenia lokalnego bezpieczeństwa energetycznego. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPO), wytwarza ciepło i energię elektryczną w kogeneracji z odnawialnych źródeł energii, stanowiących alternatywę dla źródeł konwencjonalnych, wpisując się w politykę przeciwdziałania i adaptacji do zachodzących zmian klimatycznych. Spółka realizuje dodatkowo pilotażowy program w zakresie fotowoltaiki. Zamontowane na ZTPO panele fotowoltaiczne przyczynią się do uzyskania dodatkowej energii elektrycznej i tym sposobem zmniejszenia poboru energii z sieci, m.in. podczas przerw technicznych w działaniu instalacji termicznego przekształcania odpadów. Ponadto badane będą możliwości realizacji wirtualnych farm fotowoltaicznych oraz model współdziałania w ramach krakowskiej wspólnoty energetycznej. W ramach działań mających na celu podniesienie efektywności energetycznej zakładu planowana jest także budowa Zakładu Odzysku Energii (ZOE) jak również będąca w opracowaniu i etapie prac analitycznych koncepcja produkcji wodoru z energii wytwarzanej w ZTPO oraz potencjalnie ZOE.

W kontekście obserwowanych tendencji klimatycznych skutkujących m.in.: gwałtownymi zjawiskami pogodowymi (nawalne deszcze, burze, grad), wzrostem średnich temperatur dobowych, występowaniem tzw. „miejskich wysp ciepła”, poziomem wilgotności powietrza atmosferycznego (szczególnie w Krakowie - znaczna liczba dni z zamgleniem), KHK S.A. w swoich działaniach, będzie uwzględniał konieczność ponadstandardowego zabezpieczenia infrastruktury zapewniającej sprawną realizację zadań o charakterze publicznym, np. poprzez rozwój alternatywnych systemów produkcji energii elektrycznej (głównie OZE) lub zapewnienie możliwości bezawaryjnej pracy (poprzez przyjęcie odpowiednich parametrów technicznych) miejskich stacji ładowania pojazdów elektrycznych w zmieniających się warunkach klimatycznych.

W kontekście celu operacyjnego związanego z lokalnym bezpieczeństwem energetycznym warto również wskazać na współpracę KHK S.A. z MPEC S.A. w zakresie działań dotyczących rozbudowy lokalnych źródeł ciepła oraz spięcia pierścieniowego w ramach budowy Zakładu Odzysku Energii.

Przewidując konieczność poniesienia nakładów finansowych na cele związane z utrzymaniem bieżącej infrastruktury na należyłym poziomie, zapewniającym jej bezpieczeństwo i prawidłowe funkcjonowanie, KHK w latach 2022-2026 na realizację zadań z zakresu konserwacji, napraw,

przeeglądów oraz optymalizacji prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów w ZTPO planuje przeznaczyć kwotę w wysokości 87 176 tys. złotych. Głównymi zadaniami remontowymi zaplanowanymi na lata 2022-2026 (największy udział w całościowym budżecie nakładów na remonty i przeglądy) jest coroczny przegląd całościowy instalacji termicznego przekształcania odpadów. W dłuższym horyzoncie czasu spółka prognozuje wzrost wydatków na cele remontowe – do 27 mln zł rocznie w 2030 roku. Działania te mają przyczynić się do minimalizacji całkowitego czasu postojów spowodowanych awariami do 552 godzin rocznie w latach 2023-2026 w stosunku do około 16 200 godzin pracy łącznie.

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie

W ramach bieżącej działalności przedsiębiorstwa realizowane są inwestycje i modernizacje o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa energetycznego miasta:

- likwidacja węzłów grupowych wraz z budową przyłączy do istniejących budynków i instalacją węzłów dwufunkcyjnych (działanie realizowane w ramach POIiŚ Projekt III) – kluczowa dla bezpieczeństwa energetycznego miasta, wpływając na efektywność energetyczną całego systemu ciepłowniczego (wymiana sieci niskoparametrowych na wysokoparametrowe preizolowane),
- przebudowa wybranych magistrali ciepłowniczych na rurociągi preizolowane,
- modernizacje odcinków sieci ciepłowniczej,
- budowa osiedlowych sieci ciepłowniczych,
- budowa spięć systemowych sieci ciepłowniczej.

Najważniejsze działa podejmowane przez MPEC w zakresie zwiększania bezpieczeństwa energetycznego lokalnej sieci ciepłowniczej i przeciwdziałaniu awariom:

- budowa spięć pierścieniowych (szczegółowo opisane w ramach opracowanego i aktualizowanego dokumentu Zabezpieczenie systemu ciepłowniczego miasta Krakowa poprzez wykonanie spięć pierścieniowych) – w zeszłym roku wykonano kolejne spięcia sieciowe przy ulicach Mazowieckiej-Sienkiewicza, fragment spięcia Zawiła-Jagodowa, powiększono średnicę rurociągu wzdłuż ul. Bernardyńskiej zwiększając przepustowość spięcia Gertrudy-Westerplatte,
- wykonanie oceny stanu technicznego sieci magistralnych pod kątem możliwości wystąpienia awarii (w tym wymiana wyeksploatowanych sieci wykonanych w technologii kanałowej, zastępując je sieciami preizolowanymi, a także coroczna inspekcja służb eksploatacyjnych po zakończeniu sezonu grzewczego) – w ramach realizowanych działań wykonywane są próby wytrzymałościowe fragmentów sieci ciepłowniczej przy użyciu urządzeń mobilnych (sieci kanałowe w okresie remontowym), inspekcje termowizyjne sieci ciepłowniczej (zdjęcia lotnicze umożliwiające wykonanie ortofotomapy termograficznej sieci ciepłowniczej pozwalającej uzyskać informacje o obszarach występowania większych strat ciepła lub miejscach awaryjnych) oraz funkcjonuje system nadzoru sieci ciepłych preizolowanych (umieszczone w rurach preizolowanych przewody sygnałowe połączone ze specjalistycznymi detektorami przekazują informacje o ewentualnym zawilgoceniu warstwy izolacyjnej, umożliwiając wykrycie i dokładne wskazanie miejsca potencjalnej awarii).

Biorąc pod uwagę już zrealizowane oraz zaplanowane prace modernizacyjno-rozwojowe lokalna sieć ciepłownicza powinna być w stanie zapewnić długoterminowo bezpieczeństwo energetyczne i ciągłość dostaw ciepła do odbiorców końcowych. Na konserwację i utrzymanie systemu, tj. uszczelnianie, konserwację zaworów, zasuw na sieciach i węzłach ciepłych, konserwację i przegląd silników pomp,

uszczelnienie pomp na dławicach, smarowanie i przeglądy urządzeń, wymianę manometrów, termometrów i czujników, smarowanie podpór ślizgowych, odpowietrzanie sieci, płukanie rurociągów, legalizację i konserwację liczników ciepła, konserwację urządzeń AKP, sprawdzenie stanu technicznego sieci magistralnych, odgałęźnych, przyłączeniowych, zabezpieczono kwotę w wysokości 200 185 tys. zł. Przedsiębiorstwo posiada dodatkowo rezerwę finansową przeznaczoną na usuwanie awarii sieci, w tym remonty odcinków sieci spowodowanych awariami rurociągów ciepłowniczych na terenie Krakowa i Skawiny. W planie wieloletnim na 2022-2027 zabezpieczono na ten cel kwotę w wysokości 21 000 tys. zł. Monitorowanie awaryjności systemu odbywa się według średnic rurociągów i ilości niesprzedanego ciepła – wskaźniki liczby awarii na 100 km sieci w podziale na ich średnicę oraz procent ilości energii niesprzedanej na skutek awarii do całkowitej energii sprzedanej.

- System zaopatrzenia w energię elektryczną:

TAURON Dystrybucja S.A. – Oddział w Krakowie

W ostatnich latach spółka zrealizowała szereg inwestycji przyczyniających się do bezpieczeństwa ciągłości dostaw energii elektrycznej na terenie Gminy Miejskiej Kraków, takich jak budowa stacji i linii elektroenergetycznych SN i nn, budowa i rozbudowa stacji WN/SN i linii elektroenergetycznej 110 kV – przyłączenie PT Podłęże (zabudowa pola liniowego 110 kV w GPZ Lubocza), SE 110/15 kV Salwator (rozbudowa rozdzielnic 15 kV), modernizacja linii kablowych GPZ Balicka-GPZ AGH, GPZ Wanda-GPZ HIS 2, usunięcie kolizji linii napowietrznych 110 kV, modernizacja wybranych stacji 110 kV. W bieżących planach inwestycyjnych przedsiębiorstwa poza budową linii przyłączeniowych średniego i niskiego napięcia znalazły się również prace modernizacyjne stacji transformatorowych SN/nn i obiektów WN (w tym stacji 110 kV/SN). W przyszłości w kontekście zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego gminy planowana jest także budowa stacji 110/15 kV o roboczych nazwach: Kurdwanów (Łągiewniki), Kobierzyn, a w dalszej kolejności Branice.

Funkcjonujący na terenie gminy system elektroenergetyczny umożliwia zaspokojenie obecnego oraz prognozowanego w najbliższych latach sumarycznego zapotrzebowania na energię elektryczną, chociaż występują pewne sfery problemowe. Dzięki realizowanym pracom modernizacyjnym oraz budowie nowych stacji i linii elektroenergetycznych infrastruktura zapewnia bieżącą ciągłość dostaw energii elektrycznej do przyłączonych odbiorców końcowych, posiadając dodatkowo rezerwę mocy niezbędną w przypadku mogącego pojawić się w najbliższych latach wzrostu zapotrzebowania. Mimo to na terenie gminy występują pojedyncze obszary, w których zachodzi (lub zajdzie) konieczność budowy nowych stacji elektroenergetycznych 110/15 kV w celu poprawy świadczonych usług dostaw energii elektrycznej, takie jak: Mydlniki, Olszanica, Chełm, Kobierzyn, Kurdwanów, Branice. Istnieją również obszary, w których niezbędna jest rozbudowa sieci średniego napięcia (konieczność budowy linii kablowych SN ze stacji elektroenergetycznych 110 kV/SN) ze względu na brak mocy w istniejącej sieci SN: Czyżyny, Al. Jana Pawła II, Lubocza, okolice ulic: Mrozowej, Morcinka, Igołomskiej, Piasta Kołodzieja, Zabłocie, okolice ulic: Stoczniowców, Kuklińskiego, Saskiej, os. Podwawelskie, Mateczny, okolice ulic: Konopnickiej, Rydlówka, Fredry, Tischnera, Rzemieśniczej, Piaski Wielkie, Obronna, Kostaneckiego, Kliny Borkowskie, Wola Justowska, Grzegórzki, Nad Drwiną, Domagały, Półtanka, okolice ulic: 29 Listopada, Witkowice, Banacha, Rybałtowskiej, Łokietka, Glogera. Pojawiają się także lokalne trudności z lokalizacją stacji transformatorowych oraz trasy linii kablowych związanych z przyłączaniem nowych odbiorców. Podsumowując, przedsiębiorstwo określiło stan techniczny lokalnej sieci elektroenergetycznej jako dobry, chociaż niezbędne są ciągłe prace modernizacyjne i rozwojowe.

- System zaopatrzenia w gaz ziemny:

Polska Spółka Gazownictwa – Oddział Zakład Gazowniczy w Krakowie

W ostatnim roku spółka nie zrealizowała żadnej inwestycji (lub modernizacji) o znaczeniu strategicznym dla możliwości zwiększenia dostaw i bezpieczeństwa zaopatrzenia miasta w gaz sieciowy, to jednak nie świadczy o braku rozwoju sieci gazowej na terenie gminy. W latach 2022-2023 planowane są inwestycje mające na celu budowę nowych sieci gazowych (ul. Turecka) oraz modernizacje infrastrukturalne dążące do likwidacji ograniczeń dostaw gazu do odbiorców przy ulicach Węgrzynowickiej, Leśmiana, Rzepichy, Jagiełka, Za Skłonem, Kosmowskiej, Głogowiec, Szaserów, Starowolskiej i Królowej Jadwigi. Prace wykonane w roku 2021 dotyczyły natomiast ulic Powstańców Śląskich i Dziekanowickiej – budowa sieci gazowej średniego ciśnienia z przyłączami oraz osiedla Tynec – likwidacja ograniczenia sieciowego poprzez kompleksową modernizację stacji redukcyjnej i stopnia „Kostrze” wraz z przebudową odcinków sieci (zwiększenie średnicy).

Pomimo realizacji licznych działań dążących do rozwoju sieci gazowej na terenie gminy wciąż istnieją obszary, w których występują (lub mogą wystąpić) ograniczenia lub całkowity brak możliwości dostaw gazu ziemnego do nowych lub dotychczasowych odbiorców, takie jak ulice Słona Woda, Murowana, Towarowa, Będzińska, Janasówka, Nad Serafą (w rejonie ul. Wielickiej). Trudności realizacji dostaw w tych miejscach wynikają z braku możliwości technicznych i ekonomicznych wybudowania sieci gazowej. Na podstawie informacji przekazanych przez PSG OZG w Krakowie spółka dokłada wszelkich starań w celu zagwarantowania ciągłości oraz bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego na terenie Gminy Miejskiej Kraków – nie zostały wyszczególnione lokalne zagrożenia mogące wpłynąć na bezpieczeństwo energetyczne całej gminy. W związku z tym nie są planowane żadne zmiany w układzie zasilania paliwem gazowym na terenie miasta Krakowa. Przyłączenie nowych odbiorców uzależnione jest od możliwości finansowych PSG oraz od przepustowości sieci gazowej, a odbywa się w oparciu o istniejącą sieć gazową dystrybucyjną zgodnie z zawartymi umowami o przyłączenie, przy szczególnym uwzględnieniu i spełnieniu kryteriów efektywności ekonomicznej. Ponadto stan infrastruktury gazowej określono jako dobry i bardzo dobry. Jest on na bieżąco monitorowany w ramach działań służb technicznych PSG. Wszelkie sytuacje awaryjne mogące mieć wpływ na ciągłość dostaw paliwa gazowego do odbiorców oraz na ich bezpieczeństwo usuwane są niezwłocznie, w przypadku sytuacji kryzysowych przy udziale Pogotowia Gazowego oraz służb eksploatacyjnych PSG. Rozwój i modernizacja istniejącej infrastruktury gazowej oparte są o plany inwestycyjne spółki.

14.3. Procedury zapobiegawcze i awaryjne

Procedury w zakresie funkcjonowania systemu ciepłowniczego:

- przystosowanie pracy sieci ciepłowniczej do pracy w układzie pierścieniowo-promienistym z możliwością zasilania odbiorców z niezależnych źródeł wytwórczych,
- przeprowadzane regularnie próby wytrzymałościowe (szczelności) odcinków sieci ciepłowniczej,
- systematyczne zastępowanie fragmentów starej i nieefektywnej kanałowej sieci ciepłowniczej, siecią preizolowaną,
- wymiana uszkodzonych zaworów (zaworów, zasuw) oraz urządzeń kompensujących wydłużenia termiczne sieci,
- prace remontowo-konserwacyjne sieci magistralnych, odgałęźnych i przyłączeniowych oraz zasilanych urządzeń,

- wymiana wyeksploatowanych i nieefektywnych węzłów ciepłowniczych na węzły wymiennikowe wyposażone w automatykę pogodową,
- wdrażanie i rozwój systemów telemetrycznych i teleinformatycznych umożliwiających zdalne nadzorowanie punktów systemu ciepłowniczego (w Krakowie funkcjonują obecnie dwa równoległe systemy zdalnego nadzoru obiektów technologicznych, umożliwiających monitorowanie i kontrola parametrów systemu, TAC Vista oraz EcoStruxure Building Operation, dodatkowo modernizacji poddany został system zdalnego odczytu liczników ciepła oraz wdrożono system dostępu do danych o zasobach związanych z infrastrukturą przedsiębiorstwa w oparciu o GIS),
- rozbudowa systemu sieci alarmowych w nowych rurociągach preizolowanych,
- każdorazowa dokumentacja zdarzeń awaryjnych, określając ich przyczyny i skutki w protokole awaryjnym (w przypadku poważniejszych awarii powoływana jest specjalna komisja, której zadaniem jest określenie przyczyn i skutków awarii, a także ocena sposobu jej usuwania, wskazywane są także niezbędne działania zapobiegawcze, a prace komisji dokumentowane specjalnym raportem udostępnianym Urzędowi Regulacji Energetyki),
- stosowanie wskaźników awaryjności oraz posiadanie rezerwy finansowej na cele związane z usuwaniem awarii sieci.

Procedury w zakresie funkcjonowania systemu elektroenergetycznego:

- budowa oraz modernizacja stacji transformatorowych i linii elektroenergetycznych SN i nn,
- rozbudowa stacji WN/SN i linii elektroenergetycznych 110 kV,
- stosowanie się do szczegółowo opisanych zasad postępowania w przypadku wystąpienia awarii w oparciu o Instrukcję Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.

Procedury w zakresie funkcjonowania systemu gazowniczego:

- budowa nowych sieci gazowych i modernizacja eksploatowanej infrastruktury, w tym rozbudowa sieci gazowej średniego ciśnienia oraz modernizacja stacji redukcyjnych,
- przebudowa odcinków sieci gazowej w celu zwiększenia dostępnej przepustowości,
- stosowanie się do szczegółowo opisanych zasad postępowania w przypadku wystąpienia awarii w oparciu o Instrukcję Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Polskiej Spółki Gazownictwa.

14.4. Analiza ryzyka zaopatrzenia w sytuacjach awaryjnych

Wszystkie systemy energetyczne funkcjonujące na terenie Gminy Miejskiej Kraków umożliwiają zaspokojenie bieżącego zapotrzebowania na nośniki energii, chociaż w zależności od skali awarii mogą występować przerwy w dostawach do grup odbiorców nie będących odbiorcami kluczowymi. Wyszczególnione grupy, które mogą być najbardziej narażone na przerwy w dostawach energii elektrycznej to odbiorcy indywidualni.

Poddane analizie systemy energetyczne zapewniają możliwość zmiany źródeł zasilania na alternatywne oraz posiadają niezbędną rezerwę mocy, wymagają jednak regularnej kontroli i działań modernizacyjnych ze względu na obszary wrażliwe i najłabiej skomunikowane energetycznie, w szczególności pod względem dostępu do sieci elektroenergetycznej i gazowej (wskazane w ramach omówienia zagrożeń lokalnych).

W przypadku energii elektrycznej kluczowi odbiorcy, świadczący takie usługi jak:

- dostawę energii,
- transportu,
- bankowości,
- uzdatniania wody i odprowadzania ścieków,
- ochrony zdrowia (w tym szpitale i przemysł farmaceutyczny),
- infrastrukturę cyfrową,

posiadają własną, niezależną infrastrukturę dostarczającą energię elektryczną do obiektów. Infrastruktura ta zazwyczaj opiera się na urządzeniach typu agregaty prądotwórcze, zdolnych do wytworzenia energii elektrycznej potrzebnej do niezachwianej pracy danej jednostki.

W przypadku awarii sieci elektrycznej następują wyłączenia odbiorców nie będących odbiorcami kluczowymi bądź ewentualna zmiana stopnia zasilania wg harmonogramów ustalonych w zależności od napięcia doprowadzanego do odbiorcy. Wyżej wspomniany harmonogram ustalany jest przez poszczególnych wytwórców energii elektrycznej.

W przypadku energii cieplnej, budynki posiadają stałą czasową (współczynnik charakteryzujący bezwładność cieplną budynku) dłuższą niż 24 godziny co pozwala na utrzymanie przez kilka godzin temperatury akceptowalnej przez użytkownika. W przypadku dłuższych awarii najczęściej uruchamiane są przenośne urządzenia grzewcze zasilane energią elektryczną.

15. Ocena bezpieczeństwa energetycznego w perspektywie do 2038 oraz do 2050 roku

Niezależnie od przyjętego wariantu prognozowanej zmiany zapotrzebowania na nośniki energii w perspektywie roku 2038 Gmina Miejska Kraków, uwzględniając bieżące i planowane działania na rzecz modernizacji i rozwoju infrastruktury wytwórczej, przesyłowej i dystrybucyjnej poszczególnych systemów energetycznych, pozostaje bezpieczna energetycznie – nie jest zagrożona ciągłość dostaw nośników energii do odbiorców końcowych. Należy mieć jednak na uwadze mogące potencjalnie wystąpić ryzyko utrudnień związanych ze zmiennymi krajowymi regulacjami prawnymi wynikającymi z polityki energetyczno-klimatycznej Unii Europejskiej.

Obecne tempo modernizacji wraz z planowanymi inwestycjami rozbudowy sieci ciepłowniczej na terenie Gminy Miejskiej Kraków powinno zapewnić dostateczny poziom dostaw ciepła do odbiorców. System ciepłowniczy Gminy Miejskiej Kraków posiada znaczne rezerwy zainstalowanej mocy cieplnej, a obciążenie sieci w sezonie grzewczym w 2021 roku nie przekraczało 60%. Największe wyzwania w perspektywie 2038 roku stojące przed lokalną infrastrukturą miejskiego systemu ciepłowniczego to przede wszystkim dostosowanie się do rekomendacji i długoterminowych krajowych celów klimatycznych. Kluczowe konsekwencje w przypadku opóźnień dostosowania źródeł ciepła do wymogów obowiązującej strategii unijnej, której postanowienia stopniowo zaczynają być widoczne w przepisach polskich, to nie tyle zagrożenie ciągłości dostaw wynikające ze stanu technicznego infrastruktury, co nierentowność spowodowana drastycznym wzrostem cen wykorzystywanych paliw kopalnych. Wpływać na to może przede wszystkim funkcjonujący obecnie system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS), a konkretnie rosnąca cena uprawnień do emisji CO₂. Ponadto diskutowane jest obecnie na szczeblu unijnym dodatkowe rozszerzenie w perspektywie najbliższych lat zakresu podmiotów objętych działaniem wspomnianego systemu poprzez wdrożenie tzw. EU ETS2. Dodatkowe opłaty dotyczyłyby dostawców paliw do znacznie mniejszych niż dotychczas odbiorców indywidualnych, uwzględniając stosowane lokalnie w budynkach paliwa kopalne oraz paliwa silnikowe. W kontekście regulacji istotne są także wspomniane w ramach oceny stanu istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło przepisy dotyczące Dyrektywy MCP oraz ESC.

System elektroenergetyczny Gminy Miejskiej Kraków umożliwia zaspokojenie obecnego oraz prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną, chociaż jest to silnie uzależnione od tempa i konsekwencji w realizacji inwestycji modernizacyjnych i rozwojowych. Bezpieczeństwo zachowania ciągłości dostaw energii elektrycznej w perspektywie roku 2038 nie jest zagrożone, jednak w przypadku ekstremalnego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną wyzwaniem może okazać się nadążenie z bieżącym dostosowaniem infrastruktury. Obserwując kierunek zmian pod względem wykorzystywanych w energetyce nośników energii w przyszłości można spodziewać się wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną wynikającego z rozwoju elektromobilności oraz elektryfikacji lokalnych systemów grzewczych. Chociaż rosnący popyt może być w znacznym stopniu zastąpiony dalszym rozwojem fotowoltaiki (lub innych odnawialnych źródeł energii), to sieć elektroenergetyczna musi być do tego zawczasu przystosowana.

Na poziomie lokalnym, mając na uwadze realizowane na bieżąco oraz planowane inwestycje w zakresie modernizacji i rozwoju sieci gazowej, w perspektywie roku 2038 nie powinny wystąpić zagrożenia dla lokalnego bezpieczeństwa energetycznego związanego z zachowaniem ciągłości dostaw gazu ziemnego. Potencjalne wyzwania podobnie jak w przypadku sieci ciepłowniczej związane są przede

wszystkim z mechanizmami dążenia do realizacji w Polsce założeń polityki energetyczno-klimatycznej Unii Europejskiej, w tym ETS i ETS2 – zasadność stosowania paliwa gazowego uzależniona jest nie tylko od ceny samego surowca, ale także kosztów wynikających z obowiązku zakupu uprawnień do emisji CO₂.

W perspektywie roku 2050 trudno jest obecnie jednoznacznie stwierdzić, czy bezpieczeństwo energetyczne Gminy Miejskiej Kraków będzie zapewnione. Biorąc pod uwagę bieżące kierunki zmian w energetyce i dążenie do neutralności klimatycznej niemal wszystkie elementy aktualnie funkcjonujących systemów energetycznych musiałyby zostać gruntownie zmienione, umożliwiając przejście na źródła zeroemisyjne. W przypadku sieci ciepłowniczej oznacza to całkowite zrezygnowanie nie tylko ze stałych paliw kopalnych, ale również z gazu ziemnego, który stosowany powinien być wyłącznie jako paliwo przejściowe i docelowo wyeliminowany w dłuższym horyzoncie czasu. Miałby zostać zastąpiony przez wodór, biogaz lub gaz syntetyczny, wytworzone przy wykorzystaniu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Przynajmniej częściowo wiązałoby się to także z dodatkową elektryfikacją systemów grzewczych. W przypadku sieci elektroenergetycznej takie zmiany oznaczałyby znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną przy znacznie bardziej nieregularnym (zmiennym w czasie) profilu generacji mocy wynikającym ze zwiększonego udziału odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym. Poza wymaganą intensywną modernizacją sieci elektroenergetycznej konieczne mogłoby okazać się również wykorzystanie w takich okolicznościach usługi Demand Side Response (DSR), tj. czasowych redukcji poboru energii elektrycznej przez odbiorców w zamian za określone wynagrodzenie lub bonifikatę. W perspektywie 2050 roku ze względu na planowaną dekarbonizację sieć gazowa musiałaby zostać dostosowana do dystrybucji paliwa gazowego o innym składzie chemicznym niż obecnie, przykładowo mieszaniny biometanu i wodoru, w szczególności pod względem szczelności rurociągów. Aby szczegółowo zbadać możliwości zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Gminy Miejskiej Kraków w perspektywie do 2050 roku rekomendowane jest opracowanie do tego celu osobnej analizy, uwzględniającej różne warianty zmian zapotrzebowania oraz odmienne ścieżki realizacji krajowych celów klimatycznych.

16. Prognozowany efekt ekologiczny powyższych zaplanowanych działań

W poniższych podrozdziałach (16.1-16.2) opisano prognozowany efekt ekologiczny zaplanowanych działań wyszczególnionych w Scenariuszach oraz Wariacie rozwoju miasta oraz systemu ciepłowniczego.

16.1. Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, ciepłej oraz paliw gazowych do 2050r.

Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, energii ciepłej oraz paliw gazowych do 2050 r. zostało szczegółowo opisane w podrozdziałach 12.1.3 Sumaryczne zużycie wyszczególnionych mediów oraz opisane dla prognozowanych Scenariuszy rozwoju miasta oraz proponowanego Wariantu rozwoju systemu ciepłowniczego.

16.2. Zwiększenie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych

Zwiększenie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych zostało opisane w Rozdziale 12.1.3. Dla Wariantu rozwoju systemu ciepłowniczego założone zostały znaczące inwestycje w instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii. Dodatkowo w Scenariuszu prognozowanego rozwoju miasta przyjmuje się częściowe pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną poprzez zastosowanie instalacji fotowoltaicznych na części dachów zasobów budowlanych na terenie Krakowa. Oszacowanie potencjału uzyskanej energii w ten sposób wymagać będzie dalszych szczegółowych analiz.

16.3. Zmniejszenie emisji CO₂, pyłu całkowitego, dwutlenku siarki (SO₂) i tlenków azotu (NO_x)

Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery dwutlenku węgla (CO₂), pyłu całkowitego, tlenków siarki i tlenków azotu zostało przedstawione na poniższych wykresach. W analizie uwzględniony został prognozowany Scenariusz rozwoju miasta oraz proponowany Wariant rozwoju systemu ciepłowniczego w poszczególnych latach.

Zgodnie z założeniami Polityki energetycznej Polski do 2040 r. zatwierdzonej przez Radę Ministrów dnia 2 lutego 2021 r. energia elektryczna na poziomie krajowym do 2050 r. stanie się zeroemisyjna. Ze względu na dynamiczne zmiany przewidywane w sektorze energetyki powyższe założenie nie zostało uwzględnione w analizach ze względu na duże prawdopodobieństwo wystąpienia błędu.

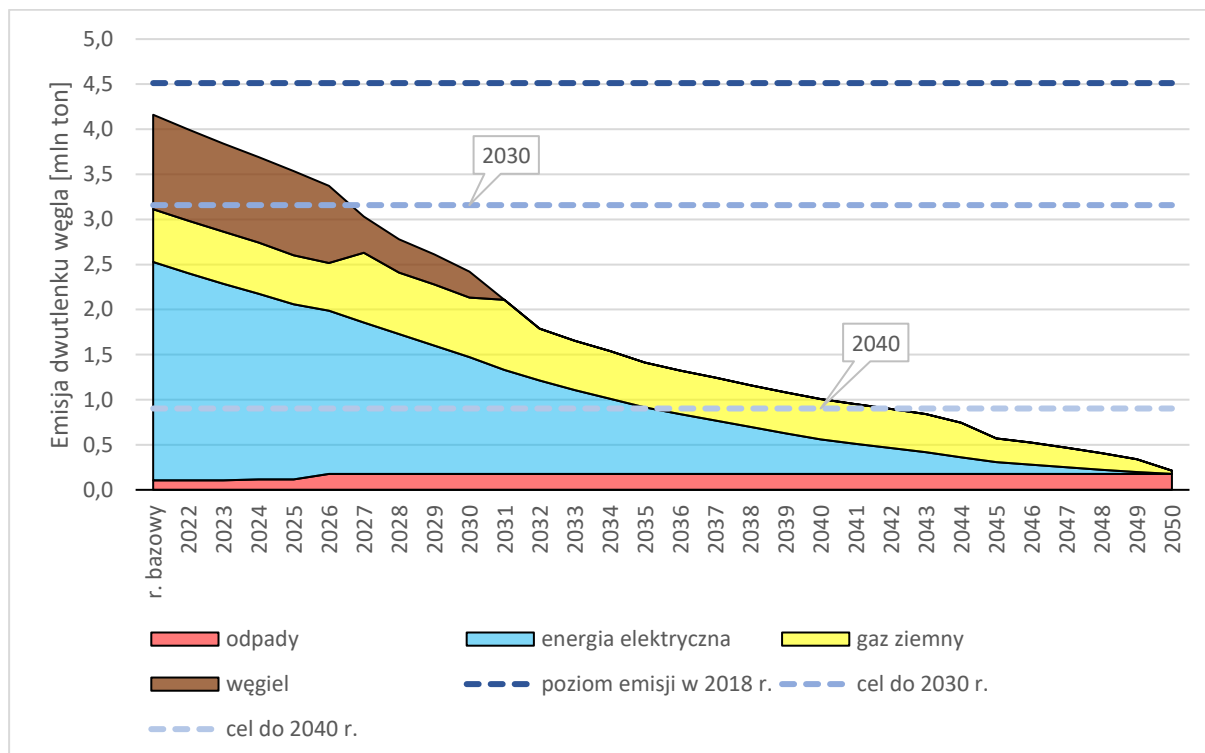
W celu określenia zmian w poziomach emisji dwutlenku węgla (CO₂), pyłu całkowitego, dwutlenku siarki (SO₂) i tlenków azotu (NO_x) dla wyszczególnionych Scenariuszy przyjęto następujące założenia:

- Emisja zanieczyszczeń wynikająca ze zużycia energii elektrycznej na potrzeby zasobów budowlanych została obliczona poprzez wykorzystanie wskaźników emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2018. Powyższe założenie zostało przyjęte ze względu na przyjęte rekomendacje wypracowane podczas Krakowskiego Panelu Klimatycznego, które odnoszą się do ograniczenia emisji zanieczyszczeń w porównaniu z rokiem 2018.
- Energia elektryczna wykorzystywana na potrzeby systemu ciepłowniczego do zasilania instalacji wykorzystujących energię elektryczną została uwzględniona, lecz ze względu na

założenie, że będzie to energia posiadająca certyfikat potwierdzający pochodzenie energii elektrycznej z instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych (RE), emisja zanieczyszczeń wynikająca ze zużycia tej energii elektrycznej jest zerowa.

- W każdym z wyszczególnionych Scenariuszy w celu umożliwienia spełnienia rekomendacji Krakowskiego Panelu Klimatycznego zakłada się, że 2050 r. energia elektryczna zużywana na potrzeby budownictwa będzie posiadać certyfikat Europejskiego Systemu Certyfikatów Energetycznych (EECS-GoO), potwierdzający pochodzenie energii elektrycznej z instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych (RE). W wykonanych analizach dotyczących emisji zanieczyszczeń założenie to jest ukazane w sposób skokowy, gdyż ze względu na odległy termin prognozy oraz dynamiczne zmiany zachodzące w sektorze energetyki próby oszacowania trendu w przyszłych latach wiązałyby się ze znacznymi uproszczeniami oraz niedokładnościami.

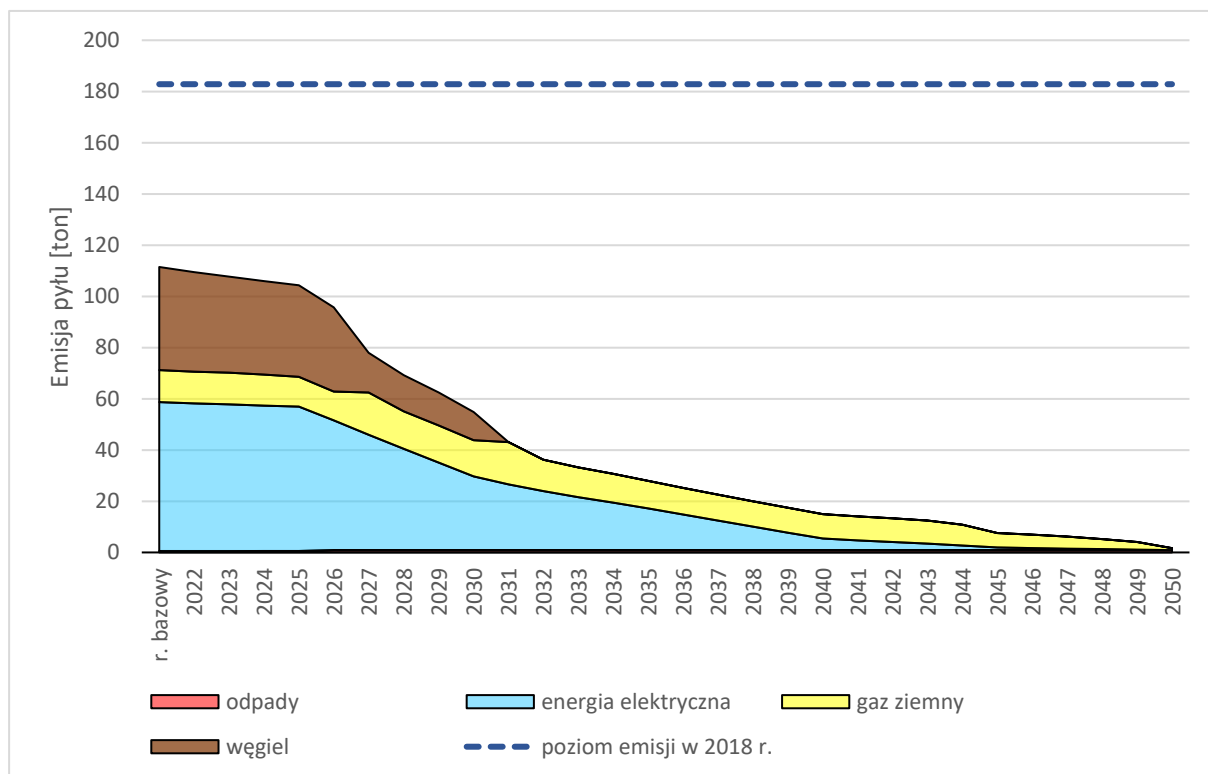
W przypadku Scenariusza bazowego głównymi czynnikami warunkującymi przyjęte poziomy emisji zanieczyszczeń jest prędkość kompleksowej termomodernizacji zasobów budowlanych oraz kształtowanie się systemu ciepłowniczego w najbliższych latach. Wg wyszczególnionego Scenariusza system ciepłowniczy spełni wymagania stawiane przez definicję efektywnego systemu ciepłowniczego do 2050 r. przez cały analizowany okres.



Rysunek 99 Emisja dwutlenku węgla (CO₂) wg Scenariusza 1 do 2050 r.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

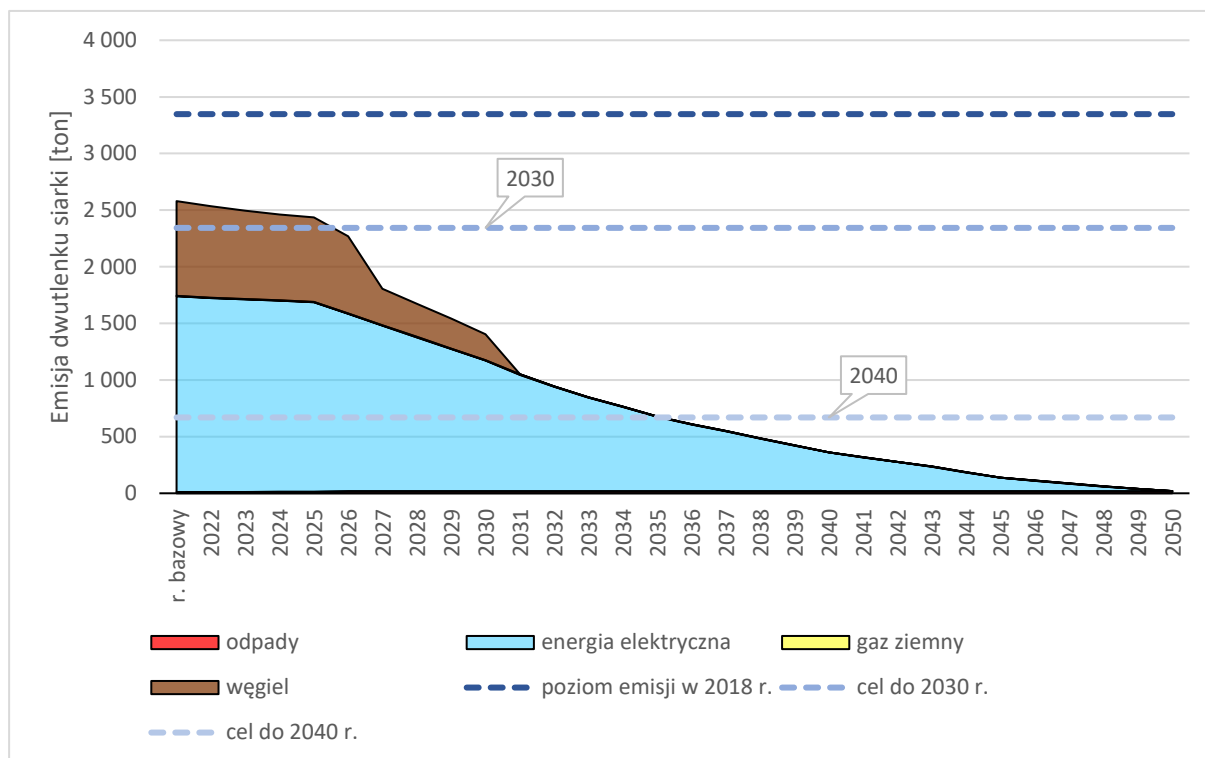
Rysunek 99 przedstawia emisję dwutlenku węgla (CO₂) wg Scenariusza 1 do 2050 r. Sumaryczna emisja dwutlenku węgla ze względu na założoną kompleksową termomodernizację zasobów budowlanych oraz transformację systemu ciepłowniczego spada. Największy udział w emisji dwutlenku węgla do atmosfery pochodzi ze zużycia energii elektrycznej na potrzeby miasta.



Rysunek 100 Emisja pyłu całkowitego (TSP) wg Scenariusza 1 do 2050 r.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

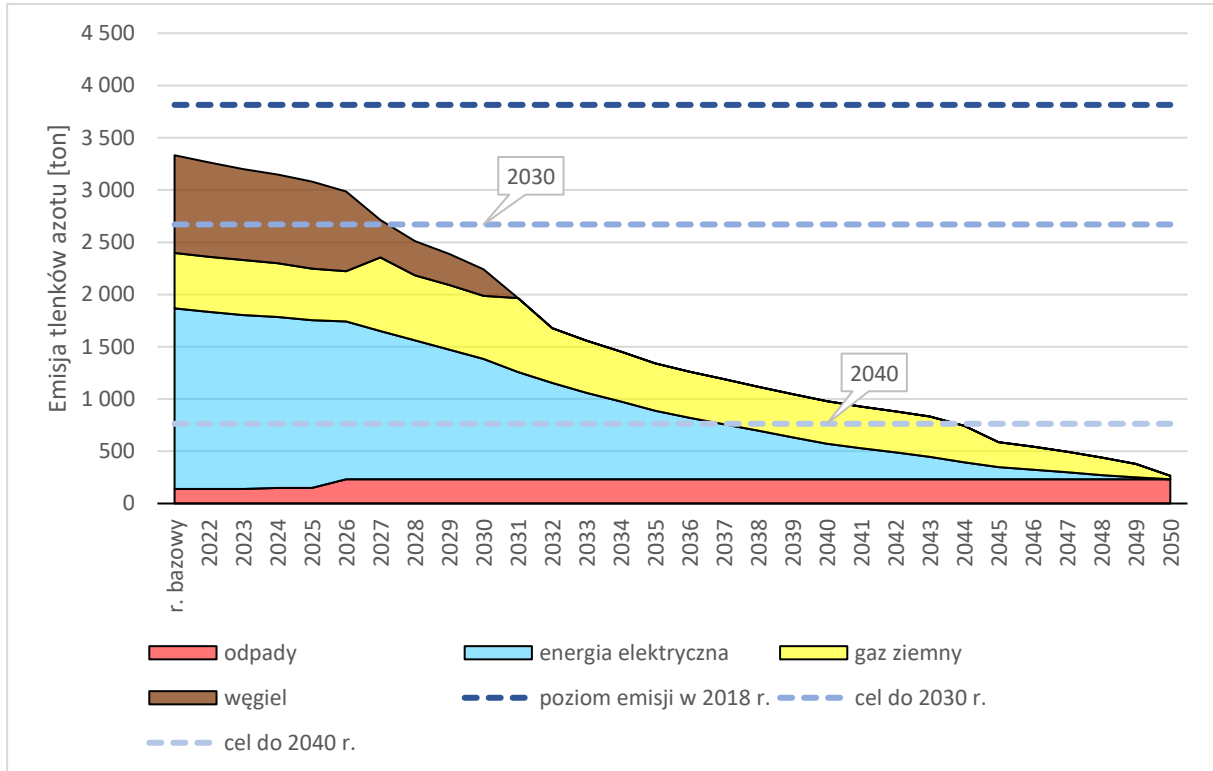
Emisja pyłu całkowitego wg Scenariusza 1 do 2050 r. znacząco maleje. Największy spadek będzie można zaobserwować w 2027 r. W tym okresie w wyszczególnionym Scenariuszu założono w systemie ciepłowniczym założono znaczne inwestycje w instalacje wytwórcze oraz zastąpienie kotłów węglowych kogeneracją gazową.



Rysunek 101 Emisja dwutlenku siarki (SO₂) wg Scenariusza 1 do 2050 r.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Emisja dwutlenku siarki (SO₂) wg Scenariusza 1 do 2050 r. znacząco maleje w 2027 r. ze względu na transformację systemu ciepłowniczego. W późniejszych latach zdecydowana większość emisji dwutlenku siarki wynikać będzie ze zużycia energii elektrycznej przez zasoby budowlane.



Rysunek 102 Emisja tlenków azotu (NOx) wg Scenariusza 1 do 2050 r.

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A.

Emisja tlenków azotu wg Scenariusza 1 do 2050 r. maleje. Czynnikiem które mają wpływ na obniżenie emisji tlenków azotu jest transformacja ciepłownictwa oraz kompleksowa termomodernizacja zasobów budowlanych. Zdecydowana większość emisji tlenków azotu w analizowanym okresie pochodzi ze zużycia energii elektrycznej na potrzeby budownictwa.

17. Wskaźniki monitoringu i ewaluacji

W ramach realizacji założeń i monitorowania obecnego stanu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Monitorowanie pozwala w szybki i łatwy sposób reagować na zmieniające się zapotrzebowanie. W tym celu co roku powinny być analizowane dane udostępniane przez przedsiębiorstwa zajmujące się dystrybucją ciepła, energii elektrycznej i gazu oraz dane zbierane przez jednostki gminne.

Zapotrzebowanie na ciepło:

- Moc cieplna przyłączeniowa,
- Sprzedaż mocy cieplnej ogółem w tym na potrzeby: centralnego ogrzewania; ciepłej wody użytkowej; wentylacji i klimatyzacji; ciepła technologicznego,
- Sprzedaż mocy cieplnej w budownictwie mieszkaniowym w tym na potrzeby: centralnego ogrzewania; ciepłej wody użytkowej,
- Sprzedaż energii cieplnej ogółem w tym na potrzeby: centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji i klimatyzacji, ciepła technologicznego,
- Sprzedaż energii cieplnej w budownictwie mieszkaniowym w tym na potrzeby: centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej,
- Długość sieci ciepłowniczej MPEC S.A. (łącznie Gmina Miejska Kraków oraz gmina i miasto Skawina w tym: preizolowanej, tradycyjnej),
- Długość sieci ciepłowniczej na terenie Gminy Miejskiej Kraków: (preizolowanej, tradycyjnej).

Zapotrzebowanie w gaz:

- Wielkość rocznego wolumenu gazu w tym: dla gospodarstw domowych,
- Liczba punktów odbioru w tym: dla gospodarstw domowych,
- Długość sieci gazowej w tym: sieć stalowa, sieć z polietylenu,
- Liczba przyłączonych nowych odbiorców,
- Długość wybudowanych sieci,
- Zużycie gazu w przeliczeniu na mieszkańca.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną:

- Liczba odbiorców w tym: gospodarstwa domowe,
- Ilość wygenerowanej energii elektrycznej w źródłach odnawialnych,
- Ilość dostarczonej energii elektrycznej w tym: dla gospodarstw domowych; ze źródeł odnawialnych,
- Mikroinstalacje przyłączone do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A. (liczba, moc, ilość wyprodukowanej energii),
- Długość zmodernizowanych linii sn,
- Długość zmodernizowanych linii nn,
- Liczba zmodernizowanych stacji,
- Zwiększona wielkość mocy przyłączeniowej w danym roku,
- Liczba stacji napowietrznych,
- Liczba stacji wewnętrznych,
- Długość wybudowanych linii sn,

-
- Długość wybudowanych linii nn,
 - Zużycie energii w przeliczeniu na mieszkańca,

Dodatkowo gmina powinna analizować informacje dotyczące:

- Przeprowadzonych termomodernizacji w budynkach,
- Liczby i mocy instalacji fotowoltaicznych na terenie gminy,
- Odnawialnych źródeł energii zlokalizowanych na terenie miasta.

18. Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko

Zgodnie z art. 46 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie [12], udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (ustawa OOŚ) dokument pn. Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe ze względu na to, że dokument wyznacza ramy dla późniejszej realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisk wymaga przygotowania oceny oddziaływania na środowisko. W związku z powyższym uzgodniono zakres i stopień szczegółowość prognozy oddziaływania na środowisko projektu dokumentu z:

- Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska w Krakowie (pismo OO.411.1.3.2022.MaS)
- Małopolskim Państwowym Wojewódzkim Inspektorem Sanitarnym (NS.9022.10.30.2022)

Obie jednostki określiły, że zakres prognozy powinien odpowiadać wymaganiom wynikającym z art. 51 ust.2 ustawy OOŚ.

Dokument Założeń wraz z prognozą oddziaływania na środowisko zostanie poddany opiniowaniu.

19. Podsumowanie

- 1) Do zadań własnych gminy należy zaspokajanie zbiorowych potrzeb wspólnoty w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe. Ustawa Prawo Energetyczne precyzuje, że zadania gminy obejmują:
 - planowanie i organizacja zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy,
 - planowanie oświetlenia miejsc publicznych, dróg gminnych, dróg powiatowych, dróg wojewódzkich i niektórych dróg krajowych (lub ich części) znajdujących się na terenie gminy,
 - finansowanie niektórych dróg krajowych (lub ich części) oświetlenia ulic, placów, dróg gminnych, dróg powiatowych, dróg wojewódzkich i niektórych dróg krajowych (lub ich części) znajdujących się na terenie gminy,
 - planowanie i organizacja działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie energii na obszarze gminy.
 - ocenę potencjału wytwarzania energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji oraz efektywnych energetycznie systemów ciepłowniczych lub chłodniczych na obszarze gminy.Dodatkowo jednostki sektora publicznego realizując swoje zadania są zobowiązane do poprawy efektywności energetycznej.
- 2) Prezydent miasta opracowuje projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Jest to dokument strategiczny, którego podstawę stanowi Prawo energetyczne. Dokument ten sporządzany jest na okres co najmniej 15 lat i aktualizowany co najmniej raz na 3 lata. Celem dokumentu jest koordynacja planów rozwoju przedsiębiorstw energetycznych ze strategią rozwoju społeczno-gospodarczego gminy oraz ocena stanu bezpieczeństwa energetycznego gminy i wskazanie kierunków działań poprawiających ten stan.
- 3) Dokument został przygotowany w sytuacji nasilającego się kryzysu klimatycznego, na który Unia Europejska zareagowała sukcesywnym wdrażaniem pakietu regulacyjnego *Gotowi na 55*. Jednocześnie toczy się wojna na Ukrainie, której towarzyszy wywołany przez Rosję kryzys energetyczny. W odpowiedzi Unia Europejska wdrożyła plan *REPowerEU*, którego efektem jest zmniejszenie zależności od rosyjskich paliw kopalnych, zaoszczędzenie prawie 20% zużycia energii, znaczące zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz zapewnienie przystępnych cenowo dostaw energii.
- 4) Powyższe okoliczności powodują, że dokument ma inny charakter niż poprzednio:
 - po raz pierwszy wyznaczono cel klimatyczny; zgodnie z rekomendacją Krakowskiego Panelu Klimatycznego celem jest transformacja miasta do neutralności klimatycznej nie później niż do 2050 roku, zakładając co najmniej 30% redukcję emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku oraz co najmniej 80% redukcję emisji do roku 2040 względem 2018 roku,
 - wydłużono, poza określony ustawowo okres 15 lat, horyzont czasowy dokumentu do roku 2050,
 - ze względu na szybko zmieniające się otoczenie rynkowe i legislacyjne przyjęte ustalenia mają kierunkowy charakter.
- 5) Dokument określa prognozowane zmiany w zapotrzebowaniu na ciepło, energię elektryczną i gaz, wymagania dotyczące emisyjności systemów energetycznych oraz kierunki zmian w systemie elektroenergetycznym i gazowniczym. Informacje te są podstawą do aktualizacji planów rozwojowych spółek energetycznych.
- 6) Dokument zawiera informacje umożliwiające przedsiębiorstwom energetycznym podejmowanie decyzji w horyzoncie długoterminowym. Przedstawiono poglądowo jak może kształtować się zapotrzebowanie na moc w systemie ciepłowniczym w ciągu roku a konkretne rozwiązania będą wynikiem decyzji biznesowych przedsiębiorstw energetycznych, w zależności od otoczenia rynkowego i legislacyjnego.
- 7) Prognoza lokalnego rynku energetycznego do roku 2050 wskazuje na:

- spadek zapotrzebowania na ciepło sieciowe do celów grzewczych w wyniku sukcesywnej modernizacji budynków i zwiększanie efektywności energetycznej,
 - przyrost zapotrzebowania na ciepło sieciowe do przygotowania ciepłej wody użytkowej,
 - stopniowe zmniejszenie wykorzystania paliw kopalnych, w pierwszej kolejności węgla a w kolejnych latach gazu ziemnego i ropy naftowej,
 - znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku elektryfikacji ciepłownictwa i transportu,
 - integrację sektorów i cyfryzację.
- 8) Unijny pakiet legislacyjny *Gotowi na 55* wprowadza nową definicję systemu efektywnego energetycznie czego spodziewanym efektem będzie szybka dekarbonizacja:
- od 2026 roku efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się co najmniej 50% energii odnawialnej lub 50% ciepła odpadowego lub 80% ciepła z kogeneracji lub co najmniej kombinację ww. w której udział energii odnawialnej wynosi co najmniej 5%, a łączny udział energii odnawialnej, ciepła odpadowego lub ciepła z wysokosprawnej kogeneracji wynosi 50%,
 - od 2035 r. efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 50% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 20%,
 - od dnia 2045 r. efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się w co najmniej 75% energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 40%,
 - od 2050 r. efektywny system to taki, w którym wykorzystuje się wyłącznie energię ze źródeł odnawialnych i ciepło odpadowe, w którym udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi co najmniej 60%.
- 9) System elektroenergetyczny wymaga daleko idącej modernizacji i zwiększenia możliwości przesyłania i magazynowania energii, uwzględniając:
- znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku elektryfikacji ciepłownictwa i transportu,
 - rozwój energetyki rozproszonej i społeczności energetycznych,
 - integrację sektorów i cyfryzację.
- 10) System gazowniczy podlegać będzie sukcesywnej dekarbonizacji, uwzględniając:
- malejącą rolę gazu ziemnego w ogrzewaniu i przygotowaniu ciepłej wody użytkowej,
 - przejściową rolę gazu ziemnego w energetyce zawodowej.
- 11) Cele ogólne i cele szczegółowe:
- Cel 1 Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego
- 1.1. Modernizacja systemu ciepłowniczego celem zwiększenia udziału energii odnawialnej i odpadowej
 - 1.2. Kontynuacja programu ciepłej wody użytkowej
 - 1.3. Wzmacnianie samowystarczalności energetycznej poprzez rozbudowę własnych aktywów samorządu
 - 1.4. Modernizacja systemu dystrybucyjnego energii elektrycznej dla umożliwienia rozwoju elektromobilności i elektryfikacji ciepłownictwa
 - 1.5. Wzrost wykorzystania energii odnawialnej
 - 1.6. Rozwój energetyki rozproszonej i społeczności energetycznych
 - 1.7. Wdrożenie rozwiązań umożliwiających lokalne bilansowanie oraz zarządzanie wytwarzaniem i zużyciem energii
 - 1.8. Zwiększenie możliwości magazynowania ciepła i energii elektrycznej
- Cel 2 Poprawa efektywności energetycznej
- 2.1. Zmniejszenie zapotrzebowania na energię w nowych budynkach
 - 2.2. Modernizacja istniejących budynków zgodnie z Krajowym Planem Modernizacji Budynków
 - 2.3. Wdrożenie systemu zarządzania energią w gminnych budynkach użyteczności publicznej
 - 2.4. Termomodernizacja gminnych budynków użyteczności publicznej

2.5. Modernizacja oświetlenia ulic i placów

Cel 3 Ograniczenia oddziaływania systemów energetycznych na środowisko

3.1. Redukcja emisji gazów cieplarnianych

3.2. Redukcja zanieczyszczeń do powietrza, gleby i wody

- 12) W rozdziale 16 szczegółowo opisano prognozowany efekt ekologiczny planowanych zmian wraz z wnioskami z wariantowej analizy rozwoju systemu ciepłowniczego. Prognozowany efekt ekologiczny uwzględniał następujące aspekty: zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, energii cieplnej oraz paliw gazowych z perspektywą do 2050 r.; zwiększenie zużycia energii ze źródeł odnawialnych; zmniejszenie emisji dwutlenku węgla (CO₂), pyłu całkowitego (TSP), dwutlenku siarki (SO₂) oraz tlenków azotu (NO_x).
- 13) Dokument poddano strategicznej ocenie oddziaływania na środowisko. Zakres i stopień szczegółowości prognozy oddziaływania na środowisko uzgodniono z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska w Krakowie oraz Małopolskim Państwowym Wojewódzkim Inspektorem Sanitarnym. Prognoza zawiera ocenę potencjalnych możliwości wystąpienia trwałych negatywnych oddziaływań na środowisko, związanych z realizacją celów i zadań ujętych w Założeniach. Uzyskano wymagane ustawowo opinie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Krakowie, Małopolskiego Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego oraz Zarządu Województwa Małopolskiego.

20. Literatura

1. Ramy polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030 z października 2014 r.
2. Porozumienie Paryskie z grudnia 2015 r.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2021/0203 w sprawie efektywności energetycznej.
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (wersja przekształcona).
5. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) Nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie).
6. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Europejski Zielony Ład (COM/2019/640 final).
7. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 – Prawo energetyczne (t.j. Dz. U. z 2023 poz. 295)
8. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2166).
9. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1378 z późn. zm.).
10. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1083 z późn. zm.).
11. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 503 z późn. zm.).
12. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2022 poz. 1029 z późn. zm.).
13. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 poz. 2351).
14. Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (t.j. Dz. U. z 2023 poz. 40).
15. Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.
16. Uchwała nr 8 Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie przyjęcia Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.).
17. Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.
18. Założenia do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r. z marca 2022 r.
19. Krajowy Plan Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych.
20. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (t.j. Dz. U. z 2022, poz. 438 z późn. zm.).
21. Strategia Rozwoju Województwa „Małopolska 2030”.
22. Regionalny Plan Działań dla Klimatu i Energii dla województwa małopolskiego.
23. Program Ochrony Powietrza dla województwa małopolskiego.
24. Rekomendacje Krakowskiego Panelu Klimatycznego.
25. Strategia Rozwoju Krakowa „Tu chcę żyć. Kraków 2030”.
26. Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa.
27. Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030.
28. Program Ochrony Środowiska dla Miasta Krakowa na lata 2020-2030.
29. Mapa ciepła dla Krakowa (2022 r.).
30. Strategia Rozwoju Elektromobilności dla Gminy Miejskiej Kraków (2021 r.).
31. Długoterminowa Strategia Renowacji Budyneków (2022 r.).

32. Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów Plan REPowerEU (COM/2022/230)
33. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/410 z dnia 14 marca 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu wzmocnienia efektywnych pod względem kosztów redukcji emisji oraz inwestycji niskoemisyjnych oraz decyzję (UE) 2015/1814
34. Projekt - Strategia dla ciepłownictwa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r.
35. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (COM(2021) 802 final)
36. Matuszko, D., Celiński-Mysław, D. (2016). Warunki solarne Krakowa i możliwości ich wykorzystania w helioenergetyce. Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 15(1), 103–111
37. Pokrycie terenu i przewietrzanie Krakowa, Kraków (2016 r.)
38. UCHWAŁA NR XVIII/243/16 SEJMIKU WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO z dnia 15 stycznia 2016 roku w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw
39. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych
40. Ustawa z dnia 11 września 2019 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 1710, 1812, 1933, 2185, z 2023 r. poz. 412.)
41. Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Kraków aktualizacja (2017 r.)
42. Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/1442 z dnia 31 lipca 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE
43. J. Zhang, F. Zhang i in. „Indoor thermal responses and their influential factors— impacts of local climate and contextual environment: A literature review” Journal of Thermal Biology 2023
44. UCHWAŁA Nr XVIII/243/16 SEJMIKU WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw.
45. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz. U. z 2020 poz. 1860).
46. Umowa partnerstwa dla realizacji polityki spójności 2021-2027 w Polsce, Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, 2022 r.
47. 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.
48. Plan rzeczowo-finansowy na lata 2012-2025 Wodociągów Miasta Krakowa Spółka Akcyjna z dnia 11 stycznia 2021 roku.

Załącznik 1 Strukturalne jednostki urbanistyczne.

Tabela 1 Jednostki urbanistyczne [ha] występujące na terenie Gminy Miejskiej Kraków.

Jedn.	Nazwa	Pow.	UM	U	ZU	KD	KK	ZC	W	MW	ZR	MN	MNW	U _H	PU	IT
1.	Stare Miasto	88,67	49,57	6,53	31,28	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Pierwsza obwodnica	233,39	180,82	6,14	19,32	25,32	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Kazimierz i Stradom	81,45	63,09	0,83	8,43	2,18	6,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Śródmiejski Park Nadwiślański	146,94	6,72	5,37	48,26	8,91	0,37	-	74,24	2,79	0,28	-	-	-	-	-
5.	Dębniki	143,50	17,12	-	24,49	12,49	-	-	-	45,24	-	9,16	35,01	-	-	-
6.	Otoczenie Błoń	259,03	-	56,62	66,37	17,92	-	5,79	-	33,35	26,94	21,01	31,02	-	-	-
7.	Łobzów	410,83	1,14	72,35	34,45	34,49	21,58	-	-	196,71	-	-	8,56	-	-	-
8.	Nowe Miasto	75,22	19,20	12,44	1,64	14,73	9,57	-	-	11,46	-	-	0,89	3,91	-	-
9.	Cmentarz Rakowicki	70,69	5,69	3,06	7,31	5,29	1,98	42,69	-	4,67	-	-	-	-	-	-
10.	Olsza	139,39	15,24	6,66	7,18	10,40	2,79	-	-	6,48	-	14,79	62,20	-	7,89	-
11.	Grzegórzki	266,58	-	87,74	16,71	29,97	5,68	4,26	-	90,77	-	-	-	4,65	-	-
12.	Stare Pogórze	207,77	-	50,38	33,68	23,61	8,51	0,35	-	81,77	-	-	9,46	-	-	-
13.	Płaszów-Zabłocie	356,69	85,05	70,10	25,46	35,93	44,33	-	10,56	47,61	-	34,87	2,79	-	-	-
14.	Kopiec Krakusa-Bonarka	301,68	-	44,43	147,70	16,12	9,63	9,77	4,21	18,74	-	36,14	-	14,94	-	-
15.	Łągiewniki	275,35	12,58	69,66	25,98	25,64	4,54	0,07	-	49,79	6,33	61,19	19,56	-	-	-
16.	Ruczaj-Kobierzyn	453,14	-	43,72	43,25	31,10	-	2,04	-	220,40	8,06	75,76	17,82	11,00	-	-
17.	Zakrzówek-Pychowice	794,67	2,11	152,37	148,01	34,44	-	0,82	16,30	25,76	265,30	45,00	83,74	-	-	-
18.	Park Nadwiślański-Zachód i Przegorzały	732,19	-	22,40	89,91	38,39	-	0,52	68,13	-	439,53	70,35	-	-	-	2,95
19.	Wola Justowska	512,76	2,14	3,84	16,93	10,25	-	-	-	0,18	131,88	347,53	-	-	-	-
20.	Małe Błonia	136,01	7,32	18,61	38,93	9,87	-	-	-	10,16	14,82	36,29	-	-	-	-
21.	Bronowice Wielkie	241,68	5,43	23,47	24,25	24,03	5,93	-	-	80,47	-	37,57	39,80	-	-	-
22.	Bronowice Centrum	153,35	21,38	35,54	3,74	22,66	2,15	-	-	18,77	-	-	-	49,11	-	-
23.	Azory Północ	219,63	2,25	21,16	25,27	20,19	13,92	-	-	67,43	-	22,29	47,12	-	-	-
24.	Prądnik Biały	398,97	1,41	61,37	17,60	41,98	13,80	-	-	192,36	-	13,46	57,00	-	-	-
25.	Prądnik Czerwony	276,84	-	51,55	27,58	23,29	10,73	-	-	111,93	-	20,16	24,53	7,06	-	-
26.	Rejon Dobrego Pasterza	222,02	-	36,96	36,55	22,85	4,37	50,64	-	29,04	-	16,69	7,44	17,47	-	-
27.	Ugorek	199,13	9,84	21,36	14,03	14,72	2,49	-	-	96,73	-	-	22,62	-	-	-
28.	Czyżyny	392,17	48,99	131,61	95,49	28,26	4,61	-	2,39	17,80	22,18	-	-	30,68	-	-
29.	Dąbie	56,42	-	3,12	7,29	5,67	2,60	-	-	31,10	-	-	-	-	-	-
30.	Myśliwska-Bagry	425,36	47,81	28,36	67,00	31,03	40,25	-	41,46	101,90	-	42,06	25,49	-	-	-
31.	Stary Prokocim	327,19	-	-	50,80	27,12	1,05	3,19	-	80,83	-	151,15	13,06	-	-	-
32.	Wola Duchacka	477,53	-	10,97	32,45	39,36	-	1,24	-	294,22	-	84,66	14,62	-	-	-
33.	Piaski Południe	327,11	6,94	16,56	43,11	30,85	-	0,73	-	-	32,66	160,97	35,27	-	-	-

Jedn.	Nazwa	Pow.	UM	U	ZU	KD	KK	ZC	W	MW	ZR	MN	MNW	U _H	PU	IT
34.	Borek Fałęcki	708,99	9,57	38,61	95,39	52,47	14,86	3,96	-	65,24	82,96	303,37	7,70	34,85	-	-
35.	Kobierzyn Południe	401,17	82,43	107,63	5,58	39,23	-	-	-	9,16	28,30	73,79	36,69	18,37	-	-
36.	Skotniki	609,60	-	13,94	13,97	20,73	-	0,64	-	13,33	307,11	239,87	-	-	-	-
37.	Bodzów-Kostrze	521,81	0,29	10,53	25,85	13,10	-	-	-	-	317,95	148,16	5,94	-	-	-
38.	Bielany- Las Wolski	732,71	-	10,32	33,00	21,67	-	9,70	-	-	541,31	84,14	-	-	-	32,58
39.	Olszanica	795,93	-	173,84	15,22	50,81	10,49	0,64	-	-	309,15	164,84	-	-	-	70,95
40.	Mydlniki	327,42	35,15	36,17	23,64	21,87	13,44	1,11	-	22,52	101,15	44,62	19,83	-	-	7,93
41.	Bronowice Małe	317,50	-	13,98	14,40	6,14	9,86	-	2,43	5,46	109,59	140,51	14,68	-	-	-
42.	Pasternik	269,60	-	8,12	6,36	13,89	-	2,47	-	-	18,33	-	157,30	-	-	-
43.	Tonie	708,32	31,46	20,48	29,13	41,67	1,54	-	-	-	227,75	299,93	59,39	-	-	-
44.	Górka Narodowa	621,16	-	10,36	10,95	38,55	9,79	1,28	-	150,91	274,10	93,43	30,12	-	-	1,65
45.	Mistrzejowice	491,45	-	35,02	89,76	42,55	2,72	-	-	224,33	18,92	18,25	59,89	-	-	-
46.	Bieńczyce	440,68	8,37	39,14	43,61	55,87	-	-	-	247,93	-	-	35,06	10,69	-	-
47.	Stara Nowa Huta	614,56	-	21,57	41,52	56,91	-	0,92	-	238,00	136,65	118,99	-	-	-	-
48.	Stare Czyżyny-Lęg	450,27	118,44	93,69	12,47	47,12	1,54	-	-	2,09	9,03	11,77	33,83	35,96	33,66	50,68
49.	Płaszów-Rybitwy	1 616,75	410,61	341,17	70,60	94,93	50,11	0,64	-	-	295,61	266,74	36,30	-	-	49,03
50.	Stary Bieżanów	548,84	5,65	20,83	17,93	76,85	8,21	-	-	-	122,72	272,58	16,80	-	-	7,27
51.	Nowy Bieżanów	129,90	-	-	19,13	10,99	-	1,55	-	93,45	-	-	4,78	-	-	-
52.	Prokocim CM	187,74	2,01	55,92	18,31	28,72	-	-	-	34,75	8,97	28,74	1,92	8,42	-	-
53.	Swoszowice-Rajsko	1 905,66	-	72,48	135,24	67,79	-	2,38	2,66	-	791,47	797,10	-	-	-	36,54
54.	Opatkowice i Sidzina	727,07	-	86,06	6,15	47,26	8,56	-	-	-	179,55	365,37	34,11	-	-	-
55.	Tyniec	1 086,40	-	0,78	7,78	23,82	-	20,79	40,79	-	796,66	195,27	-	-	-	0,51
56.	Dolina Dłubni	580,59	-	112,22	177,25	67,18	1,87	-	6,99	-	39,13	159,07	16,89	-	-	-
57.	Grzebałów-Lubocza	1 155,89	15,69	58,38	68,37	53,67	16,28	26,89	-	54,29	382,90	426,51	8,35	-	8,40	36,16
58.	Kombinat Metalurgiczny	1 007,10	-	98,76	14,64	50,16	9,91	-	-	-	28,07	-	-	-	805,56	-
59.	Pleszów	984,69	-	71,38	26,32	26,80	-	-	13,01	-	288,78	203,41	3,22	-	237,67	114,09
60.	Park Nadwiślański Wschód	817,70	-	-	41,68	14,87	0,77	-	165,53	-	594,84	-	-	-	-	-
61.	Łucznanowice-Kościelniki	2 033,14	-	37,60	26,32	43,29	13,78	-	-	3,05	1 246,93	604,29	50,25	-	7,26	0,36
62.	Branice-Ruszcza	1 162,02	2,09	142,69	56,53	51,53	129,93	30,13	-	-	202,84	190,62	182,26	-	173,40	-
63.	Przylasek Rusiecki-Wolica	1 250,53	-	18,65	44,70	35,46	11,14	-	155,54	-	608,79	376,25	-	-	-	-
-	Razem	32 608,54	1 331,51	2 925,60	2 472,25	1 936,24	533,79	195,08	448,70	3 132,97	9 017,54	6 928,72	1 373,31	247,11	1 273,84	410,70

Źródło: Opracowanie własne KAPE S.A. na podstawie bip.krakow.pl.

Użyte skróty:

UM –Tereny zabudowy usługowej oraz zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej

U – Tereny usług

ZU – Tereny zieleni urządzonej

KD – Tereny komunikacji

KK – Tereny kolejowe

ZC – Tereny cmentarzy

W – Tereny wód powierzchniowych śródlądowych

MW – Powierzchnia biologicznie czynna dla zabudowy mieszkaniowej

w terenach zabudowy mieszkaniowej wielorodzinne

ZR – Powierzchnia biologicznie czynna dla terenów zieleni nieurządzonej

MN – Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinne

MNW – Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej niskiej intensywności

U_H -Tereny usług w tym handlu wielkopowierzchniowego

PU – Tereny przemysłu i usług

IT – Tereny infrastruktury technicznej