



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Norway
grants



GMINA SAMOWYSTARCZALNA ENERGETYCZNIE

Bełchatów

pod redakcją naukową

Sylwii Całus

*Projekt „Gmina samowystarczalna energetycznie”
jest finansowany ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009–2014
w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej
w programie „Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii”*

Umowa Nr 150/2017/Wn50/OA-XN-04/D

Recenzenci:

dr hab. **Tadeusz Dyr**, prof. UTH – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego
w Radomiu

dr hab. inż. **Henryk Radomiak**, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Kierownictwo projektu: dr inż. **Sylwia Całus**

Zespół autorów realizujących projekt:

prof. dr hab inż. **Wojciech Nowak**

prof. dr hab inż. **Tomasz Popławski**

dr hab. **Katarzyna Oźga**, prof. PCz

dr inż. **Dariusz Całus**

dr inż. **Marek Chmiel**

dr inż. **Maciej Sołtysik**

dr inż. **Anna Majchrzak**

Cristina B. Guerreiro, Ph.D.

Rebecca Jayne Thorne, Ph.D.

Evert A. Bouman, Ph.D.

mgr inż. **Mariusz Michalek**

mgr inż. **Piotr Dziubałtowski**

mgr inż. **Patryk Gałuszkiewicz**

mgr **Beata Superson-Polowiec**

mgr inż. **Ireneusz Perkowski**

mgr inż. **Marcin Trojnacki**

mgr inż. **Tomasz Stankowski**

mgr inż. **Bartosz Gałka**

mgr inż. **Monika Weźgowiec**

mgr **Piotr Chabecki**

mgr inż. **Piotr Zacharski**

mgr inż. **Krzysztof Melka**

Projekt okładki: Marcin Kozłowski

Opracowanie redakcyjne i korekta: Małgorzata Kozłowska

Redakcja techniczna i DTP: Małgorzata Dyr, Joanna Pastuszka

© Copyright by Politechnika Częstochowska, 2017

ISBN 978-83-62805-75-4

Wydano nakładem:

Instytutu Naukowo-Wydawniczego „Spatium”

26-600 Radom, ul. 25 Czerwca 68

tel. 48 369 80 74,

fax 48 369 80 75,

e-mail: wydawnictwo@inw-spatium.pl

<http://www.inw-spatium.pl>

Druk i oprawa:

<http://www.booksfactory.pl/>

Spis treści

Wykaz skrótów	5
Streszczenie	7
1. Ogólna strategia GSE.	9
1.1. Cele strategiczne i szczegółowe	10
2. Charakterystyka stanu ogólnego gminy.	13
2.1. Struktura gminy	13
2.2. Uwarunkowania lokalne	14
2.3. Struktura demograficzna	21
2.4. Energetyka w gminie	23
2.5. Odnawialne źródła energii	30
2.6. Gospodarka odpadami	36
2.7. Zanieczyszczenia powietrza	40
3. Identyfikacja obszarów problemowych	49
4. Analiza SWOT.	55
5. Wyniki inwentaryzacji energetycznej gminy	59
5.1. Wykorzystanie OZE do produkcji energii w Gminie	59
5.2. Podsumowanie wyników inwentaryzacji na tle bilansu zużycia energii i emisji CO ₂	61
5.3. Analiza bilansów energetycznych w oparciu o doświadczenia partnera norweskiego	66
6. Wyniki inwentaryzacji emisji w gminie	73
6.1. Metodologia	73
7. Wykorzystanie oceny bilansu energetycznego oraz analizy kosztów i korzyści jako wpływu na środowisko zużycia energii w gminie Bełchatów	75
7.1. Ocena LCA (<i>Life Cycle Assessment</i>) bilansu energetycznego w gminie	75
7.2. Analiza kosztów i korzyści związanych z przejściem na gospodarkę niskoemisyjną	84
8. Scenariusz zapotrzebowania energetycznego na rok 2030	89
8.1. Metodyka konstrukcji prognozy „Top-Down” zapotrzebowania na energię elektryczną w horyzoncie do 2030 roku	89
8.2. Prognoza dla Gminy Bełchatów	91
9. Podsumowanie	95
Literatura i źródła.	99
Spis rysunków	103
Spis tabel	105

WYKAZ SKRÓTÓW

BAU	Biznes jak zwykle (<i>Business as usual</i>)
BEI	Bazowa inwentaryzacja emisji (<i>Base Emission Inventory</i>)
CAFE	Dyrektywa „Clean air for Europe”
GHG	Gazy cieplarniane (<i>Greenhouse Gases</i>)
GUS	Główny Urząd Statystyczny
RPO WŁ	Regionalny Program Operacyjny województwa łódzkiego (Łódzki Regionalny Program Operacyjny)
Mg CO ₂ e	Tony ekwiwalentu dwutlenku węgla
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
OZE	Odnawialne źródła energii
PGN	Plan gospodarki niskoemisyjnej
UE	Unia Europejska
WFOŚiGW	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
c.o.	Centralne ogrzewanie
c.w.u.	Ciepła woda użytkowa
GSE	Gmina Samowystarczalna Energetycznie

kilo (k) = 10³ = tysiąc mega (M) = 10⁶ = milion giga (G) = 10⁹ = miliard

tera (T) = 10¹² = bilion

peta (P) = 10¹⁵ = biliard

g = gram

W = wat

kWh = kilowatogodzina

MWh = megawatogodzina = 3 600 MJ = megadžul = tysiąc kJ

GJ = gigadžul = milion kJ

TJ = teradžul = miliard kJ = 277,78 MWh

toe = tona oleju ekwiwalentnego = 41,868 GJ = 11 630 MWh

Plan gospodarki niskoemisyjnej jest zgodny z następującymi aktami prawnymi:

- Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. *o samorządzie gminnym* (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r. poz. 1875),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r. poz. 519 z późn. zm.),
- 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* (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r. poz. 1405),
- Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. *o efektywności energetycznej* (tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r. poz. 831 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r. poz. 220 z późn. zm.).

Cele i założenia „Gminy Samowystarczalnej Energetycznie” są zgodne z następującymi dokumentami strategicznymi na poziomie krajowym i regionalnym:

- Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju – Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności,
- Średniookresowa Strategia Rozwoju Kraju,
- Umowa Partnerstwa,
- Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego,
- Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030,
- Krajowa Polityka Miejska do 2020 roku,
- Polityka Ekologiczna Państwa na lata 2009-2012 z perspektywą do roku 2016,
- Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” 2020,
- Polityka Energetyczna Państwa do 2030 roku,
- Krajowy Plan Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku,
- Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej,
- Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej.
- Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Bełchatowa.

STRESZCZENIE

Głównym celem projektu „Gmina Samowystarczalna Energetycznie” (GSE) jest analiza uwarunkowań efektywnego wykorzystywania lokalnych zasobów energetycznych, zwłaszcza Odnawialnych Źródeł Energii występujących na terenie gmin/miast pod kątem zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, poprawy stanu środowiska i obniżenia kosztów wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej i ciepłej, a tym samym obniżenia cen energii dla mieszkańców i przedsiębiorców.

Projekt „GSE” ma również umożliwić wymianę wiedzy, doświadczeń i najlepszych praktyk w dziedzinie adaptacji zasobów energetycznych gmin/miast.

Przedmiotem projektu jest opracowanie raportu osiągnięcia samowystarczalności energetycznej dla wybranych gmin/miast, w którym zawarty będzie bilans potrzeb energetycznych oraz możliwości lokalnego wytwarzania energii. Raport będzie podstawą do opracowania strategii energetycznej rozumianej jako propozycje działań, które należy w określonej perspektywie czasu podjąć na indywidualnym obszarze gminy/miasta, aby uzyskać w możliwie największym stopniu zrównoważenie generacji i konsumpcji energii.

1. OGÓLNA STRATEGIA GSE

Strategia „Europa 2020”

Strategia „Europa 2020” określa drogę wzrostu Unii Europejskiej na lata 2011–2020 w kierunku inteligentnej i zrównoważonej gospodarki sprzyjającej włączeniu społecznemu. UE wyznaczyła konkretny plan, obejmując cele w zakresie zmian klimatu, które należy osiągnąć do 2020 r.

Cele unijne, tzw. Pakiet „3 x 20”:

- 1) do 2020 roku ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do poziomu z 1990 roku;
- 2) zwiększenie do 20% udziału energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym zużyciu energii (dla Polski celem obligatoryjnym jest 15% udział OZE);
- 3) dążenie do zwiększenia efektywności wykorzystania energii o 20%.

Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu

Strategia UE dot. adaptacji do zmian klimatu została opublikowana na portalu Komisji Europejskiej 16 kwietnia 2014 r. Dokument zawiera wytyczne dla krajów członkowskich pomocne w tworzeniu strategii krajowych, a także główne cele i kierunki dla działań dostosowawczych, które powinny być podejmowane przez poszczególne państwa UE.

Strategia zwraca uwagę na konieczność podjęcia działań adaptacyjnych, przede wszystkim w miastach, jako obszarach o szczególnej wrażliwości na zmiany klimatu.

Dyrektywa CAFE (*Clean Air for Europe*)

Dyrektywa CAFE wprowadziła po raz pierwszy w Europie normowanie stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5}. Normowanie określone jest w formie wartości docelowej i dopuszczalnej oraz odrębnego wskaźnika dla terenów miejskich.

18 grudnia 2013 r., w ramach Dyrektywy CAFE, przyjęto nowy pakiet dotyczący czystego powietrza, aktualizujący istniejące przepisy.

Dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń określa Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 24 sierpnia 2012 r., w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031).

1.1. Cele strategiczne i szczegółowe

Strategia długoterminowa

Strategia gminy samowystarczalnej energetycznie spójna z planem gospodarki energetycznej gminy ma przyczynić się do osiągnięcia celów w zakresie zmian klimatu i zrównoważonego wykorzystania energii określonych w Strategii „Europa 2020”, to jest:

- redukcji emisji gazów cieplarnianych,
- zwiększenia udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych,
- redukcji zużycia energii finalnej, co ma zostać zrealizowane poprzez podniesienie efektywności energetycznej.

Plan ma również przyczyniać się do poprawy jakości powietrza na obszarach, na których odnotowano przekroczenia jakości poziomów dopuszczalnych stężeń w powietrzu i realizowane są programy (naprawcze) ochrony powietrza oraz plany działań krótkoterminowych. Działania zawarte w strategii mają w efekcie doprowadzić do zwiększenia samowystarczalności energetycznej gminy, obniżenia kosztów wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej i ciepła oraz redukcji emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Cele strategiczne

Cele strategiczne zostały wyznaczone przy uwzględnieniu zobowiązań krajowych oraz uwarunkowań lokalnych.

Cel strategiczny 1: Redukcja emisji gazów cieplarnianych przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju miasta.

Nadmierna emisja gazów cieplarnianych jest uważana za główną przyczynę niekorzystnych zmian klimatycznych. Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, działania zmniejszające emisję powinny zapewnić korzyści ekonomiczne, społeczne i środowiskowe, wynikające z poprawy efektywności energetycznej, wzrostu innowacyjności i wdrożenia nowych technologii, poprawy stanu środowiska. Jako cel strategiczny określono ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 20% do 2020 r. przy utrzymaniu dynamiki rozwoju społeczno-gospodarczego.

Cel strategiczny 2: Poprawa jakości powietrza.

Niska jakość powietrza atmosferycznego stanowi obecnie znaczny problem Gmin. Przez wiele dni w roku przekraczane są normatywne poziomy wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀, pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz benzo(a)pirenu, pochodzące głównie z sektora komunalnego, ze spalania paliw stałych na cele ogrzewania. Celem strategicznym jest osiągnięcie dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń w 2023 r.

Cele szczegółowe

Realizacji celu strategicznego służyć będzie osiągnięciu celów szczegółowych w poszczególnych obszarach użytkowania energii:

Cel szczegółowy 1.1 Podniesienie efektywności energetycznej (zarówno ograniczenie zużycia energii użytkowej, jak i zwiększenie efektywności energetycznej instalacji i urządzeń),

Cel szczegółowy 1.2 Zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych.

Realizacja celu strategicznego służyć będzie osiągnięciu celów szczegółowych w poszczególnych obszarach użytkowania energii.

Cele są wzajemnie powiązane i komplementarne, realizacja celów szczegółowych sprzyjających redukcji emisji gazów cieplarnianych jednocześnie przyczyni się do poprawy jakości powietrza.

Cele strategiczne GSE

„Gmina Samowystarczalna Energetycznie” to gmina/miasto, na terenie której wytwarza się więcej energii niż wynosi jej sumaryczne zapotrzebowanie lub energia się równoważy.

W ramach projektu na obszarze gmin/miast zostanie przeprowadzona analiza miejscowych uwarunkowań, możliwości i zasobów w zakresie dyspozycyjnego wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu oraz innych potrzeb z zakresu energetyki. Przeprowadzona ekspertyza wskaże możliwości zastosowania innowacyjnych metod i technologii energetycznych, w tym wytwarzania i ewentualnie magazynowania energii, optymalnych dla danego przedsięwzięcia, tworzenie rozwiązań hybrydowych o uzupełniających się cechach, a także wysokosprawnych układów kogeneracji z wykorzystaniem źródeł OZE oraz ich dopasowania do strategicznych planów rozwoju gminy/miasta.

Propozycje i koncepcje konkretnych przedsięwzięć uwzględnić będą:

- uwarunkowania lokalne (zakres terytorialny), geograficzne i klimatyczne oraz zasobność i strukturę istniejących źródeł energii;
- możliwości budowy, rozbudowy lub przebudowy instalacji OZE;
- wytwarzanie energii w wysokosprawnej kogeneracji;
- systemy magazynowania energii;
- instalacje hybrydowe;
- budowę nowych energooszczędnych budynków oraz termomodernizację istniejących budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego;
- zagospodarowanie odpadów w celu uzyskania energii.

W kolejnych etapach opracowane zostaną:

- analiza uwarunkowań prawnych, środowiskowych i ekonomicznych dla gmin/miast energetycznych, w tym dotyczących źródeł energii konwencjonalnej oraz OZE na podstawie obowiązującego polskiego systemu prawnego, wymagań Unii Europejskiej, dokumentów Polityki Regionalnej oraz dokumentów o charakterze lokalnym;
- wykonanie i analiza bilansów energetycznych dla wybranych gmin/miast, w tym opracowanie jednostkowych wskaźników zapotrzebowania energii na mieszkańca lub m² oraz analiza porównawcza bilansów energetycznych na bazie doświadczeń norweskich i krajów partnerskich;
- identyfikacja emisji zanieczyszczeń pochodzących z procesów produkcji energii dla gmin/miast biorących udział w projekcie GSE;
- propozycja działań redukujących emisję zanieczyszczeń pochodzących z procesów produkcji energii dla gmin/miast biorących udział w projekcie GSE;
- analiza kosztów i korzyści związanych z redukcją emisji zanieczyszczeń pochodzących z procesów produkcji energii poprzez zastosowanie technologii sprzyjających jej

- ograniczeniu, a także ocena monetarna potencjalnych korzyści (wykonanie analizy z wykorzystaniem metody LCA (*Life Cycle Assessment*));
- identyfikacja istniejących obszarów wytwarzania oraz dystrybucji energii elektrycznej oraz ciepła ze szczególnym uwzględnieniem możliwości szerszego wykorzystania oraz rozbudowy instalacji kogeneracyjnych wysokiej sprawności;
 - analiza ekonomiczna przedsięwzięcia dla wybranego układu kogeneracyjnego w gminie/mieście;
 - zidentyfikowanie gminnych/miejskich zasobów OZE: postawiona zostanie diagnoza wykorzystania OZE w regionie, określone zostaną możliwości współpracy z gminami/miastami sąsiednimi pod względem możliwości pozyskania paliw kwalifikowanych jako OZE przy niskim koszcie transportu;
 - projekt wykonawczy z uwzględnieniem priorytetów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wybranych technologiach energetycznych. Analiza SWOT;
 - opracowanie katalogu uwarunkowań środowiskowo-prawnych obowiązujących w perspektywie 2017–2037 (wytyczne lokalne, krajowe oraz wynikające z wymagań oraz projekcji UE);
 - opracowanie strategii odpowiedzialności społecznej za stan środowiska w gminie/mieście, w tym określenie roli społeczeństwa w tym procesie;
 - opracowanie katalogu preferowanych rozwiązań technologicznych na poziomie wytwarzania oraz dystrybucji energii elektrycznej oraz ciepła;
 - opracowanie wytycznych w celu poprawy efektywności energetycznej w istniejących technologiach wytwarzania i dystrybucji energii ze źródeł odnawialnych w wybranych gminach/miastach;
 - analizy finansowo-ekonomiczne dla potrzeb realizacji projektów w poszczególnych gminach/miastach;
 - określenie poziomu obniżenia emisji w obszarze realizacji proponowanej strategii oraz przedstawianie planu implementacji celów strategii;
 - analiza techniczno-ekonomiczna magazynowania energii w wybranej gminie/mieście.

Jako rezultat realizacji projektu przewidziano opracowanie raportu będącego wyznacznikiem do przyjęcia strategii energetycznej oraz aktualizacji planów zaopatrzenia w energię elektryczną i ciepło dla poszczególnych gmin/miast, jak również organizację konferencji mającej na celu podsumowanie działań podjętych w ramach projektu. Konferencja ma umożliwić uczestnikom porównanie potrzeb i problemów innych gmin/miast w odniesieniu do oceny ekonomiczności, środowiskowej i technologicznej poprawy efektywności energetycznej oraz zapewnić szansę na łatwiejsze utrzymanie rezultatów projektu na obszarze danych gmin/miast.

Niniejszy projekt jest przedsięwzięciem złożonym tematycznie i zawiera innowacyjne rozwiązania dotyczące m.in. sposobów magazynowania energii, stąd potrzeba nawiązania kontaktów i współpracy z partnerem norweskim Norwegian Institute for Air Research w Kjeller (NILU) w kwestii analiz środowiskowych, LCA i monetarnej oceny wpływu wybranej technologii na środowisko. Planuje się, aby współpraca ta miała charakter uniwersalny, by mogła skutkować w przyszłości realizacją projektów wspólnie z partnerem norweskim.

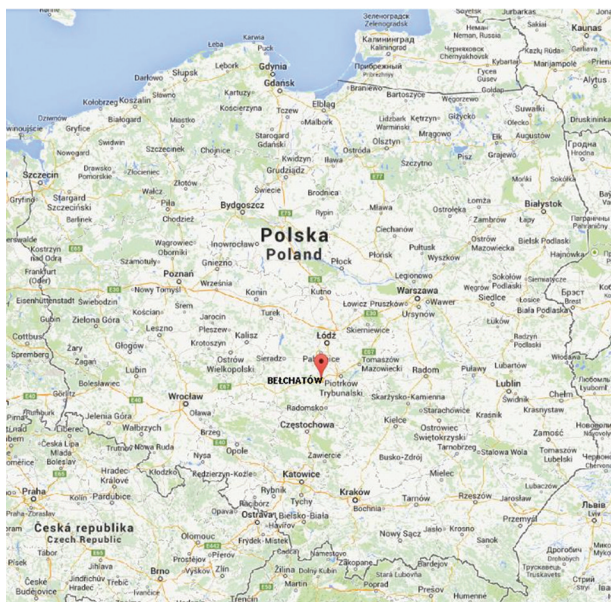
2. CHARAKTERYSTYKA STANU OGÓLNEGO GMINY

2.1. Struktura gminy

Miasto Bełchatów położone jest w centralnej części Gminy Bełchatów nad rzeką Rakówką na Wysoczyźnie Bełchatowskiej. Miasto Bełchatów położone jest między współrzędnymi geograficznymi: 19°22' długości geograficznej wschodniej oraz 51°22' szerokości geograficznej północnej. Bełchatów leży w prowincji Niziu Środkowoeuropejskiego, w obrębie prowincji: Wzniesienia Południowo-mazowieckie, do którego należy mezoregion Wysoczyzny Bełchatowskiej.

Powierzchnia gminy wynosi 179,9 km²

Liczba mieszkańców 58 326 – (stan na dzień 20.10.2017 dane pozyskane z ewidencji ludności miasta Bełchatów). Na rysunkach 2.1–2.3 zostało przedstawione położenie Miasta Bełchatów.



Rys. 2.1. Bełchatów

Źródło: www.maps.google.pl



Rys. 2.2. Położenie geograficzne Miasta Bełchatów na tle województwa łódzkiego

Źródło: <http://geoportal.lodzkie.pl/imap/>



Rys. 2.3. Położenie geograficzne Bełchatowa na tle części powiatu bełchatowskiego (widoczne tereny kopalni)

Źródło: : <http://geoportal.lodzkie.pl/imap/>)

2.2. Uwarunkowania lokalne

Miasto Bełchatów jest stolicą powiatu bełchatowskiego, położone w środkowej Polsce, w województwie łódzkim. Według danych GUS (2014) powierzchnia Miasta Bełchatowa wynosi 35 km² (co stanowi 3,6% powierzchni powiatu bełchatowskiego). Miasto Bełchatów położone jest w centralnej części Gminy Bełchatów nad rzeką Rakówką na Wysoczyźnie

Bełchatowskiej. Miasto Bełchatów położone jest między współrzędnymi geograficznymi: 19°22' długości geograficznej wschodniej oraz 51°22' szerokości geograficznej północnej. Bełchatów leży w prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, w obrębie prowincji: Wzniesienia Południowo-mazowieckie, do którego należy mezoregion Wysoczyzny Bełchatowskiej.

W odległości 10 km od Miasta Bełchatów znajduje się największe w Polsce zagłębienie paliwowo-energetyczne, w którego skład wchodzi PGE Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów” S.A oraz PGE Elektrownia „Bełchatów” S.A.

Powiązania komunikacyjne

Powiązanie komunikacyjne pod względem regionalnym i ponadregionalnym Bełchatowa jest zapewnione przez trzy drogi:

- Droga krajowa nr 74 – łącząca Walichnowy z przejściem granicznym z Ukrainą w miejscowości Zosin, biegnąca przez Wieluń, Bełchatów, Piotrków Trybunalski, Sulejów, Żarnów, Miedziana Góra, Kielce, Łagów, Opatów, Annopol, Kraśnik, Modliborzyce, Janów Lubelski, Frampol, Szczebrzeszyn, Zamość, Hrubieszów. Jej długość na terenie miasta wynosi 5,262 km. Tabela 1 zawiera wykaz ulic w ciągu DK 74 na terenie Bełchatowa;
- Droga wojewódzka nr 484 z Kamińska do Buczku – zapewnia skomunikowanie z drogą krajową nr 91 (węzeł Kamiński) oraz za pośrednictwem drogi wojewódzkiej nr 483 z drogą krajową nr 12 (węzeł Buczek);
- Droga wojewódzka nr 485 z Bełchatowa do Pabianic – zapewnia skomunikowanie z drogą krajową nr 12 (węzeł w Wadlewie).

W pobliżu Bełchatowa, przez Piotrków Trybunalski, przebiegać będzie autostrada A1 relacji Gdańsk–Toruń–Łódź–Częstochowa–Gliwice–Ostrawa (Czechy). W chwili obecnej oddany jest odcinek Łódź–Gdańsk. Skomunikowanie z tą drogą zapewnione będzie za pośrednictwem drogi krajowej nr 74 (węzeł w Piotrkowie Trybunalskim) oraz za pośrednictwem drogi wojewódzkiej nr 484 (węzeł w Kamińsku). Jedynie niewielki fragment powyższej autostrady w okolicy Bełchatowa – zlokalizowany w okolicy Piotrowa Trybunalskiego – jest aktualnie oddany do użytku. Odcinek przebiegający w okolicach węzła w Kamińsku ma aktualnie status „w przygotowaniu”.

W tabelach 2.1–2.3, przedstawiono wykaz ulic na terenie Miasta Bełchatowa.

Tab. 2.1. Wykaz ulic w ciągu drogi krajowej nr 74, znajdujących się na terenie Bełchatowa

Lp.	Przebieg	Długość [km]
1.	ul. Józefa Piłsudskiego (od granic miasta do ul. Sienkiewicza)	1,303
2.	ul. Sienkiewicza (od ul. Piłsudskiego do ul. Pabianickiej)	0,546
3.	Al. Włókniarzy (od ul. Pabianickiej do ul. Czaplinskiej)	0,906
4.	Al. Włókniarzy (od ul. Czaplinskiej do ul. Lipowej)	0,986
5.	ul Lipowa (od Al. Włókniarzy do granic miasta)	1,521

Źródło: Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Miasta Bełchatowa na lata 2016–2025.

Tab. 2.2. Wykaz ulic w ciągu dróg wojewódzkich, znajdujących się na terenie Bełchatowa

Lp.	Nr drogi wojewódzkiej	Przebieg	Długość [km]	Średnia szerokość [m]
1.	DW485	ul. Pabianicka – od skrzyżowania ul. Sienkiewicza/Włókniarzy (rondo) do granic miasta	1,742	7,00
2.	DW484	ul. Czapliniecka – od granic miasta do skrzyżowania ul. 9 Maja/Lipowa (rondo)	3,150	7,75
3.		ul. Wojska Polskiego – od skrzyżowania ul. 9 Maja/Lipowa (rondo) do skrzyżowania ul. Zamoście/Ampere'a	2,783	11,90
4.		Aleja Ampere'a – od ul. Wojska Polskiego do granic miasta	0,663	11,00
5.		ul. Świętojańska – od al. Ampere'a do granic miasta	0,860	8,00
6.		ul. Radomszczańska – od ul. Świętojańskiej do granic miasta	0,665	6,00

Źródło: Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Miasta Bełchatowa na lata 2016–2025.

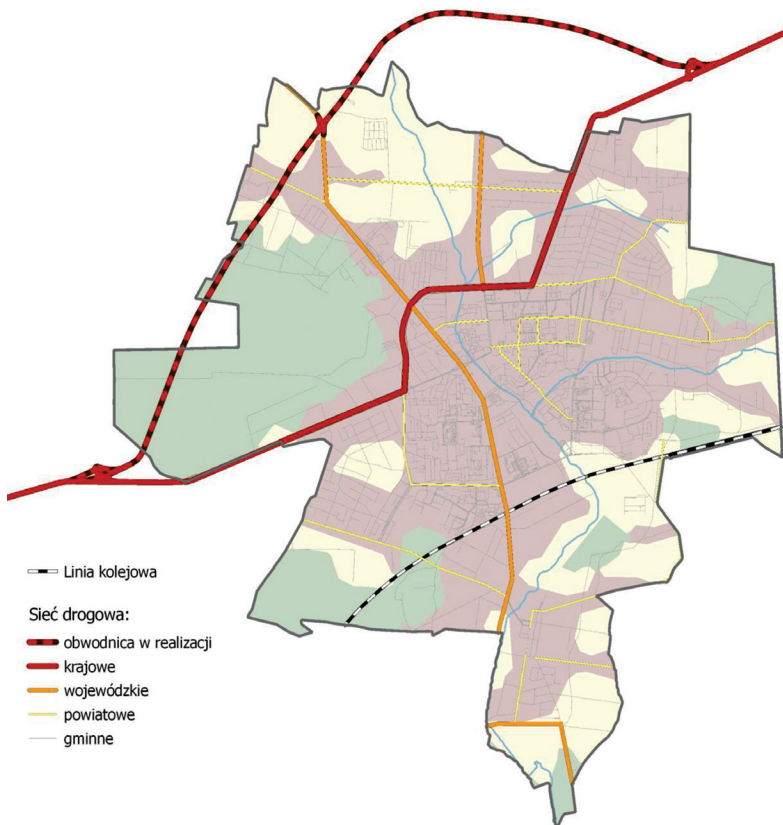
Tab. 2.3. Wykaz ulic powiatowych na terenie miasta Bełchatowa

Lp.	Nr drogi powiatowej	Przebieg	Długość [km]
1.	1909E	Grabowa od Czaplinieckiej do Piłsudskiego	1,023
2.		Cegielniana od Czaplinieckiej do Piłsudskiego	2,778
3.	1911E	Sienkiewicza od Piłsudskiego do Olsztyńskiej	0,662
4.		Olsztyńska od Sienkiewicza do granic miasta	1,562
5.	1912E	Plac Wolności od Piłsudskiego do Czyżewskiego	0,232
6.		Kwiatowa od 19-go Stycznia do Okrzei	0,560
7.		Czyżewskiego od Placu Wolności do granic miasta	2,820
8.	1914E	Częstochowska od Południowej do Świętojańskiej	0,762
9.		Południowa od Radomszczańskiej do granic miasta	0,936
10.	1930E	Harcerska od 1-go Maja do Czyżewskiego	0,276
11.	1931E	Piotrkowska od Mostowej do Gotla	3,574
12.	1932E	Wyszyńskiego od Wojska Polskiego do Lipowej	2,099
13.	1933E	Okrzei od 1-go Maja do Staszica	1,202
14.	1934E	1-go Maja od Kościuszki do Staszica	1,124
15.	1935E	Dąbrowskiego od Czyżewskiego do 1-go Maja	0,275
16.	1936E	Zamoście od Wojska Polskiego do granic miasta	2,500
17.	1937E	Mielczarskiego od Pabianickiej do Czaplinieckiej	0,663
18.	1938E	Wspólna od Olsztyńskiej do Czyżewskiego	1,407

Źródło: oprac. własne na podst. strony internetowej Powiatowego Zarządu Dróg w Bełchatowie (www.pzd.powiat-belchatowski.pl/index.php/nasze-drogi) oraz Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Miasta Bełchatowa na lata 2016–2025).

Komunikacja kolejowa

Bełchatów aktualnie nie ma zapewnionej bezpośredniej komunikacji kolejowej w ruchu pasażerskim. Przebiegająca przez Bełchatów linia kolejowa nr 24 technicznie zapewnia skomunikowanie z linią kolejową nr 1 relacji Warszawa–Koluszki–Piotrków Trybunalski–Lubliniec/Częstochowa–Katowice. W latach 1987–2000 obsługiwała ruch pasażerski. Od roku 2000 obsługuje jedynie ruch towarowy na potrzeby PGE GiEK S.A. Oddział Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów oraz PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów oraz dla firm Auto-Cat Sempertans. Na rysunku 2.4 została przedstawiona sieć drogowa i kolejowa w Bełchatowie.



Rys. 2.4. Sieć drogowa i kolejowa w Bełchatowie

Źródło: Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Miasta Bełchatowa na lata 2016–2025.

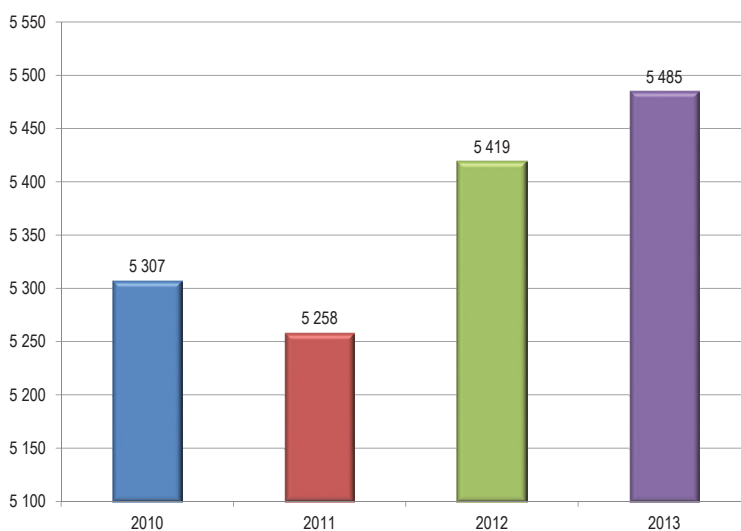
Struktura gospodarcza

Według danych pozyskanych z Głównego Urzędu Statystycznego na koniec 2013 r. w Bełchatowie działalność prowadziło 5 485 przedsiębiorstw.

Zdecydowaną większość działających w mieście przedsiębiorstw (5 380) stanowią firmy sektora prywatnego, w tym 4 096 przedsiębiorstw osób fizycznych.

Podstawową działalnością przedsiębiorstw prowadzonych w Bełchatowie jest handel oraz usługi naprawy pojazdów, którymi zajmuje się 28,86% firm. Kolejne miejsca zajmują: Budownictwo – 10,61%, działalność profesjonalna naukowa i techniczna – 9,28% oraz opieka zdrowotna i pomoc społeczna – 7,49%.

Od 2010 r. do końca 2013 r. wyraźnie widać systematyczny wzrost prowadzonych działalności gospodarczych na terenie Miasta Bełchatowa. Wyjątkiem jest tu rok 2011, w którym nastąpiło zmniejszenie zarejestrowanych firm z 5 307 w 2010 r. do 5 258 w 2011 r. Jednakże już na koniec 2012 r. widoczny jest gwałtowny wzrost o 161 prowadzonych przedsiębiorstw w stosunku do 2011 r. Na rysunku 2.5 przedstawiono liczbę podmiotów gospodarki narodowej w Bełchatowie w latach 2010-2013.



Rys. 2.5. Liczba podmiotów gospodarki narodowej w Bełchatowie w latach 2010-2013

Źródło: oprac. własne na podst. danych GUS.

Poniżej przedstawiono listę większych podmiotów gospodarczych funkcjonujących na terenie Miasta Bełchatowa:

- Budomar Renata i Marcin Matynia, ul. Czaplinska 120a,
- ECO-ABC Sp. z o.o., ul. Przemysłowa 7,
- METACO, ul. Przemysłowa 13,
- PPHU SANEL Sp. j., ul. Przemysłowa 18,
- Firma Handlowo-Usługowa PAMAX-PAGACZ, ul. Pabianicka 8,
- BinŽ S.A., ul. Olsztyńska 3,
- EKO-REGION Sp. z o.o., ul. Bawełniana 8,
- F.H. JAGATEX Grażyna Ludkiewicz, ul. Bawełniana 12e,
- FRAME FACTORY Sp. z o.o., ul. Brzozowa 8a,

- Hurtownia METAL-BUD, ul. Piłsudskiego 110,
- PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów, ul. Energetyczna 7 Rogowiec,
- HYDROWIERT Sp. j., ul. 19 Stycznia 15,
- METACO, ul. Przemysłowa 13
- PPHU SANEL Sp. j., ul. Przemysłowa 18,
- Emaus Logistics Sp. j. Saktura & Gajda, ul. Kościuszki 17,
- ELKAR, ul. Bawełniana 12a.

Powierzchnia terenu

Rzeźba terenu i warunki geologiczno-gruntowe

Bełchatów leży w obrębie Wysoczyzny Bełchatowskiej, która ma położenie wododziałowe między dorzecziami Wisły i Odry. Krajobraz wysoczyzny stanowi falista równina z pasmem ostańcowych wzgórz morenowych ukierunkowanych z północy na południe, związanych z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia warciańskiego. Najważniejszą rolę w formowaniu współczesnej rzeźby odegrały procesy związane z zanikiem lądolodu Widawki i Warty oraz erozyjne pogłębianie dolin rzecznych. Udział swój miały także procesy eoliczne, które doprowadziły do powstania wydym i terenów bezodpływowych.

Warunki glebowe i użytkowanie gruntów

Warunki glebowe na terenie Miasta są mało zróżnicowane z powodu dość jednorodnej budowy geologicznej warstw przypowierzchniowych. W rejonach występowania piasków gliniastych lub tam gdzie utwory gliniaste zalegają bliżej powierzchni mocnych i lekkich glin wykształciły się gleby zaliczane do wyższych klas bonitacyjnych (to jest III b – IV a). Pierwotne zasoby tych gruntów znacznie zmalały, bowiem znaczną ich część przejęto na potrzeby szybko rozwijającego się Miasta. Pozostałe, nie tworzą już zwartych powierzchni, występują płatowo w różnych częściach Miasta - rejon Domiechowic, północno - wschodnie rejon Miasta, rejon Politanic we wschodniej części oraz w Grocholicach we wschodnich rejonach terenów niezainwestowanych.

Głównie na terenie Miasta przeważają gleby słabszych klas bonitacyjnych. Jest to efekt zalegania utworów piaszczystych w warstwie przypowierzchniowej. Gleby wytworzone na podłożu piasków są niskiej jakości, charakteryzują się niekorzystnymi wartościami fizycznymi, słabą urodzajnością i zaliczane są do V i VI klasy bonitacyjnej.

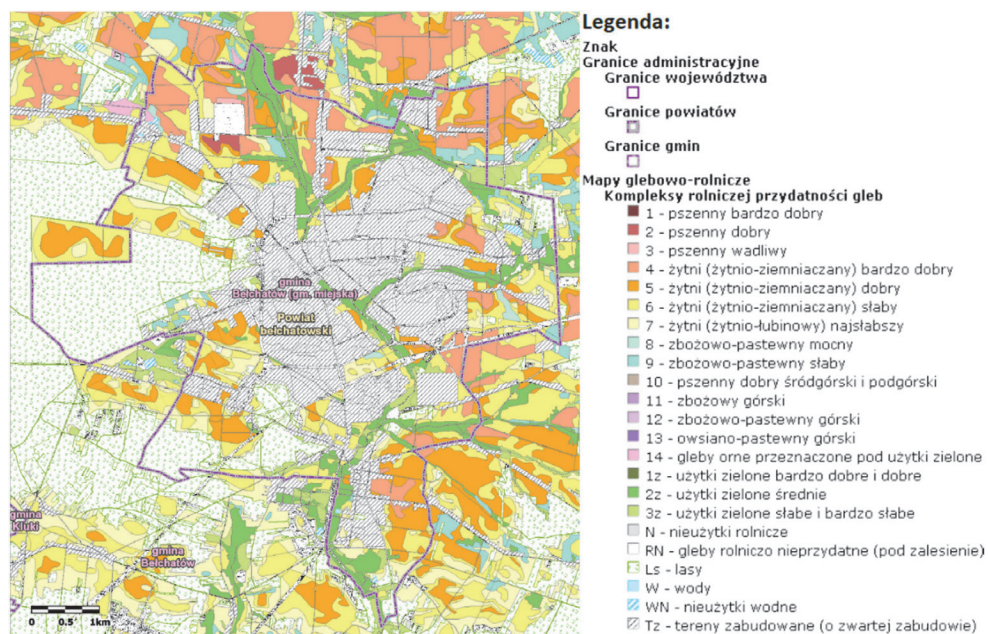
W dnach dolinnych i większych zagłębieniach terenowych wytworzyły się gleby bagienne i aluwialne pochodzenia mineralnego użytkowane jako łąki i pastwiska.

W przybliżeniu, powierzchnia poszczególnych klas bonitacyjnych na terenach sklasyfikowanych jako grunty rolne kształtuje się następująco:

- kl. III a – 15 ha,
- kl. III b – 54 ha,
- kl. IV a – 258 ha ,
- kl. IV b – 256 ha,

- kl. V – 474 ha,
- kl. VI – 173 ha.

Część użytków rolnych usytuowanych głównie w północnej części Miasta oraz w strefach dolinnych rzeki Rakówki i jej dopływów objęta jest systemem melioracji. W przypadku lokalizowania obiektów budowlanych na działkach rolniczych lub zmianie sposobu użytkowania gruntów zmeliorowanych należy przebudować urządzenia melioracyjne w sposób umożliwiający prawidłowe funkcjonowanie na terenach oddziaływania urządzeń melioracji wodnych. Na rysunku 2.6 została przedstawiona mapa glebowo-rolnicza Miasta Bełchatowa.



Rys. 2.6. Mapa glebowo-rolnicza Bełchatowa

Źródło: Geoportal Województwa Łódzkiego (geoportal.lodzkie.pl/imap/).

Lasy i grunty leśne

Lasy i grunty leśne zajmują obecnie powierzchnię 591 ha, co stanowi 17,1% ogólnej powierzchni Miasta. Grunty leśne stanowią własność Skarbu Państwa i pozostają w Zarządzie Lasów Państwowych, Gminy oraz prywatną. Lasy prywatne zajmują teren o powierzchni 246 ha, z tego 109 ha należy do Wspólnot gruntowych. Największe skupiska leśne leżą w zachodniej i południowo- zachodniej części Miasta. Duży i zwarty kompleks leśny w zachodniej części Miasta stanowi przedłużenie kompleksów leśnych wchodzących w obręb Obszaru Chronionego Krajobrazu „Dolina Widawki”. Najczęściej spotykanymi typami siedliskowymi lasów na terenie Miasta są bór suchy (Bs) i bór świeży (Bśw). Do-

minującym gatunkiem lasotwórczym jest sosna (do 90%), następnie drzewa liściaste: dąb, brzoza, buk. Lasy w granicach administracyjnych Miasta pełnią funkcję lasów ochronnych. Na terenie Miasta, przy ulicy Lipowej 175, ma swoją siedzibę Nadleśnictwo Bełchatów.

Zmianę przeznaczenia gruntów leśnych na cele nieleśne dopuszcza się w nielicznych przypadkach dla terenów przeznaczonych na cele infrastruktury technicznej i komunikacyjnej, powiększenie terenu istniejącego cmentarza oraz w wyniku uwzględnienia złożonych wniosków. Ustalenie przeznaczenia na cele nieleśne nie oznacza automatycznie propozycji całkowitej wycinki drzewostanu, ale głównie przystosowanie terenu do pełnienia funkcji im przypisanych.

2.3. Struktura demograficzna

Miasto Bełchatów zamieszkuje 59 089 osób jest jednym z czterech największych pod względem ludności miast w województwie łódzkim. Powierzchnia Miasta Bełchatowa wynosi 35 km². Średnia gęstość zaludnienia wynosi 1 688 osób na km².

Bełchatów jest niewielkim miastem z liczbą mieszkańców wynoszącą 59 089, z czego 51,1% stanowią kobiety, a 48,9% mężczyźni. W latach 2002–2015 liczba mieszkańców zmalała o 6,5%. Średni wiek mieszkańców wynosi 38,4 lat i jest mniejszy od średniego wieku mieszkańców województwa łódzkiego oraz nieznacznie mniejszy od średniego wieku mieszkańców całej Polski. W tabeli 2.4 została przedstawiona liczba mieszkańców w Mieście Bełchatów, natomiast w tabeli 2.5 został przedstawiony podział ludności według grup ekonomicznych.

Tab. 2.4. Liczba mieszkańców w Mieście Bełchatów

	2011	2012	2013	2014	2015
Ludność ogółem	60 222	60 032	59 565	59 305	59 089
Kobiety	30 676	30 575	30 415	30 324	30 218
Mężczyźni	29 546	29 457	29 150	28 981	28 871
Ludność na 1 km ²	1 721	1 715	1 701	1 694	1 688

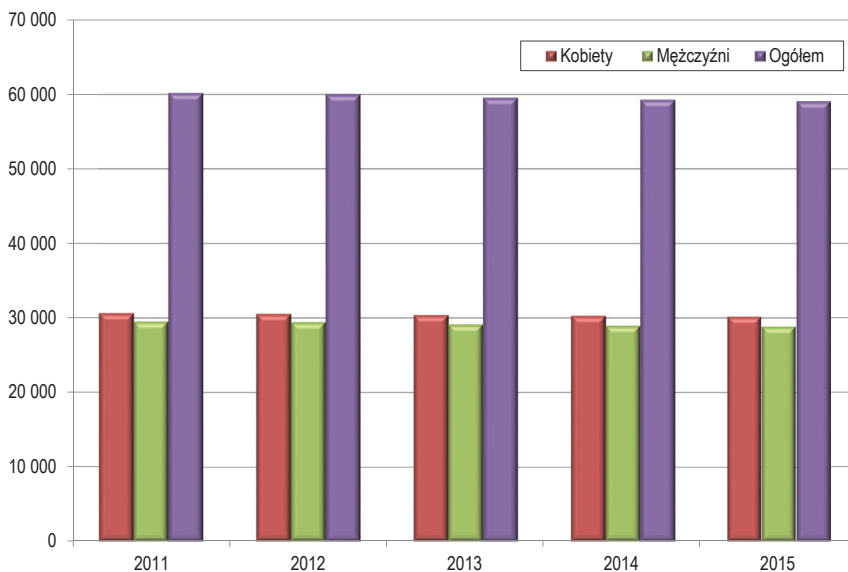
Źródło: GUS.

Średni wiek mieszkańców w Bełchatowie to 38,4 lat i jest on mniejszy niż w województwie (42,0 lat) i Polsce (40,6 lat). Średni wiek kobiet to 39,5 lat, a mężczyzn 37,2 lat.

Tab. 2.5. Ludność Bełchatowa wg grup ekonomicznych w latach 2011-2014

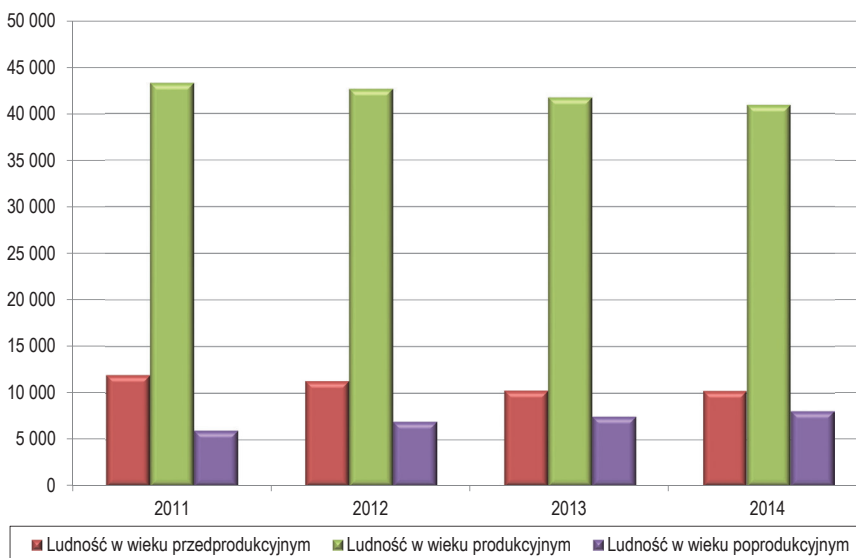
	2011	2012	2013	2014
Ludność w wieku przedprodukcyjnym	11 957	11 318	10 308	10 266
Ludność w wieku produkcyjnym	43 305	42 666	41 747	40 947
Ludność w wieku poprodukcyjnym	5 992	6 956	7 510	8 092

Źródło: Bank Danych Lokalnych, GUS.



Rys. 2.7. Struktura ludności w Mieście Belchatów

Źródło: oprac. własne na podstawie tabeli 2.4.



Rys. 2.8. Struktura ludności wg grup ekonomicznych

Źródło: oprac. własne na podst. tabeli 2.5.

2.4. Energetyka w gminie

Wytwarzanie ciepła

Bełchatów należy do miast o dużym stopniu ucieplownienia centralnego. Ciepło z miejskiego systemu ciepłowniczego dostarczane jest do ok. 90% mieszkańców miasta. Spółka PEC eksploatuje 287 węzłów cieplnych własnych i na zlecenia odpłatnej konserwacji i eksploatacji ogólnej mocy ok. 73 MW. Pozostałe jednostki administracyjne eksploatują ok. 140 węzłów o łącznej mocy 47 MW.

Ilościowo dużą grupę odbiorców reprezentują również odbiorcy indywidualni, którzy eksploatują 2278 węzłów o mocy do 100 kWt. Ogólna moc zamówiona przez odbiorców PEC sięga ok. 100 MW.

Za systemowe dostarczanie ciepła na terenie miasta odpowiada Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Wojska Polskiego 132. Podstawową działalnością spółki jest zaspokajanie potrzeb mieszkańców Bełchatowa w zakresie przesyłu i dystrybucji ciepła.

Długość sieci ciepłowniczej w obszarze Miasta Bełchatowa wynosi 149 km.

Sieć ciepła zarządzana przez PEC ma charakter pierścieniowy i składa się z następujących węzłów i sieci:

- Elektrownia Bełchatów – Układ sieci miejskiej,
- Układ sieci miejskiej – Odbiorcy.

Przesył ciepła do odbiorców odbywa się dwoma magistralami:

- magistrala „Północ” 2xØ500 zasilającą odbiorców w zachodniej i północno-zachodniej części miasta,
- magistralą „Wschód” 2xØ600 zasilającą osiedle Binków, centralną część miasta oraz docelowo odbiorców zlokalizowanych w północnej i północno-wschodniej części miasta.

Układ sieci miejskiej tworzą:

- Sieć wysokich parametrów – w zakresie średnic DN600-DN20 i całkowitej długości 127,7 km:
 - sieci preizolowane – zakres średnic DN500-DN20, długość całkowita 88,5 km, najstarsze elementy sieci mają ok. 20 lat,
 - sieci kanałowe – zakres średnic DN500-DN20, długość całkowita ok. 37,5 km, najstarsze elementy sieci mają ok. 40 lat,
 - sieci napowietrzne – zakres średnic DN600-DN200, długość całkowita ok. 1,8 km.
- Sieć niskich parametrów – długość całkowita ok. 8,5 km.

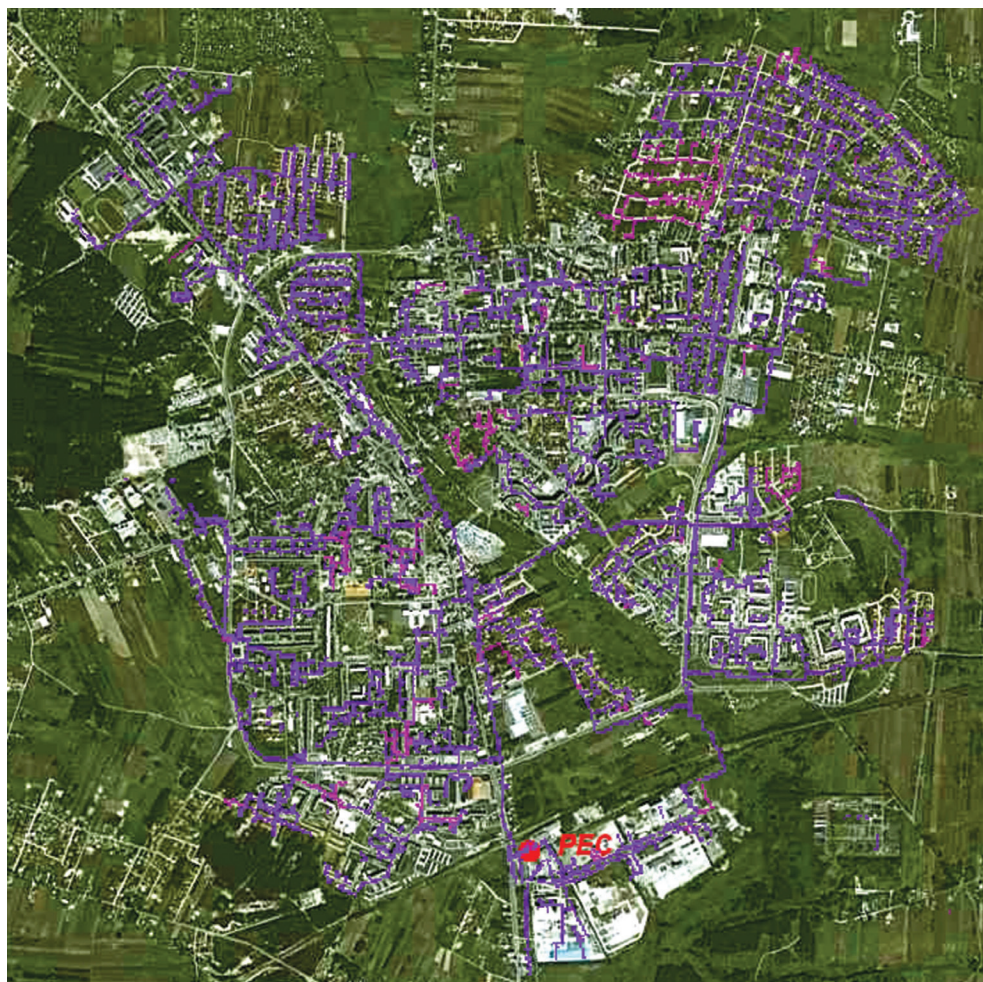
Sieć ciepłownicza jest w różnym wieku. Najstarsze sieci mają około 40 lat i zbudowane są w technologii kanałowej. Ta część sieci wymaga modernizacji i wymiany na technologie preizolowaną.

Do miejskiej sieci ciepłowniczej przyłączonych jest 3 062 węzłów, z czego:

- węzły do 100 kWt – 2 757 szt.
- węzły do 200 kWt - 154 szt.
- węzły do 0,5 MWt - 123 szt.
- węzły powyżej 0,5 MWt - 28 szt.

Wszystkie węzły są wymiennikowe.

Obszar, jaki obejmuje sieć ciepłownicza przedstawia rysunek 2.9



Rys. 2.9. Sieć ciepłownicza PEC Belchatów

Źródło: pec-belchatow.pl

PEC oprócz roli przedsiębiorstwa dystrybucyjnego pełni również rolę przedsiębiorstwa obrotu ciepłem. Strukturę odbiorców przedstawia tabela 2.6.

Tab. 2.6. Struktura odbiorców PEC (rok 2013)

Bełchatów	Ilość punktów poboru ciepła [szt.]	Zużycie ciepła [GJ]	Moc zamówiona przez Odbiorców [MW]
Budownictwo indywidualne	2 191	168 213,48	23,79
Budownictwo wielorodzinne	314	620 601,26	67,74
Oświata	29	46 461,78	7,01
Instytucje użyteczności publicznej	60	74 497,26	11,35
Handel i Usługi	210	73 643,96	12,43
Przemysł	3	1 923,40	0,30
Ogółem	2 834	985 341,14	122,63

Źródło: Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia Bełchatowa w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe do 2018 r. z perspektywą do 2020 r.

W porównaniu z rokiem 2001 zapotrzebowanie na ciepło spadło (w 2001 r. było to 1 103 815 GJ wobec 910 667,44 GJ w 2016 r.). Wiąże się to z lepszym dociepleniem budynków, co przedkłada się na mniejsze zapotrzebowanie na ciepło niezbędne dla ogrzewania budynków.

Zarówno w przypadku mocy zamówionej, jak i zużycia energii największym odbiorcą jest budownictwo indywidualne.

Zdecydowana większość odbiorców (89,88%) wykorzystuje ciepło systemowe oprócz do centralnego ogrzewania również do ogrzewania ciepłej wody użytkowej.

W latach 2011-2015 PEC realizował w ramach POIiŚ 2007-2013 projekt „Przebudowa i modernizacja osiedlowych sieci ciepłowniczych w Bełchatowie”. W ramach projektu realizowana została przebudowa i modernizacja sieci ciepłej w Bełchatowie, która obejmowała:

- zmodernizowanie sieci podziemnej DN 350 – DN 20 eksploatowaną od 25 do 35 lat: 22,8 km,
- wymianienie izolacji na 4 odcinkach sieci napowietrznej o łącznej długości 3,5 km,
- zlikwidowanie 20 węzłów grupowych, w ramach których powstały 154 węzły indywidualne,
- przebudowanie 6 węzłów w budynkach użyteczności publicznej.

Dzięki inwestycji istniejące stare sieci kanałowe zostały zastąpione nowoczesnymi sieciami preizolowanymi. Co najważniejsze, zlikwidowane zostały węzły grupowe będące na terenie tych obszarów, a powstały węzły indywidualne do każdego z bloków i budynków. Ważnym efektem realizacji przedsięwzięcia jest także poprawa wydajności energetycznej bełchatowskiego systemu ciepłowniczego poprzez zmniejszenie strat energii powstających w procesie przesyłania i dystrybucji ciepła oraz zmniejszenie ryzyka powstawania awarii w kolejnych latach.

Energia elektryczna

Miasto Bełchatów jest zaopatrywane w energię elektryczną produkowaną w PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Spółka Akcyjna z siedzibą w Bełchatowie, Oddział Elektrownia Bełchatów. Wytwarzanie energii elektrycznej następuje w układzie kogeneracyjnym z jednoczesnym wytwarzaniem ciepła. Energia elektryczna wytwarzana w kondensacji w bloku 14 Elektrowni Bełchatów. Moc bloku wynosi 858 [MW]. Usługi dystrybucyjne w zakresie energii elektrycznej na obszarze Miasta Bełchatów świadczy spółka PGE Dystrybucja S.A., Oddział Łódź-Teren. Ilość dostarczonej energii elektrycznej w [MWh] w 2013 r. przedstawia tabela 2.7.

Tab. 2.7. Ilość dostarczonej energii elektrycznej z podziale na lata i grupy taryfowe

Grupa taryfowa	Ilość dostarczonej energii w 2002 r. [MWh]	Ilość dostarczonej energii w 2013 r. [MWh]
B2x	2 4264	51 683
C2x	2 186	6 868
C1x	5 675	15 985
G1x	33 188	38 305

Źródło: opracowania spółki PGE Dystrybucja, 2013 r.

Dystrybucja energii elektrycznej odbywa się poprzez transport energii elektrycznej za pomocą sieci i urządzeń elektroenergetycznych wysokich, średnich i niskich napięć do odbiorców końcowych. Linie elektroenergetyczne zlokalizowane na terenie Miasta Bełchatowa należą do Polskich Sieci Energetycznych S.A. (PSE) Oddział w Katowicach oraz Oddział w Warszawie. Na obszarze Miasta za eksploatację sieci energetycznych odpowiedzialne są:

1. PSE S.A. Oddział w Warszawie:
 - a) dwutorowa linia o napięciu 400 [kV] relacji Rogowiec-Ołtarzew, Rogowiec-Płock,
 - b) dwutorowa linia o napięciu 220 [kV] relacji Rogowiec-Pabianice tor1, Rogowiec-Pabianice tor 2,
2. PSE S.A. Oddział w Katowicach:
 - c) dwutorowa linia o napięciu 400 [kV] relacji Rogowiec-Tuczawa, Rogowiec-Joachimów tor 3,
 - d) dwutorowa linia o napięciu 220 [kV] relacji Rogowiec-Joachimów tor 1, Rogowiec-Joachimów tor 2.

Powyższe linie energetyczne są elementami tworzącymi Krajowy System Elektroenergetyczny umożliwiającą wyprowadzenie mocy z Elektrowni Bełchatów oraz tranzyt energii elektrycznej w północne i południowe rejony Kraju. Zważywszy na ten fakt, wymienione linie przesyłowe 220 i 400 [kV] są elementami infrastruktury ponadlokalnej i nie zasilają bezpośrednio Miasta Bełchatowa. PSE-Operator pełni Funkcję Operatora Systemu Przesyłowego (OSP). Funkcję sprzedawców energii w obszarze działania OSD oraz PGE Dystrybucja S.A., Oddział Łódź-Teren, zgodnie z listą przedstawioną przez Urząd Regu-

lacji Energetyki (URE) z dnia 27.08.2014 pełni 88 firm. Miasto Bełchatów zaopatrywane jest w energię elektryczną za pośrednictwem dwóch stacji elektroenergetycznych 110/15 [kV] zlokalizowanych przy ulicy Pabianickiej („Bełchatów”) oraz Zamoście („Zamoście”). Obie stacje należą do PGE Dystrybucja S.A. oddział w Łodzi i połączone są z systemem elektroenergetycznym liniami wysokiego napięcia (Specyfikacja stacji w tab. 2.8):

- „Bełchatów-Zelów”;
- „Bełchatów-Pioma(Piotrków Trybunalski)”;
- „Bełchatów-Piaski”;
- „Bełchatów-Zamoście”;
- „Zamoście-Piaski”.

Tab. 2.8. Specyfikacja stacji elektroenergetycznych na terenie Bełchatowa

Nazwa stacji	Ilość transformatorów	Moc znamionowa transformatorów	Średnie obciążenie stacji w okresie styczeń-październik [MW]	Szczytowe obciążenie w okresie styczeń-październik [MW]
Stacja 110/15 [kV] „Bełchatów”	2	25 MVA i 16 MVA	6,3	11
Stacja 110/15 [kV] „Zamoście”	2	2 x 16 MVA	8	13,4

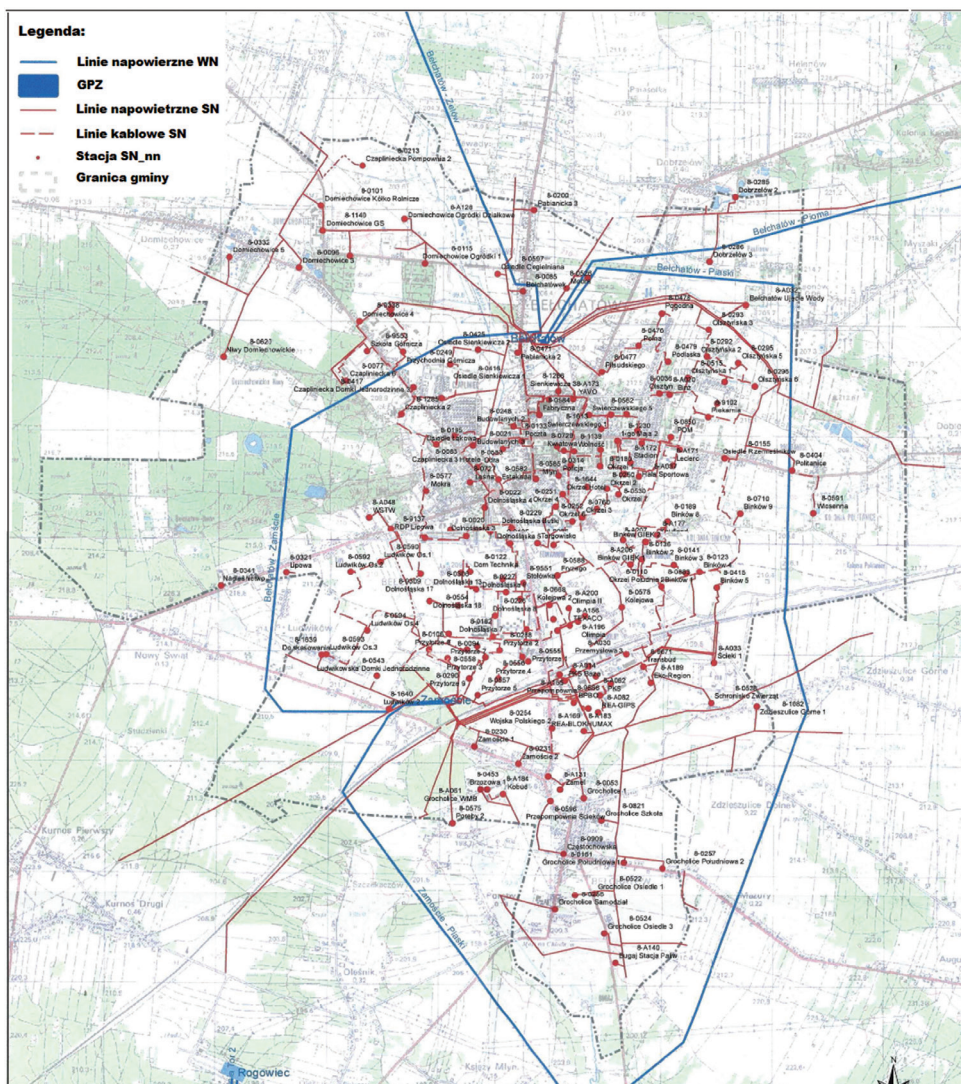
Źródło: dane PGE Dystrybucja S.A., Oddział w Łodzi.

Mimo, iż system zasilania zaspokaja aktualne oraz perspektywiczne (przy założeniu stałego wzrostu gospodarczego) potrzeby elektroenergetyczne miasta Bełchatowa, spółka PGE Dystrybucja S.A. przewiduje kompleksową modernizację stacji 110/15 [kV] „Bełchatów” oraz przebudowę linii „Bełchatów-Piaski” I „Bełchatów-Pioma”.

Infrastruktura elektroenergetyczna miasta oprócz stacji 110/15 [kV] obejmuje także:

- 20,3 [km] linii napowietrznych 110 [kV];
- 69,4 [km] linii napowietrznych 15 [kV] (Standardowy przekrój przewodów wynosi 70 [mm²]);
- 95,6 [km] linii kablowych 15 [kV] (Standardowy przekrój żył roboczych wynosi 120 [mm²]);
- 193 stacje transformatorowe 15/0,4 [kV];
- 79,8 [km] linii napowietrznych 0,4 [kV];
- 213,6 [km] linii kablowych 0,4 [kV].

Na rys 2.10 przedstawiono lokalizację stacji transformatorowych odpowiedzialnych za zmianę średniego napięcia na niskie (SN/nN), stacji elektroenergetycznych oraz infrastruktury przesyłowej.



Rys. 2.10. Plan sieci wysokiego oraz średniego napięcia na terenie miasta Bełchatowa

Źródło: dane PGE Dystrybucja S.A., Oddział w Łodzi.

Spółka PGE Dystrybucja S.A. w ramach „Planu rozwoju PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź–Teren w latach 2014-2019 w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną” przewiduje szereg inwestycji:

- modernizacja rozdzielni 100 [kV] i 15 [kV],
- rozbudowa oraz przebudowa linii niskiego napięcia - około 7 [km],
- rozbudowa oraz przebudowa linii średniego napięcia - około 19 [km],
- budowę nowych stacji transformatorowych 15/0,4 [kV] - około 12 stacji,
- budowę nowych przyłączy.

Zaopatrzenie w gaz ziemny

Na terenie miasta Bełchatów nie ma zlokalizowanych sieci wysokiego ciśnienia należących do Operatora Gazociągów Przesyłowych Gaz-System S.A. W granicach gminy przebiega wyłącznie sieć dystrybucyjna należąca do Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. Oddział w Warszawie, Zakład w Łodzi. Obszar miasta podlega terenowo pod Rejon Dystrybucji Gazu w Piotrkowie Trybunalskim.

Miasto Bełchatów zasilane jest w gaz ze stacji redukcyjno-pomiarowej wysokiego ciśnienia przy ul. Żabiej. Stacja ta jest zasilana z gazociągu wysokiego ciśnienia relacji Piotrków Trybunalski-Łódź-Zgierz DN 200/MOP 3,2 MPa przez odgałęzienie Węzeł Byki-Bełchatów DN150/CN 3,2 MPa. Jej przepustowość wynosi 3 000 m³/h. Miejską sieć gazu ziemnego wysokometanowego średniego i niskiego ciśnienia wykonano z rur stalowych lub polietylenowych. Sieć średniego ciśnienia pracuje w przedziale od 100 kPa do 280 kPa. Sieć ciśnienia niskiego – pomiędzy 1,6 kPa a 2,5 kPa.

Sieć średniego ciśnienia w chwili obecnej stanowi główny system dystrybucji gazu, bezpośrednio do odbiorców bądź za pomocą stacji gazowych średniego ciśnienia trafia do sieci niskiego ciśnienia i dalej do odbiorców końcowych.

System niskiego ciśnienia stanowi 8 niezależnych układów, każdy zasilany ze stacji gazowych średniego ciśnienia. Stacje zlokalizowane są w następujących miejscach:

- 1) przy ul. Sienkiewicza (Osiedle Żołnierzy POW),
- 2) przy skrzyżowaniu ul. Pabianickiej i ul. Sienkiewicza,
- 3) na Osiedlu Budowlanych,
- 4) przy ul. Kalinowej (w pobliżu al. Włókniarzy,
- 5) przy ul. Czaplinieckiej (w pobliżu ul. Lipowej),
- 6) przy ul. Wojska Polskiego (Osiedle Dolnośląskie),
- 7) przy ul. Wojska Polskiego (w pobliżu torów kolejowych),
- 8) przy ul. Dalekiej (Osiedle Binków).

Stacje nr 1, 6 oraz 7 są połączone pomiędzy sobą gazociągami po stronie niskiego ciśnienia.

Obecnie, w ramach modernizacji, gazociąg niskiego ciśnienia przestawia się na ciśnienie średnie, co pozwala na uzyskanie większej wydajności dystrybucji przy zachowaniu wszelkich parametrów bezpieczeństwa dostarczania gazu. Wszystkie zurbanizowane obszary miasta posiadają gazociągi średniego i niskiego ciśnienia – sieci rozdzielcze, z wyjątkiem osiedla Grocholice i nowopowstałych osiedli: Ludwików, Politanice, Binków – część wschodnia. Długość czynnych sieci gazowych, według danych za 2015 r., bez przyłączy wynosi 37,2 km dla ciśnienia średniego, 21,3 km dla ciśnienia niskiego. Czynne przyłącza gazowe wynoszą ogólnie 2 623 szt., a ich długość wynosi 37,9 km.

Tab. 2.9. Długość sieci gazowej oraz liczba przyłączy na terenie Bełchatowa

Rok	Długość czynnej sieci gazowej		Czynne przyłącza gazowe	
	Gazociągi ś/c [km]	Gazociągi n/c [km]	Przyłącza ś/c [km]	Przyłącza ś/c [szt.]
2010	36,1	19,8	26,7	1 344
2011	36,1	19,8	26,9	1 352
2012	36,8	19,9	27,1	1 370
2013	37,0	20,0	37,3	2 549
2014	37,1	20,0	37,5	2 571
2015	37,2	21,3	37,9	2 623

Źródło: Polska Spółka Gazownictwa.

W tabeli 2.9 została przedstawiona długość sieci gazowej oraz liczba przyłączy na terenie miasta. Wynika z niej, że stopień gazyfikacji miasta jest wysoki. Istniejąca infrastruktura jest w dobrym stanie technicznym. Aktualny stan sieci gazowej pozwala na zaspokojenie potrzeb socjalno-bytowych mieszkańców miasta. Rosnące zapotrzebowanie na gaz poprzez zwiększenie terenów przeznaczonych pod zabudowę wymaga sukcesywnej rozbudowy sieci.

Sieć gazowa na terenie miasta Bełchatowa posiada rezerwę przepustowości i po zmodernizowaniu niedługich odcinków sieci, zapewnione będzie zaspokojenie zapotrzebowania na gaz dla wszystkich terenów przeznaczonych pod zabudowę.

2.5. Odnawialne źródła energii

Polska, jako członek Unii Europejskiej, została zobowiązana do transpozycji krajowych przepisów prawnych wymogów Dyrektyw Parlamentu Europejskiego. Jedną z nich jest Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE). Podstawowym celem wyznaczonym dla Polski jest uzyskanie 15% udziału OZE w bilansie energetycznym do 2020 r. Wspomniana dyrektywa została wdrożona do polskiego prawa.

Do energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii zalicza się, niezależnie od parametrów technicznych źródła, energię elektryczną lub ciepło pochodzącą ze źródeł odnawialnych, w szczególności:

- z energii wodnej (elektrownie wodne o mocy mniejszej niż 5 MW);
- z energii wiatru (elektrownie wiatrowe);
- z biomasy (elektrownie/elektrociepłownie na biomasę stałą, biogazownie: rolnicze, w oczyszczalniach ścieków, na wysypiskach odpadów, elektrociepłownie spalające odpady komunalne);
- z energii słonecznej (ogniwa fotowoltaiczne, kolektory słoneczne);
- ze źródeł geotermalnych (źródła wysokiej entalpii – ciepłownie geotermalne i źródła niskiej entalpii – pompy ciepła).

Energia słońca

Miasto Bełchatów zlokalizowane jest w strefie o umiarkowanym nasłonecznieniu. Ilość energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni poziomej w ciągu roku wynosi 985 kWh/m², średnie usłonecznienie wynosi 1500 godzin na rok. Warunki meteorologiczne charakteryzują się bardzo nierównym rozkładem promieniowania słonecznego w cyklu rocznym. Około 80% całkowitej rocznej sumy nasłonecznienia przypada na 6 miesięcy sezonu wiosenno-letniego. Energia promieniowania słonecznego może służyć do produkcji energii w formie:

- podgrzewanie wody użytkowej przy wykorzystaniu kolektorów słonecznych,
- produkcja energii elektrycznej za pomocą ogniw fotowoltaicznych (PV),
- produkcja energii elektrycznej i podgrzewanie cieczy w systemach hybrydowych fotowoltaiczno-termicznych,
- poprzez tzw. pasywne systemy solarne – elementy obudowy budynku służące maksymalizacji zysków ciepła.

Technologie te nie powodują skutków ubocznych dla środowiska, takich jak zużycie zasobów naturalnych czy szkodliwych emisji.

Wartość natężenia promieniowania słonecznego zależy od położenia geograficznego, pory dnia i roku, co stwarza duże ograniczenia w możliwościach wykorzystania tego źródła energii.

Według danych OSD do systemu elektroenergetycznego była podłączona jedna instalacja fotowoltaiczna, przy ul. Zaleśna 29. Jest to instalacja o mocy 6 kWp.

W mieście wykorzystywane są też kolektory słoneczne. Wykorzystywane są głównie do podgrzewania ciepłej wody użytkowej w budynkach zabudowy jednorodzinnej, wielorodzinnej, w obiektach lecznictwa szpitalnego.

Na dachu Domu Pomocy Społecznej, jednostce starostwa, zainstalowana jest instalacja solarna, która służy do wytwarzania ciepłej wody użytkowej. Instalacja składa się z 25 kolektorów o łącznej powierzchni ponad 62 m². Zainstalowanych jest również 56 kolektorów słonecznych na dachu Bursy Szkolnej o łącznej powierzchni 141,68 m².

PGN zakłada w ramach Priorytetu 1.4. Budowę i rozbudowę instalacji energetyki słonecznej następujące działania:

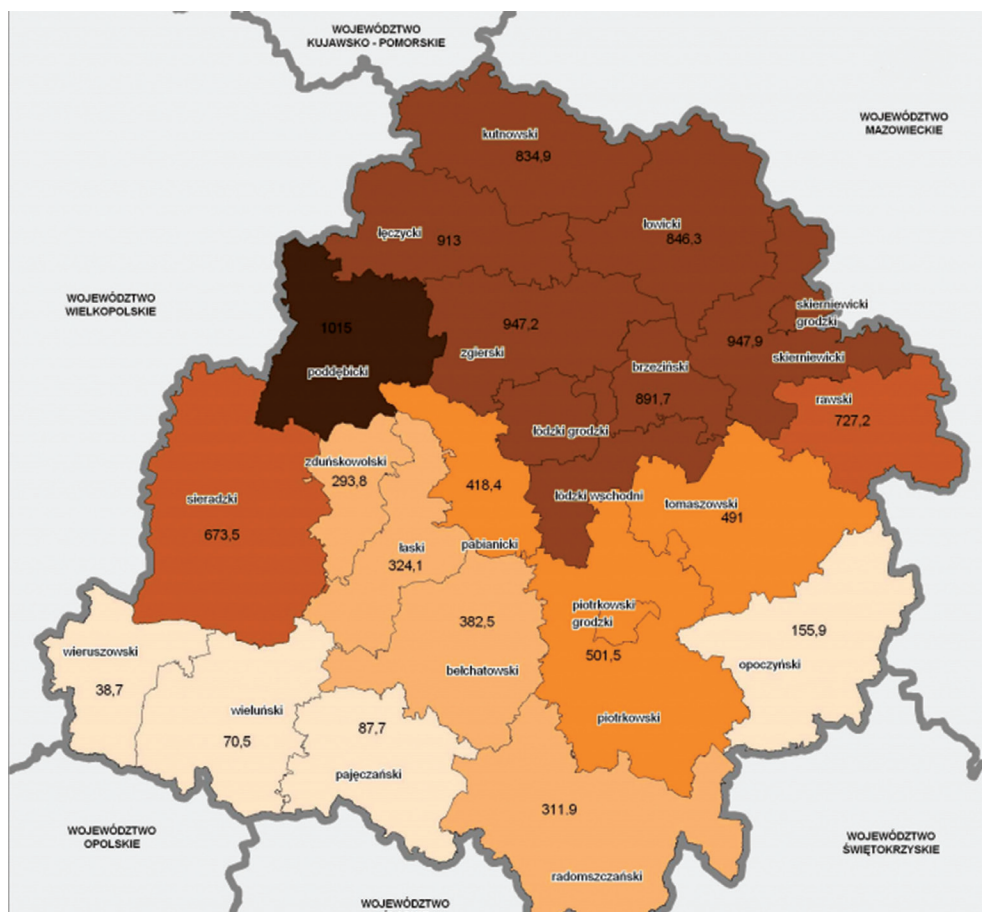
- Działanie 1.4.1. Instalacja paneli fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych na dachach budynków lub na terenach posesji na terenie miasta;
- Działanie 1.4.2. Budowa farmy fotowoltaicznej na obszarze oczyszczalni ścieków w Bełchatowie;
- Działanie 1.4.3. Budowa farmy fotowoltaicznej na obszarze ujęcia wody Myszaki.

Mikroinstalacje

Na dzień 31.12.2014 r. zgodnie z danymi operatorów systemów dystrybucyjnych działających na terenie Bełchatowa w mieście funkcjonowała jedna mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 6 kWp.

Energia geotermalna

Energia geotermalna jest pozostałością po procesach formowania się planety i pochodzi z nadal trwającego rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Zgromadzona jest ona w skałach, parze wodnej oraz wodach wypełniających pory i szczeliny skalne. Obszar niecki łódzkiej uważany jest za jeden z najbardziej perspektywicznych rejonów dla pozyskiwania energii geotermalnej z wód podziemnych. Rys. 2.11 przedstawia potencjalne zasoby wód geotermalnych na obszarze województwa łódzkiego.



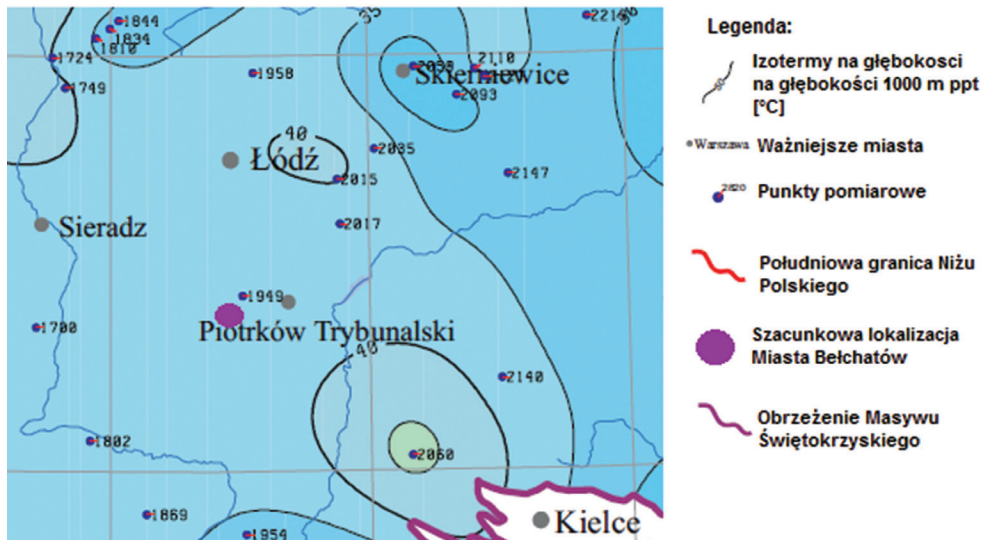
Rys. 2.11. Potencjalne zasoby energii cieplnej wód geotermalnych w powiatach województwa łódzkiego

Źródło: Analiza wykorzystania energii alternatywnej w gospodarce energetycznej województwa łódzkiego, 2007.

Obszar powiatu Bełchatowskiego, a tym samym Miasta Bełchatowa został sklasyfikowany jako teren o średnich zasobach energii zgromadzonej w postaci wód termalnych, w porównaniu do innych powiatów województwa łódzkiego.

Województwo łódzkie znajduje się w zasięgu obszaru Niziu Polskiego. Obszar ten stanowi część prowincji Niziu Środkowoeuropejskiego, rozciągającego się między Morzem Bałtyckim na północy, a Sudetami i pasem wyżyn na południu.

Rozkład temperatur wód termalnych na obszarze województwa łódzkiego i okolic przedstawia rys 2.12.



Rys. 2.12. Mapa rozkładu temperatur na głębokości 1000 m ppt. na obszarze Niziu Polskiego (fragment)

Źródło: Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niziu Polskim.

Temperatura wód na głębokości 1000 m na obszarze Miasta Bełchatowa ma wartość między 35°C, a 40°C.

Ilość zasobów wód geotermalnych formacji paleozoicznej odnosi się do powierzchni występujących zbiorników geotermalnych. Na terenie miasta występują dwa rodzaje zbiorników:

- Dolnopermski,
- Karboński,

Wody termalne zgromadzone w zbiornikach położonych na obszarze Miasta Bełchatowa pozwalają na optymistyczne założenie, że na tych terenach możliwy jest rozwój balneoterapii. W celu poczynienia jakichkolwiek inwestycji należałoby przede wszystkim wykonać odwierty, które pozwoliłyby na dokładniejsze zbadanie potencjału wód geotermalnych.

Energia biomasy

Biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji. Pochodzą one z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty. Do tej grupy można zaliczyć dodatkowo części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji.

Biogaz

Biogaz jest to gaz palny, powstający w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych. Podczas tego procesu substancje organiczne są rozkładane przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej zamienianej jest w biogaz.

Biogaz wykorzystywany do celów energetycznych powstaje w wyniku fermentacji:

- odpadów organicznych na składowiskach odpadów,
- odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych,
- osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków.

Biogaz powstający w wyniku fermentacji beztlenowej składa się w głównej mierze z metanu (od 40% do 70%) i dwutlenku węgla (około 40-50%), ale zawiera także inne gazy, m. in. azot, siarkowodor, tlenek węgla, amoniak i tlen. Do produkcji ciepła lub elektrycznej może być wykorzystywany biogaz zawierający powyżej 40% metanu.

Na terenie miasta Bełchatowa funkcjonuje Zakład Wodociągów i Kanalizacji „WOD-KAN” Spółka z o.o. z siedzibą przy ulicy św. F. Kowalskiej. Podstawowym zakresem działalności jest wydobywanie i rozprowadzanie wody oraz przyjmowanie i oczyszczanie ścieków. Wymieniona oczyszczalnia ścieków posiada znaczny potencjał produkcji biogazu, który powinien zostać w najbliższym czasie zagospodarowany. Szacuje się, że uzysk biogazu z tej instytucji powinien wynieść około 341 567 m³/rok, z którego można by pozyskać energię w wysokości 5 902 GJ/rok.

Duży potencjał surowca do produkcji biogazu w przypadku terenów aglomeracji miejskiej można upatrywać, jak podkreśla K. Witaszek w publikacji *The possibilities of green wastes from urban areas management for energetic and fertilizer purposes* (Poznań 2013), w bioodpadach. Najbardziej nadaje się do tego trawa, ponieważ liście z reguły są zanieczyszczone glebą, co stwarza problemy technologiczne w instalacjach biogazowych. Odpady zielone z terenów miejskich mogą zostać zagospodarowane trzema metodami:

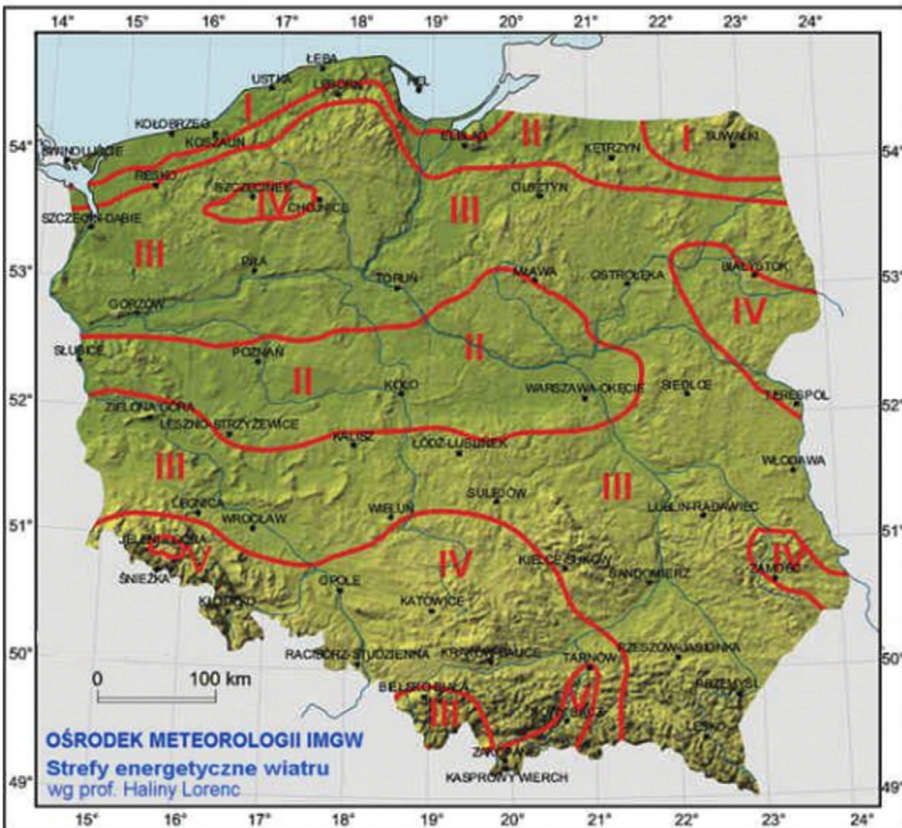
- peletyzacji,
- zgazowania,
- kompostowania.

Pelet z trawy wykazuje wartość opałową na poziomie 16,3 MJ/kg (K. Witaszek, *The possibilities of green wastes from urban areas management for energetic and fertilizer purposes*). Dla porównania wartość opałowa węgla kamiennego wynosi około 23 MJ/kg. Mimo dość niskiej wartości energetycznej, względy ekonomiczne w pełni przemawiają za takim sposobem zagospodarowania bioodpadów. Wśród możliwych sposobów wykorzystania trawy badania wskazują peletyzację jako metodę generującą największe przychody.

Trawa zbierana z terenów zielonych może być także stosowana na bieżąco jako wsad do biogazowni lub być zakiszana i podawana sukcesywnie w ciągu roku.

Energia wiatru

Miasto Bełchatów posiada odpowiednie warunki wietrzne do rozwijania energetyki wiatrowej gdyż leży w strefie III (korzystnej) pod względem warunków wiatrowych (rys. 2.13).



Strefy: I – wybitnie korzystna, II – bardzo korzystna, III – korzystna, IV – mało korzystna, V – niekorzystna

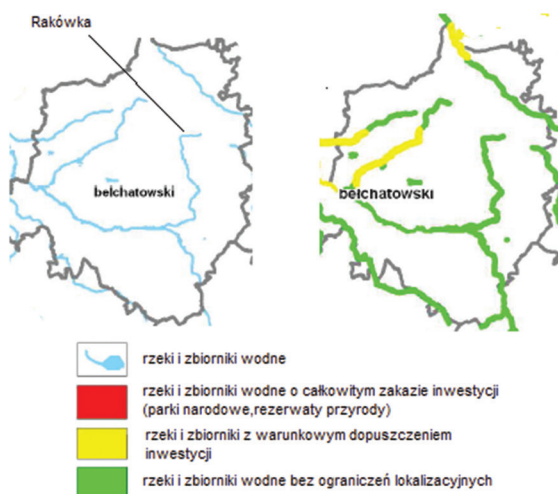
Rys. 2.13. Strefy energetyczne wiatru w Polsce wg H.Lorenc

Źródło: <http://www.wbu.wroc.pl/>.

Przy lokalizacji siłowni wiatrowych należy uwzględnić odległość od siedzib ludzkich, która powinna wynosić co najmniej 500 m. Dodatkowo występują ograniczenia lokalizacyjne krajobrazowe oraz sozologiczne (hałas). Poniżej przedstawiono mapę na której wyszczególniono tereny wokół miasta Bełchatowa gdzie możliwa jest lokalizacja tego typu instalacji OZE.

Energia wód powierzchniowych

Przez Miasto Bełchatów przepływa rzeka Rakówka, będąca prawym dopływem rzeki Widawki. Ten ciek wodny został sklasyfikowany w kategorii 3 pod względem czystości wód. Na rysunku 2.14 przedstawiono możliwości wykorzystania rzek przepływających przez powiat bełchatowski:



Rys. 2.14. Możliwości lokalizacyjne elektrowni wodnych na terenie powiatu bełchatowskiego

Źródło: Analiza możliwości wykorzystania energii alternatywnej w gospodarce energetycznej województwa łódzkiego.

Jak wynika z rys. 2.14 na całej długości rzeki Rakówki możliwa jest lokalizacja elektrowni wodnych. Opłacalność inwestycji OZE na tej rzece w obrębie Miasta Bełchatowa powinna wykazać szczegółowa analiza potencjału wód.

2.6. Gospodarka odpadami

Na terenie Miasta Bełchatowa usługi odbioru i zagospodarowania odpadów komunalnych od właścicieli nieruchomości świadczy Spółka Eko-Region zgodnie z umową podpisaną z Miastem.

Przedmiotowa umowa obejmuje m.in.:

- świadczenie usług odbioru i zagospodarowania odpadów komunalnych powstających na nieruchomościach zamieszkałych i niezamieszkałych na terenie Miasta Bełchatowa, w sposób zapewniający osiągnięcie odpowiednich poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami oraz ograniczenie masy odpadów ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania,
- organizowanie akcji selektywnej zbiórki odpadów komunalnych,

- zorganizowanie i prowadzenie Punktu Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych (PSZOK),
- wyposażenie wszystkich właścicieli nieruchomości i PSZOK w pojemniki na odpady.
W zabudowie jednorodzinnej odpady komunalne odbierane są z częstotliwością:
 - zmieszane odpady komunalne – raz na dwa tygodnie;
 - surowce suche – raz w miesiącu;
 - opakowania szklane – raz na kwartał;
 - bioodpady – raz na dwa tygodnie, z tym, że w okresie od 1 grudnia do 31 marca – raz w miesiącu.

Odbiór odpadów komunalnych w zabudowie wielorodzinnej odbywa się z częstotliwością:

- zmieszane odpady komunalne – dwa razy w tygodniu;
- opakowania z tworzyw sztucznych, w tym opakowania typu PET, opakowania wielomateriałowe, metal – raz w tygodniu;
- opakowania szklane w gniazdach – raz w tygodniu;
- opakowania z papieru i tektury z pojemników o pojemności 1,1 m³ – 2 razy w tygodniu;
- opakowania z papieru i tektury z pojemników o pojemności 1,5 m³ (typu igloo) – raz w miesiącu.

Średnia częstotliwość odbierania odpadów komunalnych z terenów niezamieszkałych to:

- nie rzadziej niż raz w miesiącu w przypadku odpadów zmieszanych;
- raz w miesiącu dla odpadów suchych;
- raz na kwartał w przypadku szkła;
- bioodpady w obiektach użyteczności publicznej – raz na dwa tygodnie, z tym, że w okresie od 1 grudnia do 31 marca – raz na miesiąc.

Odpady komunalne na terenie Miasta Bełchatowa odbierane są głównie w systemie pojemnikowym bezpośrednio od właścicieli nieruchomości. W tabeli 2.10. zestawiono ilości odpadów odebranych od mieszkańców w systemie pojemnikowym.

Tab. 2.10. Ilość poszczególnych odpadów komunalnych odebranych w systemie pojemnikowym

Rodzaj odpadów	Masa odpadów [Mg]	
	2014 r.	2015 r.
Zmieszane odpady opakowaniowe	682,8	931,2
Opakowania z tworzyw sztucznych	398,8	59,7
Opakowania ze szkła	847,9	854,0
Opakowania z papieru i tektury	359,0	557,8
Odpady ulegające biodegradacji	2 220,9	1 998,7
Łącznie odpady segregowane	4 509,4	4 401,4
Odpady niesegregowane (zmieszane) o kodzie 20 03 01	11 281,4	11 321,8
Łącznie odpady komunalne	18 356,9	17 627,6

Źródło: Roczna analiza gospodarki odpadami komunalnymi na terenie Miasta Bełchatowa za rok 2014 i 2015.

Na terenie miasta działa Punkt Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych (PSZOK) zlokalizowany przy ul. Przemysłowej 14, który prowadzi Spółka Eko-Region. Punkt funkcjonuje od poniedziałku do piątku w godzinach od 9:00 do 18:00 oraz w każdą pierwszą i trzecią sobotę miesiąca w godzinach 9:00 do 13:00.

Właściciele nieruchomości mogą w ramach ponoszonej opłaty za gospodarowanie odpadami komunalnymi przekazywać do PSZOK:

- odpady wielkogabarytowe (w tym meble),
- odpady przeterminowanych leków,
- odpady w postaci zużytych baterii i akumulatorów,
- zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny,
- chemikalia (farby, rozpuszczalniki, oleje odpadowe),
- zużyte opony,
- odzież, tekstylia,
- popiół,
- odpady budowlane i rozbiórkowe,
- odpady zielone,
- odpady opakowaniowe (ze szkła, tworzyw sztucznych, papieru i tektury).

Mieszkańcy Miasta Bełchatowa w okresie 01.01.2015 do 31.12.2015 r. przekazali do PSZOK łącznie 947,7 Mg odpadów komunalnych.

Największą grupę odpadów przekazywanych do PSZOK stanowią:

- odpady budowlane i rozbiórkowe (17 09 04)
- odpady wielkogabarytowe (20 03 07)
- odpady ulegające biodegradacji (20 02 01).

W tabeli 2.11 zestawiono ilości poszczególnych odpadów komunalnych zebranych w PSZOK w 2014 i 2015 r.

Przyjmuje się, że w ramach systemu gospodarowania odpadami komunalnymi na terenie Miasta Bełchatowa ilość wytworzonych odpadów komunalnych jest równa ilości odebranych odpadów komunalnych. W tabeli 2.12. zestawiono ilość odpadów komunalnych odebranych w 2014 i 2015 r.

Zapisy art. 3 ust. 2 pkt. 7 Ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach nakładają na gminy obowiązek osiągnięcia odpowiednich poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych oraz ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania.

Tab. 2.11. Ilość poszczególnych odpadów komunalnych zebranych w PSZOK w 2014 i 2015 r.

Kod odpadów	Rodzaj odpadów	Masa odpadów [Mg]	
		2014 r.	2015 r.
15 01 01	Opakowania z papieru i tektury	4,3	24,2
15 01 02	Opakowania z tworzyw sztucznych	33,5	59,7
15 01 04	Opakowania z metali	0,1	0,2
15 01 07	Opakowania ze szkła	6,0	4,5
16 01 03	Zużyte opony	7,1	7,5
17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	64,5	53,6
17 02 02	Szkło		0,3
17 03 80	Odpadowa papa		3,4
17 09 04	Zmieszane odpady z budowy, remontów i demontażu inne niż wymienione w 17 09 01 i 17 09 03	779,0	537,3
20 01 01	Papier i tektura	0,6	
20 01 10	Odzież	6,0	3,6
20 01 11	Tekstyliia	0,2	
20 01 23	Urządzenia zawierające freony	1,6	0,7
20 01 32	Leki inne niż wymienione w 20 01 31	0,4	0,4
20 01 34	Baterie i akumulatory inne niż wymienione w 20 01 33	0,1	0,1
20 01 35*	Zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne inne niż wymienione w 20 01 21 i 20 01 23 zawierające niebezpieczne składniki	3,3	2,0
20 01 36	Zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne inne niż wymienione w 20 01 21, 20 01 23 i 20 01 35	1,9	1,4
20 01 38	Drewno inne niż wymienione w 20 01 37	1,0	
20 01 39	Tworzywa sztuczne	16,6	
20 01 40	Metale		0,1
20 02 01	Odpady ulegające biodegradacji	237,2	109,8
20 03 07	Odpady wielkogabarytowe	114,7	138,2
20 03 99	Odpady komunalne niewymienione w innych podgrupach	0,2	0,7
	Razem:	1 278,3	974,7

Źródło: Roczna analiza gospodarki odpadami komunalnymi na terenie Miasta Bełchatowa za rok 2014 i 2015.

Tab. 2.12. Zestawienie ilości odpadów komunalnych odebranych w latach 2014–2015

Kod odpadów	Rodzaj odpadów	Masa odebranych odpadów [Mg]	
		2014 r.	2015 r.
20 03 01	Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne	11 281,4	11 321,8
15 01 01	Odpady z papieru i tektury	359,0	557,8
15 01 02	Opakowania z tworzyw sztucznych	398,8	59,7
15 01 06	Zmieszane odpady opakowaniowe	682,8	931,2
15 01 07	Opakowania ze szkła	847,9	854,0
15 01 05	Opakowania wielomateriałowe	1,7	
15 01 04	Opakowania z metali	1,1	0,2
16 01 03	Zużyte opony	46,7	0,2
grupa 17	Odpady budowlano-rozbiórkowe o kodach z grupy 17	1 115	1 006,4
20 01 23*	Urządzenia zawierające freony	1,9	1,7
20 01 32	Leki inne niż wymienione w 20 01 33	2,0	0,3
20 01 34	Baterie i akumulatory inne niż wymienione w 20 01 33	0,4	
20 01 36	Zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne inne niż wymienione w 20 01 21, 20 01 23 i 20 01 35	2,1	2,6
20 01 38	Drewno inne niż wymienione w 20 01 37	1,3	
20 01 39	Tworzywa sztuczne	16,6	
20 01 01	Papier i tektura	0,6	
20 01 40	Metale		0,1
20 01 10	Odzież	6,0	3,6
20 01 11	Tekstylia	0,2	
20 01 35*	Zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne inne niż wymienione w 20 01 21, 20 01 23 i 20 01 35	3,5	2,7
20 02 01	Odpady ulegające biodegradacji	116,7	89,9
20 03 07	Odpady wielkogabarytowe	498,9	654,9
20 03 99	Odpady komunalne niewymienione w innych podgrupach	0,9	0,7
20 03 03	Odpady z czyszczenia ulic i placów	513,3	
RAZEM:		18 356,9	17 627,6

Źródło: Roczna analiza gospodarki odpadami komunalnymi na terenie Miasta Bełchatowa za rok 2014 i 2015.

2.7. Zanieczyszczenia powietrza

Powietrze atmosferyczne jest jednym z elementów środowiska, w którym przebiegają najważniejsze procesy życiowe organizmów żywych, między innymi procesy asymilacji i oddychania, a także procesy utleniania (spalania). Zawarte w powietrzu substancje oraz związki w ilościach ponadnormatywnych mają szkodliwy wpływ na pozostałe elementy środowiska: glebę, wodę, szatę roślinną, zwierzęta, a także na zdrowie i życie ludzkie. Zanieczyszczenie powietrza jest jednym z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń środowiska.

Źródła emisji zanieczyszczeń do powietrza

Powietrze jest rodzajem kapitału przyrodniczego, stanowi zasób odnawialny, ale możliwy do wyczerpania. Należy więc je chronić ograniczając emisję zanieczyszczeń z następujących źródeł:

- punktowych - zorganizowana emisja powstająca podczas wytwarzania energii i w procesach technologicznych, posiadająca emitery o wysokości od kilku do kilkuset metrów,
- liniowych - emisja z ciągów komunikacji samochodowej, kolejowej czy rzecznej, w której źródło emisji znajduje się blisko powierzchni ziemi,
- powierzchniowych (emisja rozproszona, niska) - z indywidualnych systemów grzewczych, pożarów wielkoobszarowych,
- rolniczych – z upraw i hodowli zwierząt,
- niezorganizowanych - powstałych wskutek pojedynczych pożarów, prac budowlanych i remontowych, przypadkowych wycieków itp.

Najpoważniejszym źródłem emisji punktowej na terenie powiatu bełchatowskiego jest Elektrownia „Bełchatów”. Wielkość emisji z elektrowni w decydujący sposób wpływa również na wartość emisji w całym województwie łódzkim. W skali całego województwa emisja z Elektrowni stanowi 40% emisji zanieczyszczeń pyłowych i około 83% wszystkich zanieczyszczeń gazowych wprowadzonych do powietrza. Mimo to, emisja z Elektrowni „Bełchatów” nie wpływa bezpośrednio na stan jakości powietrza w miastach województwa łódzkiego. Jest to związane z dużą wysokością kominów (300 m), co wpływa na lepsze rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Największymi źródłami emisji komunikacyjnych są główne arterie o dużym natężeniu ruchu, a zwłaszcza trasy tranzytowe oraz ulice śródmiejskich części Miasta. Źródło emisji komunikacyjnej znajduje się nisko nad ziemią, co sprawia, że zanieczyszczenia emitowane z silników pojazdów kumulują się w najbliższym otoczeniu dróg, a ich wpływ na jakość powietrza maleje wraz z odległością.

Poza emisją punktową i komunikacyjną na stan powietrza znaczny wpływ wywiera również emisja powierzchniowa (niska) pochodząca z lokalnych kotłowni węglowych i palenisk domowych.

Jakość powietrza

Miasto Bełchatów znajduje się w strefie łódzkiej (PL1002). Ocena jakości powietrza dla tej strefy jest jednocześnie oceną dla Miasta Bełchatowa. Uwzględnia ona dwie grupy kryteriów, ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ze względu na ochronę roślin. Wynikiem oceny, zarówno pod kątem kryteriów dla ochrony zdrowia, jak i kryteriów dla ochrony roślin, dla wszystkich substancji podlegających ocenie, jest zaliczenie strefy do jednej z klas jakości powietrza.

Na terenie miasta znajdują się liczne stanowiska pomiarowe, które wykorzystują różne metody pomiarowe zanieczyszczeń powietrza takich jak SO_2 , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$. Pierwsza z nich znajduje się przy ul. Okrzei 49 i jest obsługiwana przez WSSE Łódź. W stacji możliwe są pomiary stężeń SO_2 , NO_2 oraz pyłu, wykonywane metodą manualną co 24 godziny. Druga stacja znajduje się przy Os. Przytorze i jest obsługiwana

przez Elektrownie „Bełchatów”. Pomiaru wykonywane są automatycznie co godzinę. Monitorowane substancje to SO₂, NO₂ oraz PM10. W mieście znajdują się 3 stacje pomiarów pasywnych. Punkty pomiarowe przy ul. Kościuszki i Czaplinska 77 są tzw. punktami komunikacyjnymi. W tab. 2.13–2.17 przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych w tych punktach pomiarowych w 2013 r.

Tab. 2.13. Wyniki pomiarów SO₂ i NO₂ za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Przemysłowej

Miesiąc	Średnie stężenie SO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie SO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie SO ₂ (roczne)	Średnie stężenie NO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie NO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie NO ₂ (roczne)
Norma $\mu \frac{g^3}{m}$	20			40		
Styczeń	14,2	5,7 / 8,1	6,9	23,9	14,3 / 21,9	18,1
Luty	9,9			20,7		
Marzec	9,3			22,9		
Kwiecień	20,0			13,5		
Maj	4,1			13,5		
Czerwiec	2,6			16,1		
Lipiec	2,6			13,8		
Sierpień	2,9			14,0		
Wrzesień	2,2			14,8		
Październik	4,8			19,2		
Listopad	6,8			21,4		
Grudzień	3,6			23,5		

Źródło: Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Bełchatowa.

Tab. 2.14. Wyniki pomiarów SO i NO za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Kościuszki przy poczcie

Miesiąc	Średnie stężenie SO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie SO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie SO ₂ (roczne)	Średnie stężenie NO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie NO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie NO ₂ (roczne)
Norma	20			40		
	$\mu \frac{g^3}{m}$					
Styczeń	6,5	4,1 / 9,0	6,5	39,2	36,2 / 41,0	38,6
Luty	24,0			47,9		
Marzec	10,0			36,9		
Kwiecień	9,8			33,0		
Maj	2,6			34,8		
Czerwiec	4,4			46,9		
Lipiec	2,2			35,6		
Sierpień	3,4			35,4		
Wrzesień	2,4			31,2		
Październik	4,7			38,6		
Listopad	6,4			36,8		
Grudzień	2,1			46,5		

Źródło: Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Bełchatowa.

Tab. 2.15. Wyniki pomiarów SO i NO za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Czaplinska 77

Miesiąc	Średnie stężenie SO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie SO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie SO ₂ (roczne)	Średnie stężenie NO ₂ (miesięczne)	Średnie stężenie NO ₂ (okres letni / okres zimowy)	Średnie stężenie NO ₂ (roczne)
Norma	20			40		
	$\mu \frac{g^3}{m}$					
Styczeń	11,7	4,8 / 6,8	5,8	34,2	26,6 / 34,9	5,8
Luty	11,8			36,2		
Marzec	9,6			31,0		
Kwiecień	15,1			29,9		
Maj	2,4			24,9		
Czerwiec	2,9			27,4		
Lipiec	2,7			23,5		
Sierpień	2,7			26,3		
Wrzesień	2,9			27,5		
Październik	3,2			38,4		
Listopad	2,5			31,1		
Grudzień	2,1			38,6		

Źródło: Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Bełchatowa.

Porównując wyniki otrzymane ze stacji pomiaru tła zanieczyszczeń miasta (ul. Przemysłowa) oraz punktów komunikacyjnych (ul. Czaplinska 77 i ul. Kościuszki przy poczcie) możemy zauważyć, że wartości średniego stężenia NO₂ w punktach komunikacyjnych są wyższe niż w punkcie przy ul. Przemysłowej.

Tab. 2.16. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dla stacji zlokalizowanej przy osiedlu Przytorze w Belchatowie, wartości średniomiesięczne za rok 2002

Miesiąc/Norma	CO [mg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
	10	40	30	20	40
Styczeń	9,6	10,2	19,8	12,1	22,7
Luty	9,9	14,0	23,9	4,8	26,1
Marzec	9,4	14,7	24,1	5,7	55,3
Kwiecień	10,5	14,8	25,3	3,5	52,9
Maj	1,7	10,9	12,6	3,3	17,6
Czerwiec	0,0	8,3	8,3	5,2	12,9
Lipiec	0,0	13,8	13,8	4,9	13,7
Sierpień	awaria	awaria	awaria	5,1	26,0
Wrzesień	0,2	19,5	19,7	7,1	26,5
Październik	0,2	13,3	13,5	6,1	awaria
Listopad	0,3	18,0	18,3	6,8	20,2
Grudzień	0,0	19,3	19,3	10,9	30,2
Średni roczny poziom	3,8	14,2	18,1	6,3	27,7

Źródło: Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Belchatowa.

Tab. 2.17. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dla stacji zlokalizowanej przy osiedlu Przytorze w Belchatowie, wartości średniomiesięczne za rok 2013

Miesiąc/Norma	CO [mg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
	10	40	30	20	40
Styczeń	5,0	19,4	24,4	13,8	25,9
Luty	6,0	18,7	24,8	10,0	30,7
Marzec	5,8	19,9	25,7	12,2	36,1
Kwiecień	5,2	19,6	24,8	8,7	33,5
Maj	3,2	12,5	15,7	3,8	21,9
Czerwiec	8,1	16,4	24,5	3,4	15,8
Lipiec	9,0	16,4	25,4	3,4	19,1
Sierpień	11,0	20,4	31,5	4,0	19,5
Wrzesień	2,8	3,4	6,3	4,2	13,8
Październik	19,2	20,9	40,1	4,7	17,8
Listopad	11,2	21,0	32,2	4,4	22,4
Grudzień	17,1	22,2	39,3	11,7	24,2
Średni roczny poziom	8,6	17,6	26,2	7,0	23,4

Źródło: PGE dane za rok 2013.

Analizując dane udostępnione przez PGE za rok 2002 oraz 2013 w obu rocznikach nie odnotowano przekroczeń norm stężeń średniorocznych. Jednak zauważalny jest wzrost wartości stężeń NO, NO₂, NO_x oraz SO₂ znajdujących się w powietrzu. Jedynie stężenie pyłu zawieszonego PM10 zmalało z poziomu 27,7 [µg/m³] do poziomu 23,4 [µg/m³].

W 2009 r. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi przeprowadził pomiary pasywne SO₂ i NO₂ z 5 stacji pomiarowych (innych niż w 2011 r.). Wyniki przedstawione zostały w tabeli 2.18.

Tab. 2.18. Wyniki pomiarów pasywnych SO₂ i NO₂ wykonanych w 2009 r.

Punkt pomiarowy	SO ₂	NO ₂
Bełchatów os. Dolnośląskie bl.329/330	8,2	16,3
Bełchatów ul. Wojska Polskiego (przy kwaciarni Irys)	7,8	30,3
Bełchatów os. Budowlanych bl. 4	8,4	18,7
Bełchatów ul. Wschodnia 16	7,6	18,4

Źródło: WIOŚ, dane za 2009 r.

Na podstawie danych WIOŚ z 2007 r. Bełchatów należał do piotrkowsko-radomszczańskie strefy i uzyskała ona klasę C ze względu na ponadnormatywne stężenie pyłu zawieszonego. Obecnie (od 2014 r.), na skutek wykonanych analiz i ocen jakości powietrza strefa łódzka, do której należy miasto Bełchatów objęta jest programem ochrony powietrza:

- w celu osiągnięcia poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10,
- w celu osiągnięcia poziomu dopuszczalnego benzo(a)pirenu zawartego w pyłe zawieszonym PM10,

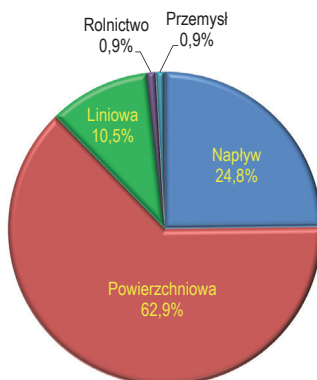
Na terenie miasta zlokalizowano obszar przekroczeń Ld12SldPM10d18. Obszar zajmuje powierzchnię 1,9 km², zamieszkiwany jest przez 15,1 tys. osób. Jest to obszar o charakterze miejskim. Emitowany ładunek pyłu zawieszonego PM10 ze wszystkich typów źródeł wynosi 55,5 Mg; maksymalne stężenia średnie dobowe z modelowania osiągają 58,2 µg/m³; liczba przekroczeń poziomu dopuszczalnego wynosi 50. W stężeniach przeważa emisja powierzchniowa i napływowa.

Zgodnie z Uchwałą Nr LIII/945/14 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 28 października 2014 r., zmieniającą Uchwałę nr XXXV/690/13 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 26 kwietnia 2013 r. obszar przekroczeń Ld12SldPM10d18 zlokalizowany jest w gminie miejskiej Bełchatów. Obszar zajmuje powierzchnię 1,9 km², zamieszkiwany jest przez 15,1 tys. osób. Jest to obszar o charakterze miejskim. Emitowany ładunek pyłu zawieszonego PM10 ze wszystkich typów źródeł wynosi 55,5 Mg; maksymalne stężenia średnie dobowe z modelowania osiągają 58,2 µg/m³; liczba przekroczeń poziomu dopuszczalnego wynosi 50. W stężeniach przeważa emisja powierzchniowa i napływowa. W tabeli 2.19 został przedstawiony procentowy udział rodzajów/typów emisji w stężeniach całkowitych pyłu zawieszonego PM10 natomiast rysunek 2.15 zawiera graficzną prezentację.

Tab. 2.19. Procentowy udział rodzajów/typów emisji w stężeniach całkowitych pyłu zawieszonego PM10 24h w obszarze przekroczeń Ld12SldPM10d18

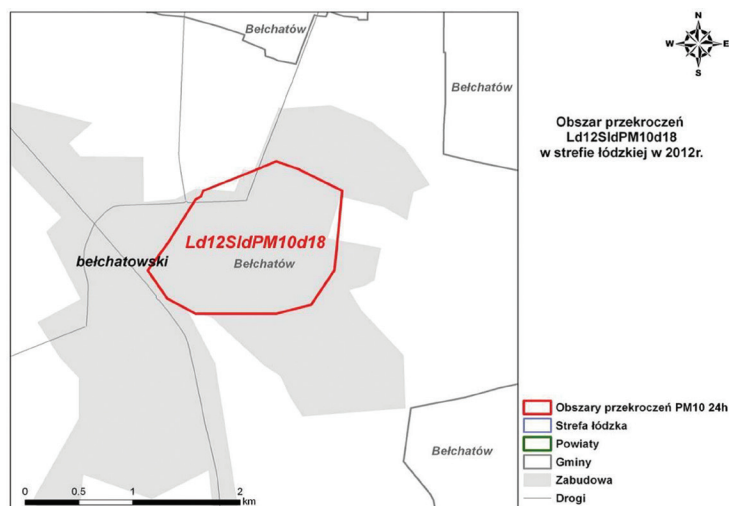
Typ emisji	% udział
Napływ	24,8
Powierzchniowa	62,9
Liniowa	10,5
Rolnictwo	0,9
Przemysłowa	0,9

Źródło: Uchwała Nr LIII/945/14 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 28 października 2014 r.



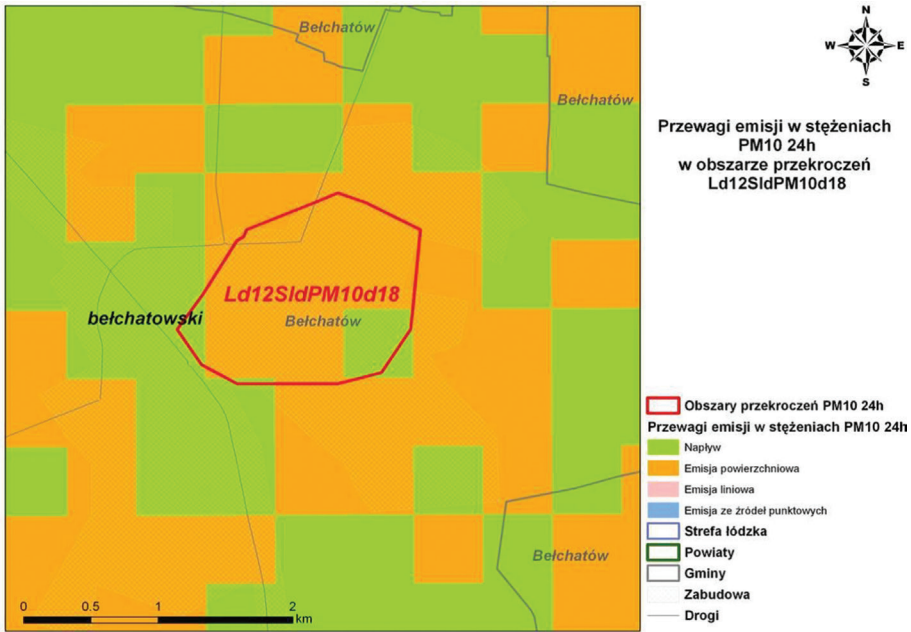
Rys. 2.15. Udział rodzajów/typów emisji w stężeniach całkowitych pyłu zawieszonego PM10 24h w obszarze przekroczeń Ld12SldPM10d18

Źródło: oprac. własne na podst. tabeli 2.19



Rys. 2.16. Obszar przekroczeń Ld12SldPM10d18 w strefie łódzkiej w 2012 r.

Źródło: Uchwała Nr LIII/945/14 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 28 października 2014 r.



Rys. 2.17. Przewagi emisji w stężeniach pyłu zawieszonego PM10 24h w obszarze przekroczeń Ld12SIdPM10d18 w strefie łódzkiej w 2012 r.

Źródło: Uchwała Nr LIII/945/14 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 28 października 2014 r.)

Na terenie Bełchatowa w latach 2012-2015 prowadzono pomiary pasywne zanieczyszczenia powietrza. Na mapie (rys. 2.18) oznaczono punkty pomiarów pasywnych. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 2.20.



Rys. 2.18. Lokalizacja punktów pomiarów pasywnych SO₂ i NO₂ w Bełchatowie

Źródło: WIOŚ Łódź.

Tab. 2.20. Wyniki pomiarów pasywnych zanieczyszczeń powietrza w latach 2012-2015

Punkt pomiarowy	2012		2013		2014		2015	
	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
Przemysłowa	6,6	17,1	6,9	18,1	5,7	13,8	8,0	15,8
Kościuszki p. poczcie	7,8	39,9	6,5	38,6	5,1	32,9	7,1	34,3
Czapliniecka 77	6,8	28,8	5,8	30,8	4,5	25,1	4,5	25,9

Źródło: WIOŚ Łódź.

Najwięcej zanieczyszczeń pochodzi z emisji komunikacyjnej. Zanieczyszczenia kumulują się w centrum miasta, a dominują tlenki azotu. Mając na uwadze fakt, że ruch drogowy ma istotny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego w Bełchatowie, działania miasta koncentrują się na działaniach zmierzających do budowy obwodnic wyprowadzających ruch tranzytowy poza tereny zabudowane oraz usprawnianiu układu komunikacyjnego w mieście. Bardzo duże znaczenie ma podnoszenie standardu dróg i poprawa ich stanu technicznego. W obliczu bardzo szybkiego rozwoju motoryzacji konieczne jest rozbudowywanie i modernizacja infrastruktury drogowej.

Korzystne z punktu widzenia jakości powietrza w mieście ma też podłączanie kolejnych odbiorców do miejskiej sieci ciepłowniczej, zwłaszcza w centrum miasta i w miejscach gęstej zabudowy.

3. IDENTYFIKACJA OBSZARÓW PROBLEMOWYCH

Obszary problemowe definiują pola działań na terenie Bełchatowa, w ramach których dla poprawy stanu obecnego, konieczna jest realizacja działań mających na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń, ograniczenie zużycia energii (poprawę efektywności energetycznej) oraz zwiększenie wykorzystania OZE.

Najpoważniejszym źródłem emisji punktowej na terenie powiatu bełchatowskiego jest Elektrownia „Bełchatów”. Wielkość emisji z elektrowni w decydujący sposób wpływa również na wartość emisji w całym województwie łódzkim. W skali całego województwa emisja z Elektrowni stanowi 40% emisji zanieczyszczeń pyłowych i około 83% wszystkich zanieczyszczeń gazowych wprowadzonych do powietrza. Mimo to, emisja z Elektrowni „Bełchatów” nie wpływa bezpośrednio na stan jakości powietrza w miastach województwa łódzkiego. Jest to związane z dużą wysokością kominów (300 m), co wpływa na lepsze rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Największymi źródłami emisji komunikacyjnych są główne arterie o dużym natężeniu ruchu, a zwłaszcza trasy tranzytowe oraz ulice śródmiejskiej części Miasta. Źródło emisji komunikacyjnej znajduje się nisko nad ziemią, co sprawia, że zanieczyszczenia emitowane z silników pojazdów kumulują się w najbliższym otoczeniu dróg, a ich wpływ na jakość powietrza maleje wraz z odległością.

Poza emisją punktową i komunikacyjną na stan powietrza znaczny wpływ wywiera również emisja powierzchniowa (niska) pochodząca z lokalnych kotłowni węglowych i palenisk domowych.

Problem tzw. „niskiej emisji” w mieście Bełchatów wynika z istnienia niskoefektywnych źródeł ciepła, takich jak kotły i piece w jedno- i wielorodzinnych budynkach mieszkalnych, zwartej zabudowy, uciążliwego i nieorganizowanego transportu samochodowego (wzmógłony ruch samochodowy, tworzenie się korków w godzinach szczytu).

Jako przyczyny występowania zjawiska niskiej emisji uznaje się:

- emisję ze źródeł indywidualnych związanych ze zużyciem paliw stałych (węgiel, miąż, drewno) na cele komunalne i bytowe;
- emisję liniową związaną z ruchem samochodowym;
- emisja wtórna zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników i boisk.

Na terenie Gminy zidentyfikowano obszary problemowe w następujących sektorach:
Sektor budownictwa ma główny udział w emisji CO₂ na terenie miasta, za sprawą zużycia ciepła na cele ogrzewania oraz energii elektrycznej na potrzeby zasilania urządzeń, czy oświetlenia.

Działania ograniczające zapotrzebowanie energetyczne użytkowe w budownictwie:

- termomodernizacja gminnych obiektów użyteczności publicznej,
- termomodernizacja obiektów usługowych,
- termomodernizacja budynków mieszkalnych,
- dostosowanie wydajności i czasu pracy urządzeń i instalacji (ogrzewanie, wentylacja, chłodzenie, oświetlenie) do potrzeb użytkowych,
- budowa nowych obiektów w wysokim standardzie energetycznym,
- promocja oszczędzania energii i racjonalnego wykorzystania zasobów.

Termomodernizacja powinna obejmować ocieplenie przegród zewnętrznych (ścian, stropów, fundamentów, stropodachów lub dachów), wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, montażu urządzeń zaciemniających okna (rolety, żaluzje). Termomodernizacja budynku każdorazowo powinna być połączona z regulacją lub modernizacją instalacji ogrzewania i przygotowania ciepłej wody.

W sektorze budownictwa należy zwrócić uwagę na wyposażenie i urządzenia, to jest instalacje grzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjna, przygotowania ciepłej wody, oświetlenie, urządzenia AGD, RTV i komputerowe, cechujące się niską sprawnością i nadmiernym zapotrzebowaniem energetycznym.

Działania zwiększające efektywność energetyczną instalacji i urządzeń:

- modernizacja lokalnych źródeł ciepła z zastosowaniem urządzeń i technologii o wyższej efektywności energetycznej (izolacje, napędy, wymienniki, kotły),
- modernizacja instalacji ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody,
- wdrażanie systemów regulacji ogrzewania, wentylacji i chłodzenia w dostosowaniu do potrzeb użytkowych,
- modernizacja oświetlenia polegająca na wymianie opraw oświetleniowych i/lub źródeł światła na energooszczędne,
- wdrażanie systemów oświetlenia o regulowanych parametrach (natężenie, wydajność, sterowanie) w dostosowaniu do potrzeb użytkowych,
- wymiana wyposażenia przeznaczonego do użytku domowego lub biurowego (urządzenia AGD, RTV i komputerowe) na energooszczędne,
- monitorowanie i zarządzanie zapotrzebowaniem energetycznym.

Działania eliminujące paleniska węglowe:

- zastąpienie palenisk węglowych poprzez przyłączenie do sieci ciepłowniczej, wsparcie w realizację planów inwestycyjnych związanych z budową obejmuje budowę sieci ciepłowniczej z rur preizolowanych wysokich parametrów 130/75°C wraz z przyłączami do nowych odbiorców bądź przebudowę starych instalacji na nowe charakteryzujące się mniejszymi stratami ciepła i mniejszą awaryjnością.
- Jako potencjalne obszary inwestycyjne wskazuje się:
 - rejon Ludwików (os. Ludwików) - budowa nowej sieci,
 - obszar ul. Mielczarskiego i os. Budowlanych - modernizacja sieci,

- obszar ul. Krętej i Kaczkowskiego - modernizacja sieci oraz układu węzła grupowego;
- rejon ul. Podmiejskiej - budowa nowej sieci;
- rejon ul. Kolejowej - budowa nowej sieci;
- rejon dzielnicy Grocholice - budowa nowej sieci;
- rejon ul. Dębowej - budowa nowej sieci;
- rejon ul. Czaplinieckiej - budowa nowej sieci;
- strefę przemysłową Czapliniecka B1 i B2 - budowa nowej sieci;
- obszar ul. Jagiełły-Chrobrego - modernizacja układu węzła grupowego;
- obszar ul. Wschodniej, Zielonej, Północnej - modernizacja sieci;
- modernizacja innych wytypowanych układów węzłów grupowych, sieci ciepłowniczych wysokich i niskich parametrów.

Plany te obejmują realizację inwestycji do 2025 r. i ilości przedstawiają się następująco:

- 2018 – 2 230 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,78 MW,
- 2019 – 1 650 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,97 MW,
- 2020 – 1 475 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,54 MW,
- 2021 – 1 350 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,52 MW,
- 2022 – 1 250 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,50 MW,
- 2023 – 1 300 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,52 MW,
- 2024 – 1 230 mb sieci z przyłączami – moc dodatkowa – 0,50 MW,
- 2025 – 1 530 mb sieci z przyłączami - moc dodatkowa - 0,58 MW.
- potrzebę rozbudowy poza systemami sieci ciepłowniczych systemów opartych o ciepłownictwo indukcyjne (wykorzystanie energii elektrycznej).

Kolejnym obszarem jest pozyskanie finansowania dla potrzeb realizacji planów:

Plan ograniczenia niskiej emisji

Obejmuje on działania inwestycyjne i nieinwestycyjne w sektorach: transportu publicznego i prywatnego, budownictwa, mieszkalnictwa, gospodarki przestrzennej, energetyki, oświetlenia, gospodarki odpadami, gospodarki wodno-ściekowej, informacji oraz edukacji.

Dla określenia celu wielkości redukcji emisji o zużycia energii opracowana bazowa inwentaryzacja emisji dla 2013 r. (poziom emisji dwutlenku węgla 78 035 Mg CO₂). Na jej podstawie dokonano oszacowania możliwości realizacji działań i podjęto następujące cele:

- Cel strategiczny: transformacja Miasta Bełchatowa w kierunku gospodarki nisko-emisyjnej, poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, poprawę efektywności energetycznej, wzrost wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych i poprawę jakości powietrza.
- Cel szczegółowy 1: ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do 2020 r. o co najmniej 10% w stosunku do roku bazowego.
- Cel szczegółowy 2: zmniejszenie zużycia energii do 2020 r. o co najmniej 10% w stosunku do roku bazowego.
- Cel szczegółowy 3: udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii o co najmniej 1% w stosunku do 2020 r.

- Cel szczegółowy 4: osiągnięcie określonych poziomów dopuszczalnych zanieczyszczeń PM10 oraz B(a)P w powietrzu do 2020 r.

Przyjęte w PGN cele są zgodne z krajowymi, wojewódzkimi i innymi gminnymi oraz miejskimi dokumentami strategicznymi. Miasto Bełchatów będzie dążyć do realizacji wyznaczonych celów poprzez realizację działań inwestycyjnych i nie inwestycyjnych zdefiniowanych w PGN.

Możliwości poprawy efektywności energetycznej tkwią w zakresie działań efektywnościowych w budownictwie (termomodernizacje, modernizacja systemów grzewczych, odzysk ciepła, wykorzystanie OZE itp.) – według szacunków jest to 2/3 całkowitego potencjału oszczędności energii. Drugie w kolejności jest wytwarzanie energii elektrycznej, a następnie modernizacja układów napędowych i wymiana sprzętu AGD wraz z oświetleniem.

W zakresie możliwości działań samorządu jest znacząca część całkowitego potencjału efektywności energetycznej, a głównymi działaniami wskazanymi dla Miasta Bełchatowa są:

- Ograniczanie emisji w budynkach:
 - Wsparcie mieszkańców BTBS w zakresie efektywności energetycznej budynków i ograniczania emisji (Termomodernizacja obiektów będących własnością BTBS wraz z wymianą i modernizacją instalacji CO i CWU)
 - Budowa i modernizacja budynków użyteczności publicznej oraz sektora mieszkaniowego z uwzględnieniem wysokich wymogów efektywności energetycznej i zastosowanie OZE
 - Wdrażanie środków poprawy efektywności energetycznej w budynkach użyteczności publicznej
 - Wsparcie wspólnot mieszkaniowych w zakresie efektywności energetycznej budynków i ograniczenia emisji
 - Wsparcie obszaru mieszkalnictwa w zakresie efektywności energetycznej budynków i ograniczania emisji
- Wykorzystywanie energooszczędnych technologii oświetleniowych
 - Modernizacja oświetlenia

Emisje z transportu cechują się stałą tendencją wzrostową. Jest to jednocześnie sektor, w którym trudno jest uzyskać redukcję emisji środkami technicznymi – wiąże się to przede wszystkim ze stopniowym zmniejszaniem zużycia paliwa przez pojazdy, jednak wprowadzanie nowych rozwiązań technologicznych jest kosztowne. Celem realizacji ograniczenia emisji konieczne jest podjęcie działań w obszarze:

- Wymiany pojazdów komunikacji publicznej i taboru miejskiego na niskoemisyjne;
- Budowy i rozbudowa infrastruktury dla transportu niskoemisyjnego;
- Zrównoważona mobilność mieszkańców;
- Budowy i modernizacja infrastruktury drogowej w celu upłynnienia ruchu i ograniczenia emisji;
- Działań organizacyjnych w zakresie ograniczenia ruchu pojazdów i emisji.

W ramach tego obszaru ujęte są działania w zakresie wykorzystania energii odnawialnej oraz innych alternatywnych źródeł energii, służące ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych i innych szkodliwych zanieczyszczeń. W planach zarówno Miasta Bełchatowa jak

i spółek miejskich dotyczących realizacji inwestycji związanych z odnawialnymi źródłami energii celem jest zawarcie inwestycji związanych z budową:

- Instalacja paneli fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych na dachach budynków lub na terenach posesji na terenie miasta: szacunkowa produkcja energii elektrycznej jest na poziomie 709,8 MWh/rok;
- Budowa farmy fotowoltaicznej na terenie Ujęcia Wody Myszaki o mocy 0,4 MW;
- Budowa farmy fotowoltaicznej na terenie Oczyszczalni Ścieków o mocy 0,8 MW;
- Budowa instalacji stabilizacji osadów ściekowych w Zamkniętych komorach Fermentacyjnych na Oczyszczalni Ścieków – biogazownia
- Planowana geotermia.

4. ANALIZA SWOT

Podsumowaniem analizy uwarunkowań oraz dokumentów strategicznych i planistycznych jest analiza SWOT. Prezentuje ona zidentyfikowane czynniki wewnętrzne: silne strony (S – *strenghts*), słabe strony (W – *weaknesses*) oraz czynniki zewnętrzne: szanse (O – *opportunities*) i zagrożenia (T – *threats*), które mają, albo mogą mieć wpływ na realizację w mieście działań w zakresie ograniczania emisji. Wyniki analizy SWOT (tabela 4.1) są podstawą do planowania działań w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych w mieście. Silne strony i szanse są czynnikami sprzyjającymi realizacji planu, natomiast słabe strony oraz zagrożenia wpływają na ryzyko niepowodzenia konkretnych działań, bądź całego planu. W związku z tym, zaplanowane w PGN działania koncentrują się na wykorzystaniu szans i mocnych stron, przy jednoczesnym nacisku na minimalizację zagrożeń.

Tab. 4.1. Analiza SWOT – uwarunkowania realizacji celu redukcji emisji gazów cieplarnianych w Gminie do 2020 r.

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Rozbudowana sieć ciepłownicza (149 km) docierająca do ok. 90% mieszkańców miasta ❖ Duży stopień gazyfikacji gminy ❖ Doświadczenie gminy w realizacji projektów współfinansowanych ze środków zewnętrznych (projekt „Przebudowa i modernizacja osiedlowych sieci ciepłowniczych w Belchatowie”) ❖ Bezpieczna infrastruktura sieciowa - zaopatrywanie w energię elektryczną za pośrednictwem dwóch stacji elektroenergetycznych 110/15 kV ❖ Oczyszczalnia ścieków posiadająca znaczny potencjał produkcji biogazu (szacowana produkcja energii 5 902 GJ/rok) ❖ Korzystne warunki wiatrowe ❖ Rzeka Rakówka możliwa do wykorzystania energetycznego i zabudowy elektrowni wodnych ❖ Zbiorowa komunikacja miejska ❖ MPZP obejmujący 100% terenu miasta ❖ Potencjał inwestycyjny: dobra komunikacja drogowa, bliskość ważnych szlaków komunikacyjnych, wolne tereny inwestycyjne i wsparcie inwestycyjne miasta (utworzenie m.in. Belchatowsko Kleszczowskiego Parku Przemysłowo Technologicznego), tereny inwestycyjne objęte Łódzką Specjalną Strefą Ekonomiczną ❖ Uchwalone zmienione Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Belchatów - wytwarzanie energii z OZE o mocy przekraczającej 100kW (za wyjątkiem elektrowni wiatrowych i biogazowni), wraz z ich strefami ochronnymi związanymi z ograniczeniami w zabudowie oraz zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu ❖ Przyjęty Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Belchatowa na lata 2014-2020 wskazujący działania w celu redukcji emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza z terenów miejskich, poprawy efektywności energetycznej i zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitej produkcji energii. Określa możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych na terenie powiatu belchatowskiego, możliwości lokalizacyjne elektrowni wodnych, planowane i istniejące instalacje OZE na terenie Gminy. Preferowanym kierunkiem rozwoju energetyki słonecznej jest instalowanie indywidualnych kolektorów na domach mieszkalnych i budynkach użyteczności publicznej. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Na terenie gminy znajduje się największe zagłębienie paliwowo-energetyczne Polski: PGE Kopalnia Węgla Brunatnego „Belchatów” S.A oraz PGE Elektrownia „Belchatów” S.A. ❖ Część sieci ciepłowniczej ma charakter kanalowy i wymaga modernizacji i wymiany na technologię preizolowaną ❖ Niewielkie zasoby biomasy leśnej ❖ Przeciętne wartości nasłonecznienia ❖ Średnie zasoby energii zgromadzonej w postaci wód geotermalnych, bardziej do wykorzystania leczniczego niż do celów ciepłowniczych ❖ Podwyższone wartości substancji zanieczyszczających atmosferę (duże punktowe zanieczyszczenie powietrza wskutek działania Elektrowni Belchatów) ❖ Tylko jedna działająca instalacja fotowoltaiczna o mocy 6 kWp ❖ Długotrwały, kosztowny i skomplikowany (problemy terenowe, własnościowe) proces rozwoju sieci ciepłowniczej czy gazowej, zwłaszcza na obszarach peryferyjnych ❖ Ograniczone środki finansowe na realizację projektów proekologicznych i planów rozwoju w kierunku samowystarczalności energetycznej ❖ Usytuowanie przy ruchliwych, uciążliwych drogach krajowych wzmacnia zanieczyszczenie powietrza gminy poprzez emisję spalin samochodowych

Tab. 4.1. cd.

SZANSE	ZAGROŻENIA
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Rozwój przydomowych, indywidualnych instalacji fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych (panele na dachach budynków lub na terenach posesji) ❖ Rozwój sieci ciepłowniczej i gazowej ❖ Realizacja inwestycji OZE na terenach rekultywacji kopalni węgla brunatnego ❖ Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zużycia energii poprzez termomodernizację budynków ❖ Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zużycia energii poprzez modernizację oświetlenia ulicznego i wymianę lamp na nowoczesne technologie energooszczędne (LED) ❖ Duże zapotrzebowanie energetyczne segmentu przedsiębiorstw i wysokie cen energii taryf B i C rodzą szanse na większe zainteresowanie samowystarczalnością energetyczną lokalnych przedsiębiorstw ❖ Redukcja emisji zanieczyszczeń poprzez unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej (rozwój transportu niskoemisyjnego, elektromobilności) oraz modernizację infrastruktury drogowej celem poprawienia płynności ruchu ❖ Budowa instalacji fotowoltaicznych na terenach Ujęcia Wody Myszaki i Oczyszczalni Ścieków ❖ Budowa biogazowni w Oczyszczalni Ścieków ❖ Budowa źródeł kogeneracyjnych w obiektach użyteczności publicznej i rekreacyjnych np. zasilanie mikrokogeneracyjne miejskiej hali sportowej 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Bliskość obszaru potencjalnie kwalifikującego się do objęcia programem NATURA 2000 ❖ Luki prawne i niedoskonałości przepisów regulujących wykorzystanie w Polsce OZE (np. w zakresie klastrów energii) ❖ Zagrożenia zmian prawnych w zakresie OZE (m.in. na podstawie dynamiki zmian ostatnich lat) lub odrotu trendów politycznych (konsekwentny kierunek antydekarbonizacyjny) i ekonomicznych (powrót kryzysu finansowego) ❖ Skomplikowane procedury inwestycyjne i administracyjne (w tym środowiskowe) utrudniające realizację inwestycji budowlanych i odstrasżające potencjalnych inwestorów ❖ Trudności z pozyskaniem dofinansowania lub mało atrakcyjne warunki udzielenia dotacji/pożyczki dla użytkowników (np. z nowego programu NFOŚiGW pn. REGION) ❖ Konieczność poniesienia dalszych kosztów związanych z oszacowaniem potencjału technicznego konkretnych, rekomendowanych rozwiązań proekologicznych w wybranych warunkach lokalizacyjnych ❖ Wysokie jednostkowe koszty inwestycji w nowoczesne instalacje odnawialnych źródeł energii

5. WYNIKI INWENTARYZACJI ENERGETYCZNEJ GMINY

Rozdział prezentuje podsumowanie wyników inwentaryzacji energetycznej gminy Bełchatów wykonanych dla 2014 r. Oszacowanie zapotrzebowania energetycznego gminy wykonano na podstawie danych pozyskanych od jednostek miejskich, przedsiębiorstw energetycznych.

5.1. Wykorzystanie OZE do produkcji energii w Gminie

W obecnej chwili należy zauważyć bardzo niski poziom wykorzystania technologii OZE do produkcji energii w gminie Bełchatów.

Nie bez znaczenia jest fakt iż w bezpośrednim otoczeniu miasta pracuje największa elektrownia zawodowa opalana węglem brunatnym oraz znajduje się kopalnia węgla brunatnego. Dodatkowo ogromna część mieszkańców pracuje w powyższych przedsiębiorstwach lub posiada rodziny tam pracujące.

Należy w tym aspekcie poszukiwać jednak wyjątkowej szansy w zakresie rozwoju wykorzystania OZE do produkcji energii.

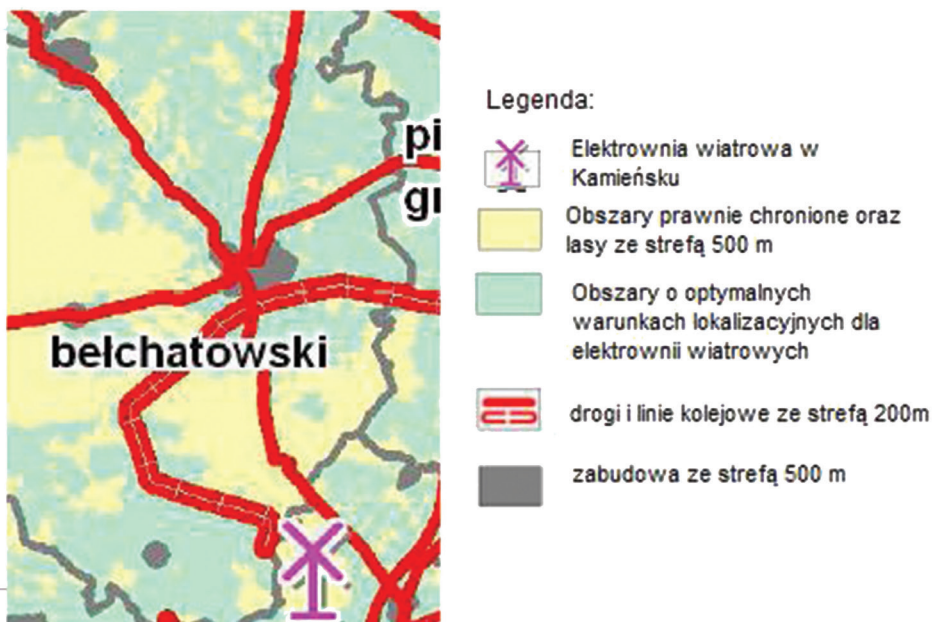
Bierze się to m.in. z bardzo wysokiej świadomości znaczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz wpływu na środowisko.

Bilans energetyczny wskazuje na bardzo wysoki poziom uzależnienia od produkcji energii z elektrowni konwencjonalnej ale jednocześnie stworzona przez koncern PGE farma wiatrowa na zboczach zagospodarowanych hałd poprodukcyjnych wskazuje dalsze kierunki rozwoju dla okolicy.

Bełchatów również jako symbol energetyki w kraju ma ogromny wpływ na środowisko twórców opinii w zakresie dalszego rozwoju energii w Polsce.

Ze względu na stwierdzenie bardzo korzystnych warunków wietrznych w okolicach Bełchatowa zaleca się zdecydowanie dalszy rozwój tej technologii wytwarzania, jednak należy pamiętać iż nowe wytyczne w zakresie budowy elektrowni powietrznych wprowadzają znaczne ograniczenia, o których należy pamiętać (przy lokalizacji siłowni wiatrowych należy uwzględnić odległość od siedzib ludzkich, która powinna wynosić co najmniej 500 m. Dodatkowo występują ograniczenia lokalizacyjne krajobrazowe oraz sozologiczne(hałas).

Na rys. 5.1 przedstawiono mapę, na której wyszczególniono tereny wokół miasta Bełchatowa gdzie możliwa jest lokalizacja tego typu instalacji OZE.



Rys. 5.1. Możliwości lokalizacyjne elektrowni wiatrowych w powiecie bełchatowskim

Źródło: Analiza możliwości wykorzystania energii alternatywnej w gospodarce energetycznej województwa łódzkiego.

Miasto Bełchatów oraz rejony otaczające posiada korzystne warunki do lokowania inwestycji z zakresu energetyki wiatrowej w obszarze nie objętym strefą buforową. Rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) jest w ostatnich latach bardzo popularny zarówno w działaniach przemysłu, jak i społeczności lokalnych. Największe zainteresowanie wzbudzają szczególnie panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne oraz elektrownie wiatrowe, które w Polsce mają dobre warunki do rozwoju. Według danych OSD do systemu elektroenergetycznego była podłączona jedna instalacja fotowoltaiczna, przy ul. Zalesna 29. Jest to instalacja o mocy 6 kWp.

Ocenia się, iż z paneli fotowoltaicznych o mocy 1 kW można rocznie uzyskać 950 kWh energii. Orientacyjny koszt instalacji o takiej mocy wynosi 8 500 zł i zależy od wielu czynników (np. miejsca montażu czy też stopnia automatyzacji).

Jak pokazano Bełchatów leży w umiarkowanym obszarze nasłonecznienia i ma sprzyjające warunki do budowy fotowoltaiki PV. Na podstawie zainteresowania mieszkańców Gminy - Miasto Bełchatów tym źródłem energii (około 30% mieszkańców) oszacowano, iż istnieje potencjał zastąpienia konwencjonalnych nośników energii elektrycznej w ilości około 18,8 tys. MWh rocznie (co jest ekwiwalentem zapotrzebowania na energię elektryczną przez około 600 gospodarstw domowych). Instalacja paneli o łącznej mocy 7,5 MW

kosztowałyby około 150 mln zł. Roczne oszczędności ze stosowania paneli fotowoltaicznych to około 8 mln zł, a zwrot poniesionych nakładów nastąpi po około 15 latach działania (bez skorzystania z różnych form dofinansowania), przy czym żywotność paneli to 25–40 lat.

Istnieją też dobre warunki do budowy farmy fotowoltaicznej. Gmina posiada odpowiednie tereny na których taką farmę można wybudować. System wsparcia tego rodzaju instalacji w postaci aukcji których wygranie gwarantuje stałą cenę za wyprodukowaną energię elektryczną a inwestycja powinna się zwrócić po 8–10 latach.

Natomiast w zakresie elektrowni wiatrowych, szacunkowy koszt instalacji elektrowni wiatrowej o mocy ok. 3 MW każda, może wynieść około 12 mln złotych. Nowoczesne turbiny wiatrowe pozwolą na uzyskanie rocznej produkcji na poziomie 8 000 MWh o wartości 1,6 mln zł na poziomie obecnych cen energii i zielonych certyfikatów. Jednak obecnie uwarunkowania prawne i system aukcyjny nie są korzystne dla takiej inwestycji i dlatego należałoby się ograniczyć do dokładnych pomiarów wietrzności w wybranych lokalizacjach aby można było podjąć decyzje inwestycyjne w przypadku zaistnienia korzystniejszych warunków finansowych.

W gminie Bełchatów bardzo interesujące dla potencjalnej inwestycji, mogą okazać się wyniki próbnego odwiertu dla zbadania potencjału wód geotermalnych. Pozyskanie takiego źródła polepszyło by zdecydowanie bilans energetyczny gminy.

5.2. Podsumowanie wyników inwentaryzacji na tle bilansu zużycia energii i emisji CO₂

W tabelach 5.1–5.4. zostały przedstawione bilanse zapotrzebowania energetycznego oraz emisji CO₂.

Tab. 5.1. Bilans zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy w latach 2013–2016 [MWh]

Kategoria	Kontcowe zapotrzebowanie energetyczne [MWh]																				
	Energia elektryczna	Ciepłota	Paliwa kopalne					Energia odnawialna													
			Gaz ziemny	Gaz ciekły	Oil opałowy	Oil napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Oil roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Śloneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	RAZEM		
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:																					
Budynki, wyposażenie / urządzenia komunalne - 6 miejskich budynków komunalnych	2013 - 123,984 2014 - 120,860 2015 - 132,309 2016 - 123,184	2013 - 5 281,9444 2014 - 4 817,5000 2015 - 4 622,2222 2016 - 4 625,5555-																			
Budynki, wyposażenie / urządzenia usługowe (niekomunalne) - 810	grupa taryfowa B 2013 - 25 566,594 2014 - 26 208,192 2015 - 27 164,303 2016 - 27 784,456	339 budynków zaopatrzeniowych w ciepło miejskie 2013 - 54 590,6666 2014 - 46 413,3694 2015 - 48 801,7833 2016 - 54 103,0305	128 budynków podłączonych do gazu "Handel i usługi" zużycie podane w m ³ /rok 2013 - 541,7 2014 - 465,0 2015 - 493,6 2016 - 487,5																		
Budynki mieszkalne - 4 717	grupa taryfowa G 2013 - 38 416,055 2014 - 38 661,476 2015 - 37 884,012 2016 - 38 433,117	2407 budynków zaopatrzeniowych w ciepło miejskie 2013 - 46 725,9666 2014 - 39 780,7833 2015 - 41 294,6805 2016 - 44 189,0500	2229 budynków podłączonych do gazu w tym ok. 850 budynków ogrzewane gazem - zakończona liczba budynków ogrzewanych gazem																		
Budynki mieszkalne wielorodzinne - 385		352 budynki zaopatrzone w ciepło miejskie 2013 - 172 389,2388 2014 - 153 131,5194 2015 - 149 231,0666 2016 - 154 671,0972	385 budynków podłączonych do gazu "Gospodarstwa domowe" zużycie podane w m ³ /rok 2013 - 2 875,1 2014 - 2 628,0 2015 - 2 825,3 2016 - 2 825,3																		
Komunalne oświetlenie publiczne	2013 - 3 203,455 2014 - 3 149,314 2015 - 2 542,441 2016 - 3 052,372																				
Przemysł																					
Budynki, wyposażenie / urządzenia i przemysł razem																					
			"Przemysł i budownictwo" zużycie w m ³ 2013 - 1 973,5 2014 - 3 692,4 2015 - 2 387,1 2016 - 2 186,4																		

Tab. 5.1. cd.

Kategoria	Końcowe zapotrzebowanie energetyczne [MWh]																			
	Energia elektryczna	Ciepłochłód	Gaz ziemny	Gaz ciekły	Olaj opałowy	Olaj napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Olaj roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Słoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	RAZEM	
TRANSPORT:																				
Transport publiczny						zużycie w litrach rok 2013- 165 339 rok 2014- 164 793 rok 2015- 168 184 rok 2016- 180 712														
Transport prywatny i komercyjny						zarejestrowana ilość aut na ON: 14 079	zarejestrowana ilość aut na benzynie: 25 011													
Transport razem																				
RAZEM																				

dane miasta Bełchatów październik 2017

Źródło: Miasto Bełchatów.

Tab. 5.2. Bilans emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy w latach 2013–2016 [Mg] (dane miasta Bełchatów październik 2017)

Kategoria	Emisje CO ₂ [Mg] / Emisje ekwiwalentu CO ₂ [Mg]														RAZEM		
	Energia elektryczna			Ciepło/chłód			Paliwa kopalne							Energia odnawialna			
	Gaz ziemny	Gaz ciekły	Oil opałowy	Oil napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Oil roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepłota	Śloneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:																	
Budynki, wyposażenie / urządzenia komunalne	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	3 583,373
Budynki, wyposażenie / urządzenia usługowe (niekomunalne)	0	0	bd		-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
Budynki mieszkalne	0	0	12,871		-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	12,871
Budynki wielorodzinne	0	0	bd		-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
Komunalne oświetlenie publiczne	0	0	bd		-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2 632,010
Przemysł	0	0	338,112		-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	56 241,788
Budynki, wyposażenie / urządzenia i przemysł razem			350,984					39,26									62 847,42
TRANSPORT:																	
Transport publiczny	0	0	974,409	1,900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	976,309
Transport prywatny i komercyjny	0	0	1 552,789	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 331,093
Transport razem	0	0	2 527,198	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6307,040
RAZEM																	69 154,47

dane miasta Bełchatów październik 2017

Źródło: Miasto Bełchatów.

Tab. 5.3. Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy na rok 2020 [Mg]

Kategoria	Emisje CO ₂ [Mg] / Emisje ekwiwalentu CO ₂ [Mg]																			
	Paliwa kopalne				Energia odnawialna				RAZEM											
	Energia elektryczna	Ciepło/chłód	Emisja nie związana z użyciem paliw i energii (gospodarka odpadami)	Gaz ziemny	Gaz ciekły	olej opałowy	olej napędowy	Benzyzna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	olej roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Słoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:	71 278,054	234 676,94		4 552,003		1 179,041				613,347						4 505				316 804,385
TRANSPORT:					61,365		12 714,981	13 804,835												26 581,181
Gospodarka odpadami			3 358,10																	3 358,10
RAZEM	71 278,054	234 676,94	3 358,10	4 552,003	61,365	1 179,041	12 714,981	13 804,835	613,347	613,347					4 505					346 743,668

Dane do tabeli 5.4 zostały wyliczone na podst.: Bazy Inwentaryzacji Emisji Dwutlenku Węgla dla bazując na „scenariuszu bazowym.

Źródło: oprac. własne.

Tab. 5.4. Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy na rok 2020 [Mg]

Kategoria	Końcowe zapotrzebowanie energetyczne [MWh]																			
	Paliwa kopalne				Energia odnawialna				RAZEM											
	Energia elektryczna	Ciepło/chłód	Emisja nie związana z użyciem paliw i energii (gospodarka odpadami)	Gaz ziemny	Gaz ciekły	olej opałowy	olej napędowy	Benzyzna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	olej roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Słoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:	53 235,159					304,6535				34,296										53 574,1085
TRANSPORT:					15,617		1 992,6154	2 978,0849												4 986,3173
Gospodarka odpadami			8 591,8926																	8 591,8926
RAZEM	53 235,159		8 591,8926		15,617	304,6535	1 992,6154	2 978,0849	34,296	34,296										67 152,3184

Dane do tabeli 5.4 zostały wyliczone na podst.: Bazy Inwentaryzacji Emisji Dwutlenku Węgla dla bazując na „scenariuszu bazowym.

Źródło: oprac. własne.

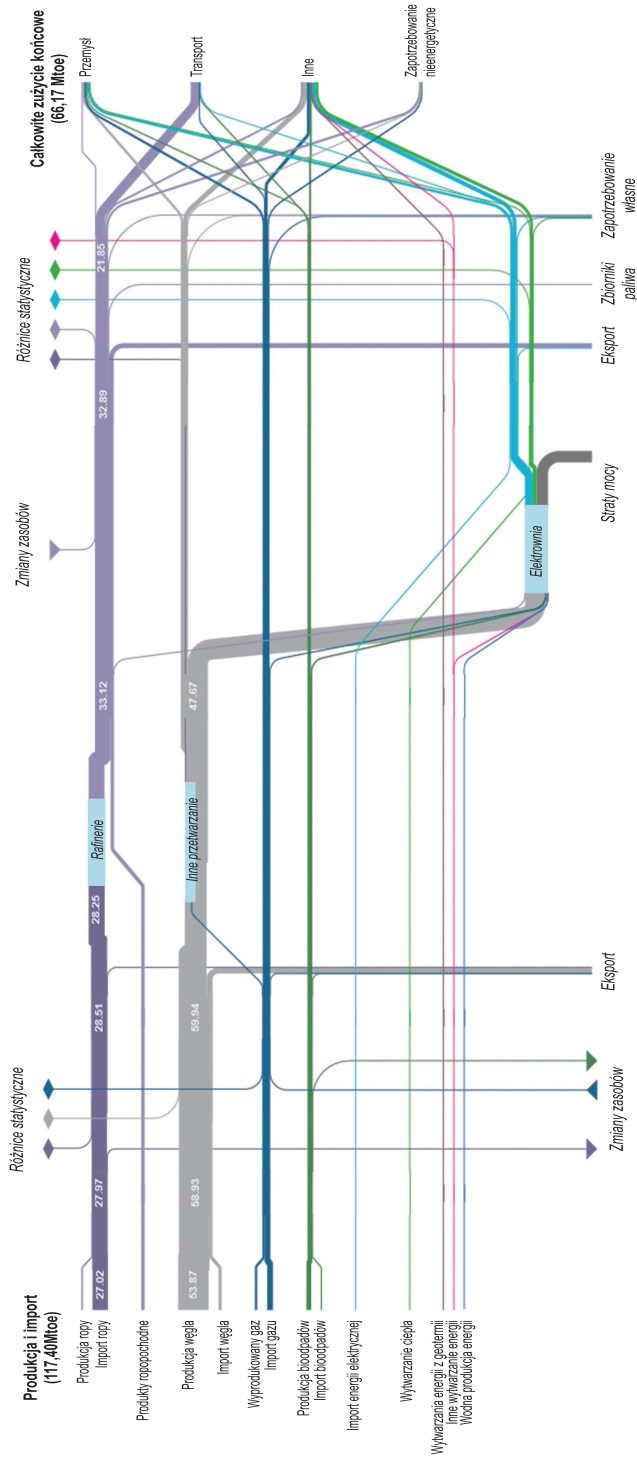
5.3. Analiza bilansów energetycznych w oparciu o doświadczenia partnera norweskiego

Z uwagi na fakt, że Norwegia i Polska różnią się pod względem demograficznym, gospodarczym, oraz mają inne charakterystyki odnawialnych źródeł energii, jak również odmienne potrzeby związane ze zużyciem energii, bezpośrednie porównanie nie miaoby celu. Niniejsza część ma zatem służyć przedstawieniu ogólnych komentarzy na temat bilansu energetycznego Norwegii i Polski oraz pokazanie wiodących trendów w zakresie korzystania z odnawialnych źródeł w minionym dziesięcioleciu w każdym z omawianych państw. Ważnym tematem w dyskusji jest też udział poszczególnych kategorii zużycia energii, oraz udział każdego nośnika energii w całkowitym krajowym zużyciu energii.

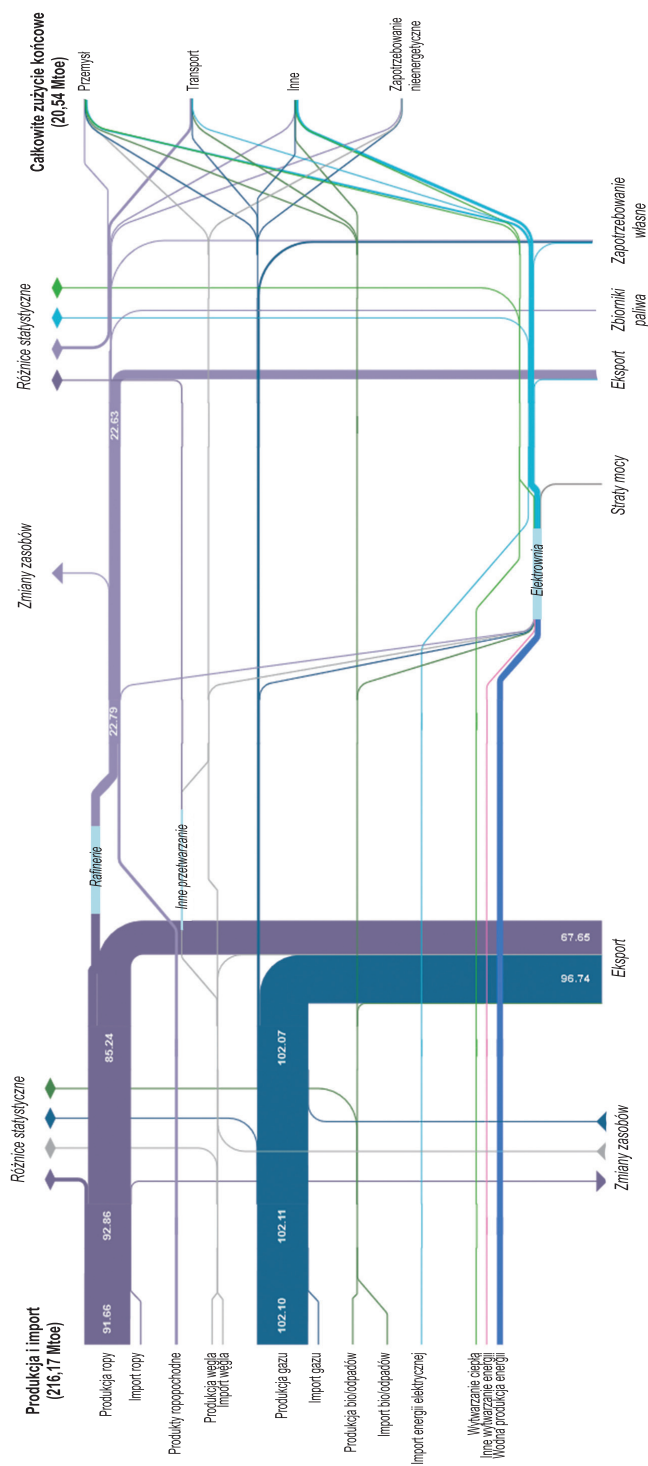
Przeгляд najistotniejszych przepływów energii i ukazanie ich udziału w globalnym bilansie energetycznym określonego terytorium można najlepiej zobrazować diagramem Sankeya [4]. Krajowe bilanse energetyczne Polski i Norwegii w 2015 r. zaprezentowano odpowiednio na rysunku 5.2 i rysunku 5.3.

Odnosnie Polski (rys. 5.2) pokazuje, że produkcja węgla pozostaje największym źródłem energii w kraju, zarazem będąc głównym źródłem energii eksportowanej. Większość jest wykorzystana dla celów wytwarzania energii. Import ropy to kolejne znaczące źródło energii w Polsce. Większość jest rafinowana i wykorzystana jako paliwo transportowe.

W Norwegii produkcja ropy i gazu to najważniejsze źródła nośników energii (rys. 5.2), jednakże prawie cała produkcja jest eksportowana. Pewna ilość ropy jest rafinowana, z czego większość również jest przeznaczona na eksport. Podstawowym źródłem energii w Norwegii jest hydroenergetyka.



Rys. 5.2. Bilans energetyczny dla Polski w 2015 r. [4]

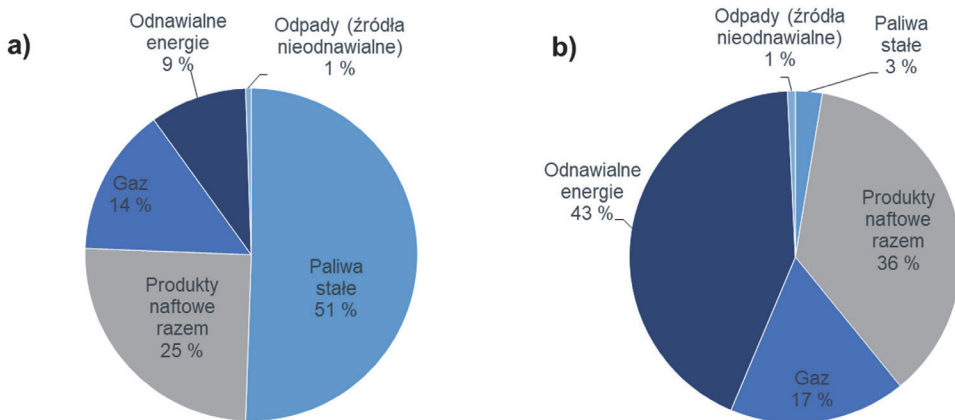


Rys. 5.3. Bilans energetyczny dla Norwegii w 2015 r. [4]

Całkowite zużycie wewnętrznych nośników energii brutto za 2015 r., wyszczególnione według typu nośnika zostało pokazane na rysunku 5.4. Krajowe dane konsumpcji energii zostały pobrane z Eurostatu [3].

W przypadku Polski, paliwa stałe oraz produkty z ropy naftowej razem składały się na 76% całkowitego zużycia wewnętrznych nośników energii brutto (z sumy 95 434,2 TOE) za 2015 r.

W Norwegii, odnawialne energie stanowiły 43% całkowitego zużycia wewnętrznych nośników energii brutto (z sumy 30 030,8 TOE [tona ekwiwalentu ropy]) za 2015 r.



Rys. 5.4. Całkowite zużycie wewnętrzne brutto dla :a) Polski, b) Norwegii w 2015 r. [3]

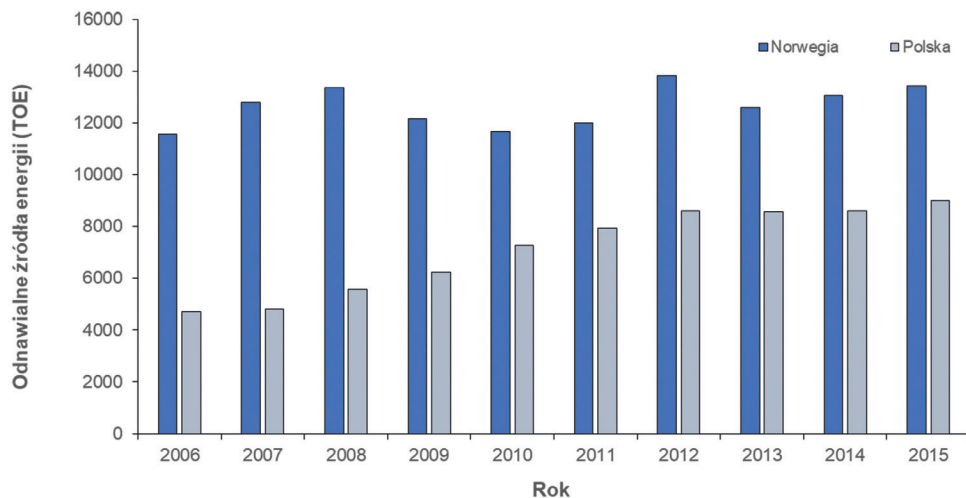
Rysunek 5.5. ilustruje całkowite wewnętrzne zużycie energii odnawialnej w czasie, podczas gdy rysunek 5.6. pokazuje procent odnawialnej energii w końcowym zużyciu energii brutto oraz różne sektory na przestrzeni czasu [3]. Istotnym faktem jest to, że wskaźnik mierzy całkowity popyt na energię danego kraju z wyłączeniem wszelkiego zużycia nie-energetycznego (np. gaz ziemny wykorzystany nie w celu spalania, ale do produkcji chemikaliów). W dodatku, termin ‘końcowe zużycie energii’ odnosi się jedynie do energii zużytej przez użytkowników końcowych, takich jak przemysł, transport, gospodarstwa domowe, sektor usługowy i rolnictwo, i nie obejmuje zużycia energii przez sektor energetyczny sam w sobie, ani strat występujących w czasie przesyłu i dystrybucji energii.

Z danych liczbowych wynika, że w Polsce udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto stopniowo wzrastał z 7% w 2006 r. do około 12% w 2015 r. Udział odnawialnej energii wzrósł także w elektryczności, ciepłe i chłódzie, dochodząc do odpowiednio około 13% i 14% w 2015 r. Natomiast udział energii odnawialnej w sektorze transportu pozostał stabilny od 2012 r., wynosząc około 6%.

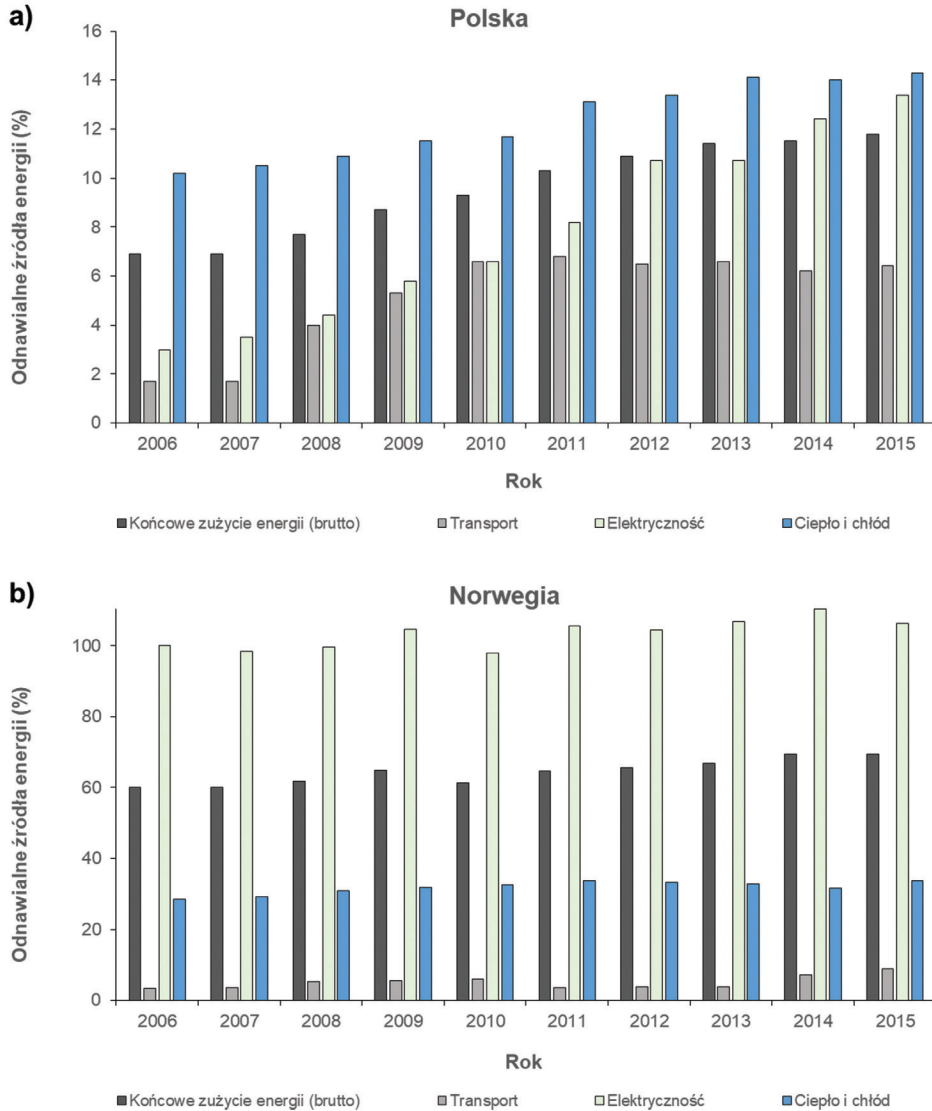
Natomiast w Norwegii, dane wskazują, że udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto zwiększył się z 60% w 2006 r. do około 69% w 2015 r. Udział energii odnawialnej zwiększył się także w odniesieniu do transportu, oraz ciepła i chłodu, sięgając odpowiednio 9% i 34% w 2015 r. Tymczasem udział energii odnawialnej w sektorze wy-

tworzącym elektryczność pozostał względnie stały (i jednocześnie wysoki), na poziomie 100% od 2006 r.

Norwegia i Polska mają różne cele w odniesieniu do energii odnawialnej [1, 2]. Norwegia ma cel ogólny wynoszący 67,5% energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu brutto do 2020 r., a Polska ma cel 15%. Obydwa kraje są na drodze do osiągnięcia zamierzonych celów.



Rys. 5.5. Całkowite wewnętrzne zużycie energii odnawialnej brutto w tonach ekwiwalentu ropy (TOE) dla Polski i Norwegii. Dane z lat 2006–2015 [3]



Rys. 5.6. Energia odnawialna (%) w zużyciu końcowym energii brutto, transport, elektryczność oraz ciepło i chłód dla: a) Polski i b) Norwegii. Dane z lat 2006–2015 [3]

Podsumowując, bilanse energetyczne Polski i Norwegii w dużej mierze odzwierciedlają naturalne źródła znajdujące się w każdym z krajów. Polska jest krajem bogatym w węgiel, natomiast Norwegia to kraj z pokaźnymi źródłami energii wodnej. To jest też odzwierciedlone w wysokim udziale energii odnawialnych w całkowitym zużyciu energii w Norwegii. Natomiast w Polsce, to węgiel jest głównym nośnikiem energii. Niemniej, udział energii odnawialnej w miksie energetycznym Polski staje się coraz większy.

6. WYNIKI INWENTARYZACJI EMISJI W GMINIE

Rozdział prezentuje podsumowanie wyników inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych wykonanych dla 2014 r. Oszacowanie wielkości emisji wykonano na podstawie danych pozyskanych od jednostek gminnych, przedsiębiorstw energetycznych oraz uzyskanych w wyniku terenowej inwentaryzacji mieszkańców.

6.1. Metodologia

Do opracowania inwentaryzacji wykorzystano metodologię określania wielkości emisji, opracowaną dla Porozumienia burmistrzów oraz wytycznych IPCC.

1. Metodologia opracowana przez Wspólne Centrum Badawcze (JRC) Komisji Europejskiej we współpracy z Dyрекcją Generalną ds. Energii (DG ENER) i Biurem Porozumienia Burmistrzów, zawartą w poradniku *Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)*.
2. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Celem inwentaryzacji było określenie wielkości emisji z obszaru gminy tak, aby możliwe było zaprojektowanie działań służących jej ograniczeniu. Emisję gazów cieplarnianych określa się na podstawie finalnego zużycia energii na terenie gminy.

6.1.1. Zakres i granice

Inwentaryzacja obejmowała obszar w granicach administracyjnych Gminy. Do obliczenia emisji przyjęto zapotrzebowanie energetyczne finalne, w podziale na nośniki energii w obrębie granic gminy.

Poprzez zapotrzebowanie energetyczne finalne rozumie się zużycie:

- energii paliw kopalnych (na potrzeby gospodarczo-bytowe, transportowe i przemysłowe),
- energii elektrycznej,
- energii ze źródeł odnawialnych.

6.1.2. Źródła danych

Dane do inwentaryzacji zapotrzebowanie energetyczne pozyskano z następujących źródeł:

- Urząd Miasta Bełchatów,
- przedsiębiorstwa energetyczne,
- budynki użyteczności publicznej.

Ponadto wykorzystano powszechnie dostępne dane statystyki publicznej (GUS).

6.1.3. Wskaźniki emisji

W oparciu o dane o zużyciu energii wykonano bazową inwentaryzację emisji CO₂. Jako rok bazowy (BEI) ustalono rok 2014. Inwentaryzację emisji opracowano zgodnie z wytycznymi NFOŚiGW oraz Unii Europejskiej (w oparciu o poradnik *Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)*). Inwentaryzacją objęto następujące sektory:

- budynki, instalacje i urządzenia komunalne,
- budynki, instalacje i urządzenia usługowe niekomunalne,
- budynki mieszkalne,
- oświetlenie uliczne,
- transport (transport publiczny, transport prywatny),
- dystrybucja energii elektrycznej, ciepłej i paliw gazowych.

Obliczenie wielkości emisji w poszczególnych kategoriach wykonano zgodnie z zasadami IPCC³ przy wykorzystaniu wskaźników emisji CO₂ odnoszących się do końcowego zużycia energii.

7. WYKORZYSTANIE OCENY BILANSU ENERGETYCZNEGO ORAZ ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI JAKO WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ZUŻYCIA ENERGII W GMINIE BEŁCHATÓW

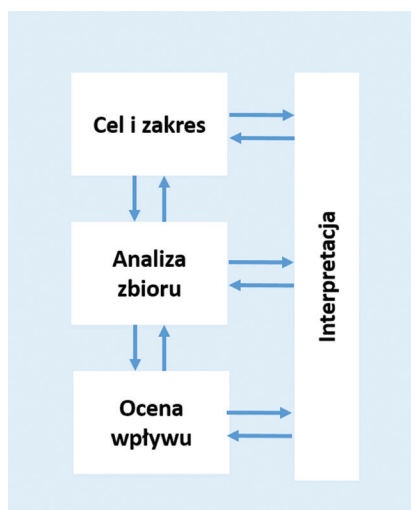
7.1. Ocena LCA (*Life Cycle Assessment*) bilansu energetycznego w gminie

W celu zbadania wpływu na środowisko zużycia energii w gminie, przeprowadzono analizę LCA. Analiza LCA jest narzędziem służącym do określenia wartości ilościowych i oceny pełnego spektrum potencjalnego obciążenia dla środowiska ze strony produktów, usług lub procesów w czasie trwania całego ich cyklu życia. Analiza wspomaga podejmowanie decyzji, ustanawianie polityki i strategii odnośnie rozwiązań prośrodowiskowych, ponieważ ułatwia dostrzeżenie nieprzewidzianych konsekwencji (tzw. „przeniesienie problemu środowiskowego”) związanych z oddziaływaniem na ekosystemy, ludzkie zdrowie i zasoby. Typowy cykl życia produktu składa się z różnych faz takich jak produkcja, transport, zużycie i koniec życia. Jednak nie wszystkie fazy są zawsze ujęte w modelu. Na przykład w przypadku analizy LCA dla nośników energii, koniec życia nie jest ujęty ze względu na to, że energia jest w pełni przetworzona na ciepło lub pracę w trakcie jej zużycia. W niniejszym podrozdziale przedstawiono wyniki modelu analizy LCA zastosowanego do bilansu energetycznego.

7.1.1. Metodologia

Metodologia LCA jest znormalizowaną metodą ISO 14040. W strukturze LCA (rys. 7.1), zawarte są 4 kroki: 1) określenie celu i zakresu, 2) sporządzenie inwentarza cyklu życia, 3) ocena oddziaływania cyklu życia, oraz 4) interpretacja LCA. W pierwszym kroku opisany jest cel i zakres badania. Cel LCA odzwierciedla powody dla których podjęto się badania, natomiast zakres opisuje i określa granice i jednostkę funkcyjną badania. Ze względu na fakt, że wyniki analizy LCA są często wykorzystywane w celach porównawczych, precyzyjna definicja jednostki funkcyjnej jest bardzo ważna. Ponieważ różne produkty posiadają różne charakterystyki, np. dotyczące ich długości życia czy jakości,

jednostka funkcyjna powinna być sformułowana tak aby wszystkie produkty mogły być porównane w równym stopniu, opierając się na ich funkcjonalności. W przypadku analizy LCA badającej zużycie energii, jednostka funkcyjna często wykorzystywana to kWh czy GJ.



Rys. 7.1. Struktura LCA wg ISO 14040

Drugim krokiem w ramach LCA jest stworzenie inwentarza cyklu życia (LCI). LCI składa się ze szczegółowego inwentarza przepływów do i ze środowiska oraz wewnątrz obiegu materiałowego. Obieg materiałowy odnosi się do zbioru procesów połączonych z produktem (materiał i energia) oraz z przepływem usług. Przepływy mogą odnosić się do nakładów wody, energii, surowców i odpadów (zarówno naturalnych jak i wytworzonych przez człowieka), oraz emisji do powietrza, gleby i wody. Zatem analiza LCA zawiera informacje dotyczące wszystkich wymagań związanych z produktami i usługami oraz nakładami na środowisko i elementami wyjściowymi związanymi z systemem produkcji. Poprzez analizę inwentarza możemy oszacować pod względem ilościowym i przypisać całkowitą sumę produktów, usług, zasobów i emisji do badanych produktów czy procesów.

Wyniki LCA składają się z tysięcy poszczególnych typów emisji. Aby zredukować te liczby w sensowny i kompleksowy sposób, poszczególne emisje zostały scharakteryzowane według ich udziału w mały zestaw z góry założonych kategorii skutków. Ustalenie wpływów na środowisko związanych z systemem produkcyjnym jest trzecim etapem LCA. Takie scharakteryzowanie emisji przekłada emisje wynikające z LCI bezpośrednio na wskaźniki wpływu, które korespondują z kategoriami wpływów o tematyce środowiskowej, jak zmiana klimatu, zakwaszanie i toksyczność dla ludzi.

Każdy gaz cieplarniany ma unikalny wpływ na wychwycenie ciepła z atmosfery, oparty na jego współczynniku wpływu wymuszenia radiacyjnego i czasu rozkładu. Przykładem wskaźnika wpływu jest Współczynnik Ocieplenia Globalnego (GWP), który wyrażony jest w kg CO_{2-eq}. GWP odnosi wszystkie gazy do dwutlenku węgla (CO₂) i wyraża ich

wpływ w jednostkach ekwiwalentu CO₂, czyli tak zwanego współczynnika charakteryzacji. Ekwiwalent jest oznaczony w jednostce poprzez -eq. W ten sposób można podsumować skutek emisji poszczególnych gazów cieplarnianych jednym wskaźnikiem wpływu. Na przykład, współczynnik charakteryzacji dla metanu (CH₄) to 25 kg CO_{2-eq} na kg CH₄ [9].

Warto zauważyć że wyniki inwentarza cyklu życia nie są wrażliwe na upływ czasu. LCA prawie zawsze wykonywana jest na przyszłość, to znaczy wszystkie części modelowanych procesów mają miejsce w przyszłości. Na przykład, likwidacja obecnej infrastruktury elektrycznej wydarzy się w przyszłości, jej działanie jest w czasie obecnym, a budowa odbyła się w przeszłości. Wpływy cyklu życia użycia elektryczności są obliczane jako suma wpływów związanych ze wszystkimi etapami, tak więc z pominięciem wymiaru czasowego. Zatem wyniki LCA są zawsze określane jako potencjalny wpływ (np. współczynnik ocieplenia globalnego, współczynnik zakwaszenia). Współczynnik charakteryzacji wykorzystany w ocenie wpływu posiadają jednak wymiar czasowy, często nazywany wskaźnikiem referencyjnym. W przypadku wcześniej wspomnianego GWP, domyślny czas obliczania współczynników charakteryzacji wynosi 100 lat, zapisane jako GWP₁₀₀. Wyznaczenie takiego ograniczenia czasowego jest konieczne ze względu na to, że współczynnik wymuszenia radiacyjnego CO₂ nie ulega w pełni rozkładowi. To z kolei oznacza, że CO₂ zawsze będzie miał efekt ocieplenia, podczas gdy efekty innych gazów cieplarnianych mogą być w większym stopniu tymczasowe.

Definicja celu i zakresu, analiza inwentarza i ocena wpływu są fazami często wykonywanymi konsekwentnie. Czwarty etap LCA składa się z fazy umożliwiającej pozyskanie informacji zwrotnej odnośnie wszystkich pozostałych etapów i sprawia, że wykonanie LCA staje się procesem interaktywnym.

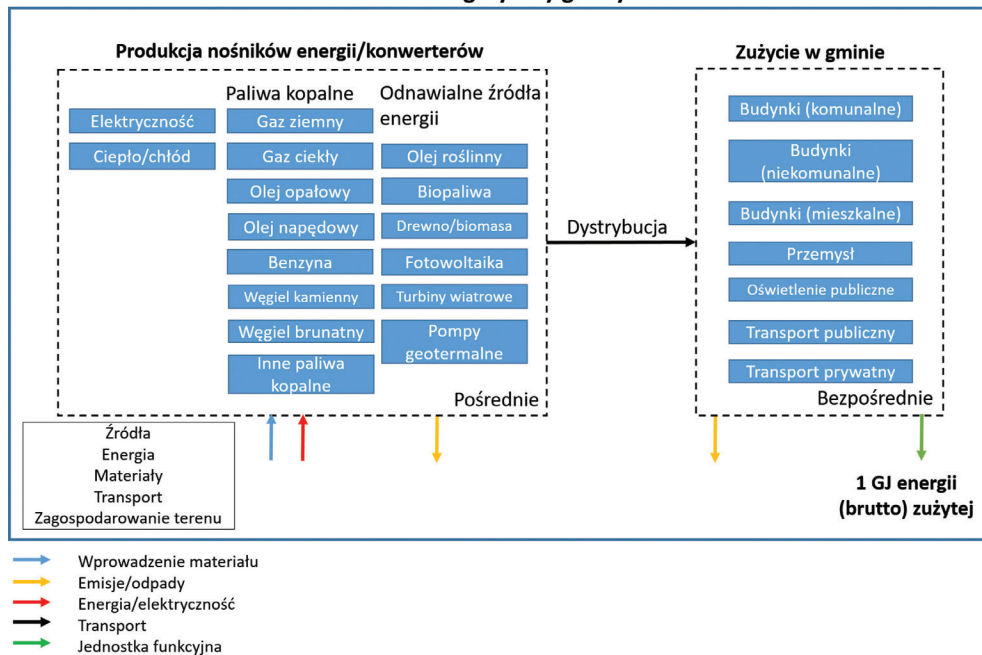
Zakres, granice i jednostka funkcyjna

Celem LCA jest wykonanie analizy porównawczej pomiędzy wpływami cyklu życia obecnego miksu energetycznego w gminie (rok bazowy 2013-2016) a miksem energetycznym przewidzianym dla roku 2030. Przeprowadzając analizę dla sytuacji obecnej i przyszłej można zidentyfikować wpływy na środowisko związane ze zmianami w miksie energetycznym.

Miks energetyczny gminy rozróżnia kilka sektorów zużycia (takich jak transport prywatny czy energia zużyta w budynkach mieszkalnych) i nośniki energii (takie jak elektryczność, węgiel kamienny czy biomasa). Aby stwierdzić wpływy cyklu życia zużytej energii w gminie, zarówno produkcja energii jak i nośniki/konwertery, oraz faktyczne zużycie tych produktów zostały wzięte pod uwagę. Granice systemu dla niniejszego badania zostały przedstawione na rys. 7.2, a w ich skład wchodzi produkcja, dystrybucja i zużycie nośników energii/paliw. Jednostka funkcyjna 1 GJ zużytej energii brutto w gminie została wybrana aby uniknąć założeń co do wydajności przetwarzania.

Wyniki zostały przedstawione dla czterech kategorii. Kategorie wpływów i odpowiadające im wskaźniki to: zmiany klimatu (GWP₁₀₀ w kg CO_{2-eq}), tworzenie się pyłu zawieszonego (w PM_{10-eq}), zakwaszenie gleby (w kg SO_{2-eq}) i eutrofizacji wód słodkich (w kg P_{-eq}). Oprócz badania zmian w cyklu życia wpływów na GJ energii, zbadano również zmianę absolutną w sumach pomiędzy obecną a przyszłą projekcją energii.

Miks energetyczny gminy



Rys. 7.2. Granice systemowe zastosowane w ocenie LCA

Źródła danych

Model inwentarza LCA składa się z kombinacji danych podstawowych otrzymanych z gmin i analizy eksperckiej, wtórnych danych z inwentarza emisji z publicznych raportów inwentaryzacji i danych wtórnych z bazy danych inwentaryzacji cyklu życia.

Odnośnie danych zebranych dla obecnej sytuacji dotyczącej zużycia energii, gmina dostarczyła bilans energetyczny, pokazujący poszczególne nośniki energii i ich zastosowania. Założono, że zebrane dane dotyczące nośnika energii reprezentują energię brutto, bez uwzględnienia wydajności konwersji nośników energii w czasie zużycia. Jakkolwiek, założono że, zebrane dane dotyczące konsumpcji energii i komunalnego ogrzewania reprezentują wytworzoną energię netto. Sektory zużycia energii brane pod uwagę to budynki komunalne, budynki niekomunalne, budynki mieszkalne, publiczne oświetlenie komunalne, przemysł, transport publiczny i prywatny. Dodatkowo, gmina dostarczyła dane dotyczące bezpośrednich emisji CO₂ związanymi ze zużyciem energii co pozwoliło na obliczenie lokalnych czynników emisji CO₂ dla każdego typu nośnika energii. W przypadku braku danych dotyczących czynników, zostały one zastąpione czynnikami emisji CO₂ średnimi dla wszystkich gmin, które dostarczyły dane na potrzeby niniejszego projektu.

Jednakże inwentaryzacja cyklu życia wymaga więcej danych wejściowych niż same emisje CO₂. Model został zatem uzupełniony emisjami nie pochodzącymi z CO₂ z wykorzystaniem czynników emisji z Polskiego Krajowego Raportu na temat gazów cieplarnianych [8] i kryteriów zanieczyszczeń powietrza [7], jak również z poradnika dotyczącego

wykazu emisji [2]. Dane dotyczące produkcji nośników energii pobrano z bazy danych inwentaryzacji cyklu życia Ecoinvent v3.1 [14].

W odniesieniu do danych dotyczących sytuacji energetycznej w roku 2030, projekcje zostały wykonane przez wewnętrznych ekspertów. Zostały one wykonane z uwzględnieniem obecne zapotrzebowanie na energię, wszelkie informacje z gminy na temat planów na przyszłość, oraz potencjalne źródła odnawialne znajdujące się w gminie. Z powodu niepewności wiążącej się z tym przedsięwzięciem, sektory zużycia energii brane pod uwagę były ograniczone do sumarycznych wartości transportu i budynków. Również w przypadku danych dotyczących oczekiwanych w przyszłości bezpośrednich emisji CO₂ związanych z zapotrzebowaniem na energię źródłem danych była gmina (gdzie tylko było to możliwe). Pozwoliło to na wykorzystanie miejscowych czynników emisji CO₂ w obliczeniach dla każdego typu nośnika energii biorąc pod uwagę zmiany w technologii. Pozostałe czynniki emisji zostały wykorzystane jak poprzednio.

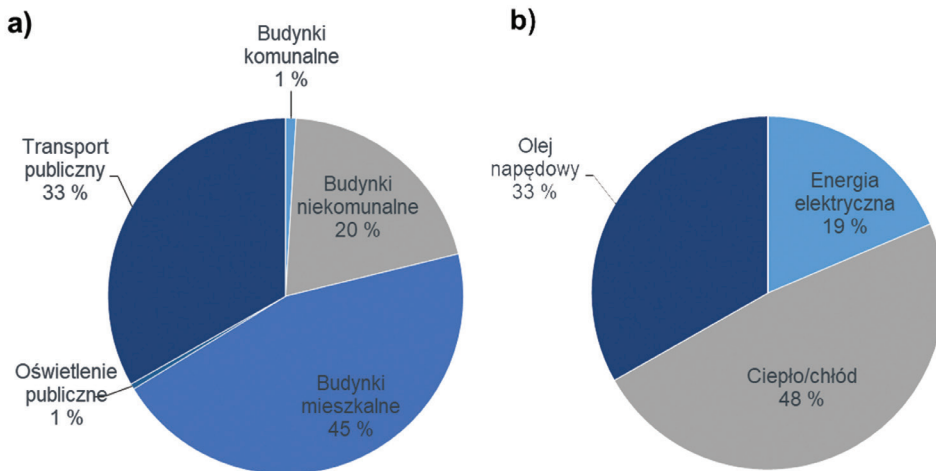
Modelowanie zostało w całości wykonane przy wykorzystaniu dedykowanego pakietu oprogramowania LCA Simapro (wersja analityka 8.1.1.16).

7.1.2. Wyniki oceny oddziaływania

Obecna sytuacja

Na rysunku 7.3 przedstawiono całkowity bilans energetyczny podzielony według zapotrzebowania na energię i wkład każdego z nośników energii. Z rysunku wynika że:

- obecnie największym sektorem zapotrzebowania na energię jest sektor budynków mieszkalnych,
- największym typem nośnika energii jest obecnie węgiel kamienny.



Rys. 7.3. Bilans energetyczny dla gminy, pokazujący udział: a) każdy sektor zużycia energii, b) każdy nośnik energii, w drodze do całkowitego zużycia energii

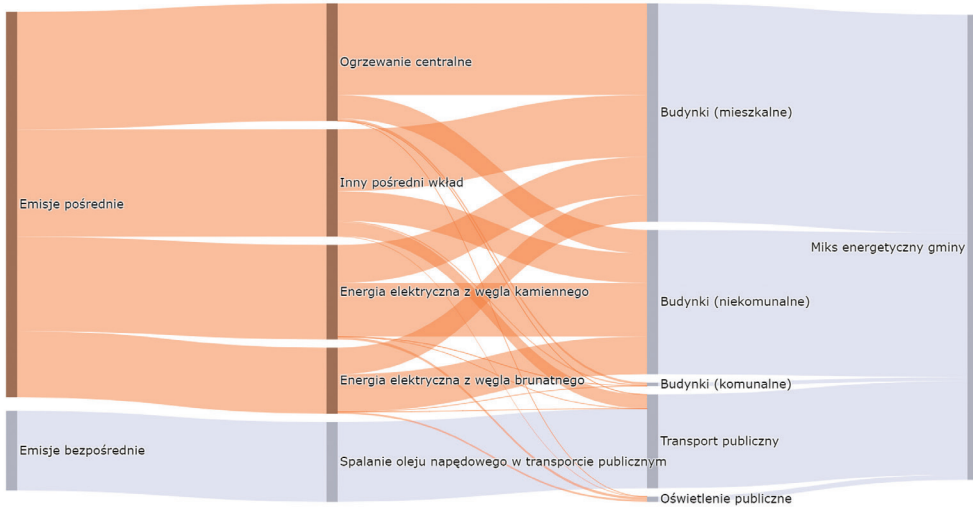
Wyniki oceny oddziaływania modelu LCA, dopasowanego do specyficznych typów energii i miksu stosowanego w gminie są pokazane w tabeli 7.1. Całkowite wartości oddziaływania dla kategorii oddziaływań; zmiany klimatu, tworzenie się pyłu zawieszonego, zakwaszenie gleby i eutrofizacja wód słodkich są podane dla całej gminy, razem z oddziaływaniem na 1 GJ i na jednego mieszkańca.

Tab. 7.1. Ocena oddziaływania dla gminy, odnośnie obecnego zużycia energii

Kategoria oddziaływania	Jednostka	Razem	Na GJ	Na jednego mieszkańca
Bezpośrednie zapotrzebowanie na energię	GJ	1,82E+06	-	3,13E+01
Zmiany klimatu	kg CO _{2-eq}	2,67E+08	1,46E+02	4,58E+03
Tworzenie się pyłu zawieszonego	kg PM10 _{-eq}	4,90E+05	2,69E-01	8,41E+00
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	1,47E+06	8,04E-01	2,51E+01
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{-eq}	1,45E+05	7,98E-02	2,49E+00

Dzięki wykresom Sankey'a można zidentyfikować sektory i typy nośników energii mające największy udział w skutkach. Rysunek 7.4 pokazuje diagram Sankey'a gdzie oddziaływanie zmiany klimatu (kg CO_{2-eq} na 1 GJ zapotrzebowania na energię brutto) zostały wyszczególnione według sektorów zużycia i procesów. Bezpośrednie oddziaływanie na środowisko to skutki wynikające z bezpośrednich emisji w łańcuchu wartości. W niniejszym opracowaniu są to emisje występujące w trakcie zużycia (spalenia) nośników energii. Pośrednie oddziaływanie na środowisko występuje z powodu emisji w łańcuchu wartości, na przykład, przy wytwarzaniu nośników energii. Informacje podane w diagramie Sankey'a są niezbędne przy tworzeniu strategii zapotrzebowania na energię czy niskoemisyjności. Na podstawie rysunku można stwierdzić, że w odniesieniu do obecnego zapotrzebowania na energię w gminie:

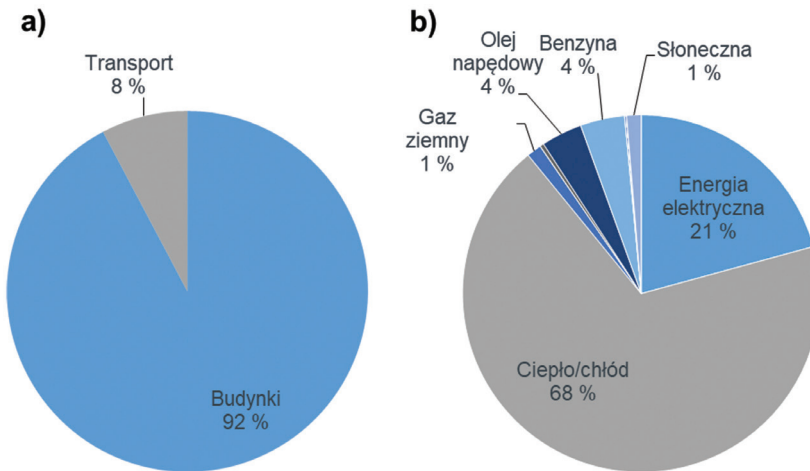
- większość oddziaływań spowodowanych zmianami klimatu pochodzą z emisji z budynków mieszkalnych, i związanego z tym zużycia węgla kamiennego, jak również z energii elektrycznej (wytworzonej z węgla brunatnego i węgla kamiennego). Wszelkie inne strategie odnoszące się do konsumpcji energii powinny zatem skupiać się na redukcji emisji z tego sektora i z nośników energii. To odzwierciedla bilans energetyczny przedstawiony na rys. 7.3, pomimo tego że w oddziaływaniu zmian klimatu większy udział pochodzi z energii elektrycznej niż zakładano z danych procentowych. Wynika to z samej natury zebranych danych, dane dotyczące energii elektrycznej reprezentują wytworzoną energię elektryczną netto, która jest dostępna w Polskiej sieci energetycznej, biorąc pod uwagę wydajność konwersji elektrowni. Natomiast inne dane, takie jak zużycie paliwa kopalnego reprezentuje dostępną w paliwie energię brutto,
- oddziaływanie jest spowodowane pośrednimi emisjami z produkcji paliw i nośników energii, w większym stopniu niż z bezpośrednich emisji związanych ze zużyciem nośników energii. To odzwierciedla fakt, że emisje CO₂ nie są bezpośrednio oddawane podczas zużycia ciepła/chłodu i energii elektrycznej, ale w trakcie ich produkcji.



Rys. 7.4. Wyszczególnienie oddziaływania zmian klimatu per GJ zużytej energii w gminie (odnośnie obecnego zużycia energii), według sektora zużycia i procesu (emisje bezpośrednie zaznaczone na niebiesko, emisje pośrednie na czerwono)

Projekcja na 2030 r.

Rysunek 7.5 pokazuje wyszczególnienie całkowitej projekcji bilansu energetycznego na 2030 r. rozbitego na zapotrzebowanie energii i wkład poszczególnych nośników energii. Z powodu braku danych, sektory zużycia energii uwzględnione w projekcji zostały ograniczone do całości transportu i budynków.



Rys. 7.5. Przegląd bilansu energetycznego dla gminy prezentujący wkład: a) każdego sektora zużycia energii, b) każdego nośnika energii, w dążeniu do całkowitego przewidzianego zużycia energii w 2030 r.

Z danych przedstawionych na rysunku 7.5 wynika, że:

- największe zużycie energii w projekcji pochodzi z budynków,
- największym wykorzystanym w projekcji nośnikiem energii jest ciepło/chłód,
- jest to ten sam (ogólny) trend dla obecnej sytuacji zapotrzebowania na energię.

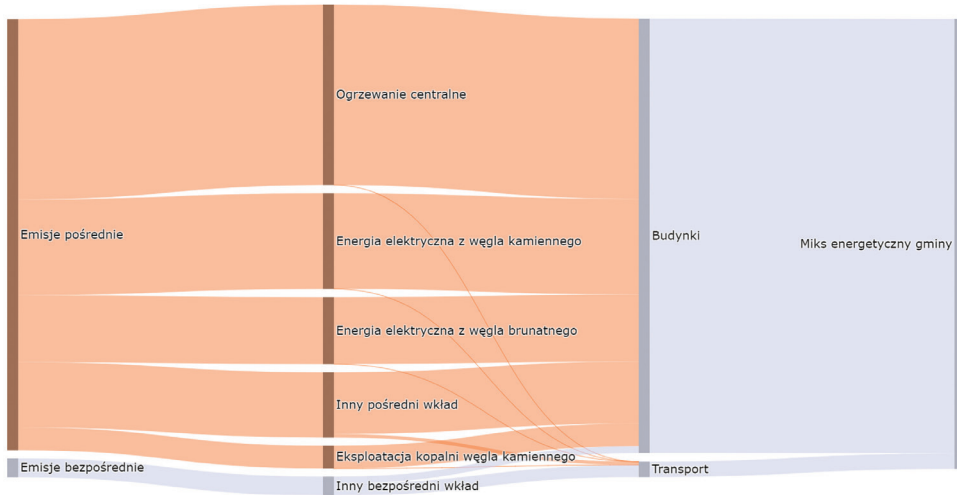
Wyniki oceny oddziaływania modelu LCA, dopasowanego do specyficznych typów energii i mixu wykorzystanego w gminie zostały przedstawione w tabeli 7.2. Całkowite wartości kategorii oddziaływania; zmiany klimatu, tworzenie się pyłu zawieszonego, zakwaszenia gleby i eutrofizacji wód słodkich zostały podane dla gminy, wraz z oddziaływaniem na 1 GJ. Oddziaływanie na jednego mieszkańca nie zostało wykazane z powodu braku danych dotyczących założonego wzrostu populacji w gminie.

Tab. 7.2. Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, odnośnie projekcji zużycia energii na 2030 r.

Kategoria oddziaływania	Jednostka	Razem	Na GJ
Bezpośrednie zapotrzebowanie na energię	GJ	1,93E+08	1,56E+02
Zmiana klimatu	kg CO _{2-eq}	3,47E+05	2,81E-01
Tworzenie się pyłu zawieszonego	kg PM10 _{-eq}	1,12E+06	9,06E-01
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	1,15E+05	9,34E-02
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{-eq}	2,09E+04	2,29E-02

Rysunek 7.6 pokazuje diagram Sankey'a, gdzie oddziaływania spowodowane zmianą klimatu (kg CO_{2-eq} na GJ zużyta energia brutto) zostały podzielone według sektora zużycia i procesu. Ta informacja ma kluczowe znaczenie przy ocenie siły strategii niskich emisji. Z rysunku można wywnioskować, że w projekcji bilansu energetycznego na 2030 r.:

- większość oddziaływania spowodowanego zmianami klimatu pochodzi z emisji z budynków i ciepła/chłodu, jak również z energii elektrycznej (wytwarzanej z węgla kamiennego i węgla brunatnego) To w dużej mierze odzwierciedla bilans energetyczny pokazany na rys. 7.5,
- większość oddziaływania pochodzi z pośrednich emisji z produkcji paliw i nośników energii, a nie z bezpośrednich emisji związanych ze zużyciem nośników energii. To odzwierciedla wysokie emisje CO₂ uwolnione podczas wytwarzania energii elektrycznej i ciepła/chłodu w Polsce,
- proporcja bezpośrednich emisji zmniejszyła się w porównaniu do sytuacji obecnej, co jest spowodowane zwiększonym zużyciu ciepła/chłodu i energii elektrycznej w projekcji. Technologie odnawialne takie jak panele fotowoltaiczne także nie emitują bezpośrednich emisji gazów cieplarnianych w trakcie używania, ale są odpowiedzialne za pośrednie emisje gazów cieplarnianych towarzyszące ich produkcji.



Rys. 7.6. Wyszczególnienie oddziaływania zmian klimatu per GJ zużytej energii w gminie (odnośnie projekcji zużycia energii na 2030 r.), według sektora zużycia i procesu (emisje bezpośrednie zaznaczone na niebiesko, emisje pośrednie na czerwono)

Potencjał redukcyjny

W tabeli 7.3 przedstawiono zmiany w każdej kategorii oddziaływania związanej z użyciem 1 GJ energii w gminie brutto, pomiędzy stanem obecnym a projekcjami na rok 2030. Według danych z tabeli, przejście z obecnego bilansu energetycznego na zakładany bilans energetyczny powoduje:

- mały wzrost (<10 %) w kategoriach zmian klimatu, tworzenia się pyłu zawieszonego (kg PM10_{-eq}) na 1 GJ energii brutto,
- większy wzrost (>10 %) w zakwaszeniu gleby (kg SO_{2-eq}) i eutrofizacji wód słodkich (kg P_{-eq}) na 1 GJ energii brutto. Podczas gdy wzrost w kategorii oddziaływania spowodowanej zakwaszeniem gleby jest powiązany z kilkoma przyczynami (włącznie ze zwiększoną produkcją energii elektrycznej, ciepła/chłodu i gazu ziemnego), wzrost w kategorii eutrofizacji wód słodkich pochodzi w większości ze zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną. Dzieje się tak dlatego, że wysokie emisje P_{-eq} są związane z urobkiem węgla brunatnego i kamiennego używanych do wytwarzania energii elektrycznej w Polsce.

Tab. 7.3. Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, w odniesieniu do projekcji zapotrzebowania na energię w 2030 r.

Kategoria oddziaływania	Jednostka	Na GJ dla sytuacji obecnej	Na GJ dla projekcji na rok 2030	Zmiana (%) z obecnej do projekcji
Zmiana klimatu	kg CO _{2-eq}	1,46E+02	1,56E+02	+7%
Tworzenie się pyłu zawieszonego	kg PM10 _{-eq}	2,69E-01	2,81E-01	+4%
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	8,04E-01	9,06E-01	+13%
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{-eq}	7,98E-02	9,34E-02	+17%

Ulepszenie pewnych kategorii oddziaływań kosztem innych określa się w LCA zwrotem przeniesienie problemu. Jest to dobrze zauważalne w porównaniach. W takich sytuacjach, każda kategoria oddziaływania powinna być ostrożnie rozważona. Pokazuje to jak ważne jest jednoczesne przeprowadzenie analizy LCA i ułożenie długoterminowej strategii.

Porównanie z międzynarodowymi odnawialnymi celami

Podczas gdy ogólne cele odnoszące się do energii odnawialnej zostały wyznaczone dla całej Unii Europejskiej [4, 5] specyficzne cele energetyczne Polski zostały nakreślone przez Ministerstwo Gospodarki na rok 2020 [11]. Dotyczy to 15 % udziału odnawialnych źródeł energii w końcowej konsumpcji energii w Polsce w 2020r., oraz 10% udział biopaliw w polskich paliwach transportowych w 2020 r., oraz starania aby zwiększyć wykorzystanie biopaliw drugiej generacji (niezidentyfikowano żadnych celów odnośnie energii odnawialnej na rok 2030).

Powyższe cele zostały wyznaczone na poziomie krajowym, jednak ze względu na to, że cel projektu GSE to gminy samowystarczalne energetycznie warto porównać te cele na poziomie gmin. Analiza projekcji na 2030 r. pokazuje:

- 1,3% odnawialnych w gminnym miksie energetycznym,
- 0,0% biopaliw w paliwach transportowych.

Niepewności w analizie LCA

Niepewności w analizie LCA są duże, odnoszą się zarówno do zebranych danych pierwotnych i ogólnych wykorzystanych danych. Niepewności występujące w systemie w większości dotyczą projekcji bilansu energetycznego na 2030 r. Niepewności ogólnych danych emisji cyklu życia wykorzystanych w analizie mogą również być znaczące, i mogą się odnosić do zarówno wstępnych i końcowych modelowanych procesów. Jeden przykład dotyczy modelowanego procesu spalania biomasy. Pomimo tego, że spalanie biomasy jest często uważane za proces neutralny pod względem emisji CO₂, istnieje coraz więcej badań sugerujących, że to założenie nie jest trafne w przypadku gdy rotacje biomasy są długie [10]. Z powodu niepewności towarzyszących modelowaniu globalnego współczynnika ocieplenia biogenicznego (GWPbio), w niniejszym badaniu współczynnik GWPbio był wyznaczony jako 1 aby reprezentować najgorszy możliwy scenariusz. Omawiana niepewność powinna zostać zbadana w dalszych opracowaniach. Porównawcze wyniki analizy LCA powinny zatem być wykorzystane jedynie jako wskazówki.

7.2. Analiza kosztów i korzyści związanych z przejściem na gospodarkę niskoemisyjną

W niniejszym podrozdziale przedstawiono wyniki społeczno-ekonomicznej analizy kosztów i korzyści związanych ze zmianami w zużyciu energii i redukcją emisji.

7.2.1. Metodologia

W celu stworzenia analizy kosztów i korzyści, najpierw trzeba obliczyć społeczno-ekonomiczne koszty powiązane z miksem energetycznym dla sytuacji obecnej oraz dla projekcji na 2030 r. koszty społeczno-ekonomiczne brane pod uwagę w analizie to koszt bezpośredni związany ze zużyciem nośnika energii (cena konsumenta), oraz pośredni koszt emisji CO₂ do atmosfery. Inne koszty społeczne mogą być włączone do tego typu analizy, jednak nie są brane pod uwagę w niniejszym opracowaniu. Potencjalne koszty korzyści przejścia energetycznego gminy można obliczyć porównując całkowity koszt społeczno-ekonomiczny dla sytuacji obecnej oraz projekcji na 2030 r.

Analiza porównawcza została wykonana na dwa sposoby – w oparciu o: a) całkowite zapotrzebowanie na energię w gminie i b) zużycie 1 GJ energii w gminie. Analiza oparta o całkowite zapotrzebowanie energii w gminie odzwierciedla zmiany zarówno w popycie na energię (włącznie z wydajnością) oraz zmiany w miksie energetycznym, podczas analiza oparta na zużycie 1 GJ w gminie odzwierciedla jedynie zmiany w miksie energetycznym.

Bezpośredni koszt typów energii

Dane pierwotne dotyczące obecnego kosztu nośników energii zostały zebrane z gmin i miast. Jednakże, ze względu na ogólny brak zebranych danych dotyczących wielu typów nośników energii, ich koszt był oszacowany na poziomie krajowym na podstawie wielu źródeł [1, 6, 12, 13] i opinii eksperckich sporządzonych w ramach projektu. W tabeli 7.4 zaprezentowano ogólny przegląd bezpośrednich kosztów zastosowanych w niniejszym opracowaniu w PLN/MWh. Z powodu braku konkretnych informacji na temat rozwoju kosztów do roku 2030 i wysokiej niepewności związanej z tymi szacunkami zastosowano te same koszty dla 2030 r. co w przypadku sytuacji obecnej.

Tab. 7.4. Bezpośredni koszt nośników energii (PLN/MWh) wykorzystany w analizie kosztów i korzyści

	Koszt energii (PLN/MWh)																
	Energia elektryczna	Ciepło i chłód	Paliwa kopalne							Odnawialne źródła							
			Gaz ziemny	Gaz płynny	Olej opałowy	Olej napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Olej roślinny	Biopaliwo	Drewno/linna biomasa	słoneczna/ciepło	Panele fotowoltaiczne	Wiatr	Geotermalna
Rok bazowy (2013-2016)	169,70	138,85	87,46	120,89	330,00	437,00	478,00	24,40	190,00	330,00	475,00	475,00	200,00	200,00	163,58	163,58	163,56
2030	169,70	138,85	87,46	120,89	330,00	437,00	478,00	24,40	190,00	330,00	475,00	475,00	200,00	200,00	163,58	163,58	163,56
Odniesienia	Urząd Regulacji Energetyki [13]	Opinia eksperta	Galuszkiewicz [6]	Opinia eksperta	Galuszkiewicz [6]	Dworecki i in. [1]	Dworecki i in. [1]	Opinia eksperta	Galuszkiewicz [6]	Opinia eksperta	Opinia eksperta	Ministerstwo Energii [12]	Galuszkiewicz [6]	Opinia eksperta	Opinia eksperta	Opinia eksperta	Opinia eksperta

Pośrednie koszty emisji CO₂

Społeczny koszt węgla (SCC) jest miarą długofalowych szkód związanych ze zmianą klimatu z powodu uwolnienia jednej tony CO₂ do atmosfery w okresie jednego roku. Jest to więc próba ukazania kosztów związanych ze zmianami, na przykład w produkcji rolnej netto, ludzkim zdrowiem, uszkodzeniem mienia w wyniku zwiększonego ryzyka powodzi, i kosztów systemu energetycznego (EPA, 2016). SCC powszechnie oblicza się poprzez ocenę marginalnych kosztów społecznych spowodowanych emisjami przy użyciu zintegrowanych modeli oceny (IAM) które łączą globalny cykl węglowy i dynamikę temperatury z globalnym systemem gospodarczym.

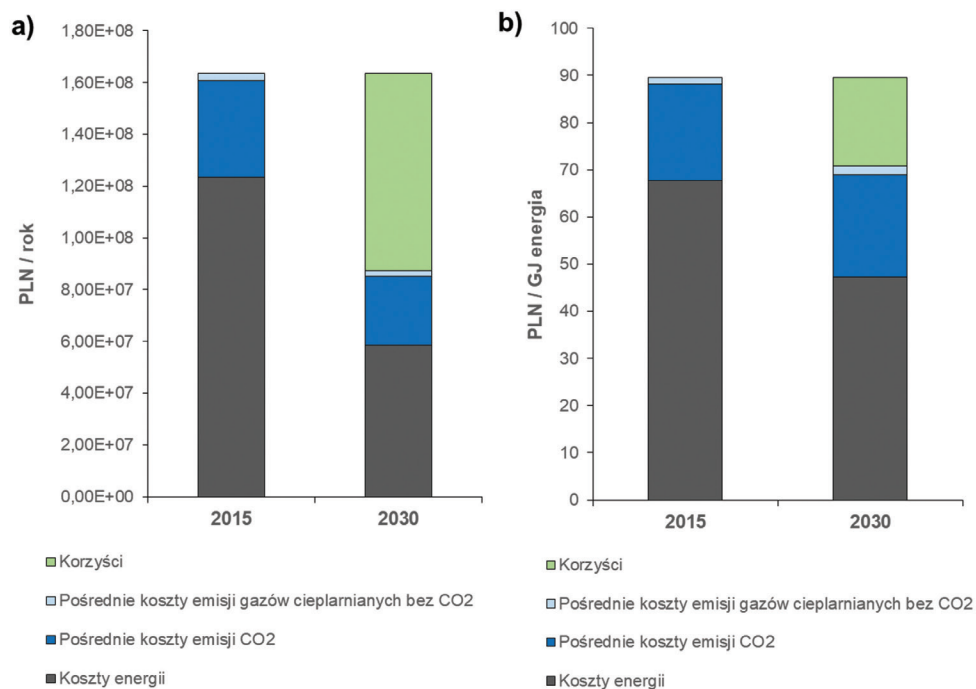
Ze względu na fakt, że powszechnie używane zintegrowane modele oceny nie są dostępne od ręki, społeczny koszt emisji CO₂ został w niniejszym opracowaniu oszacowany przy użyciu podejścia i narzędzia modelującego stworzonego przez van den Bijgaart i in. [14]. Celem niniejszego podejścia było połączenie przewidywań powszechnie używanych modeli symulacyjnych i tych pochodzących z analitycznych dotyczących obecnej ceny CO₂. W zależności od zastosowanych czynników wrażliwości klimatu, koszt wynosi około 150 zł za tonę [14]. Dla celów analizy, zarówno cykl życia emisji CO₂ i CO_{2-eq} zostały wzięte pod uwagę.

Zakres i granice

Cykl życia CO₂ i cykl życia CO_{2-eq} ze zużycia energii w gminie zostały obliczone przy użyciu identycznych granic systemowych jak w przypadku analizy LCA (rys. 7.2).

7.2.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

- Wyniki analizy kosztów i korzyści zostały pokazane na rys. 7.7. Analiza wykazuje że:
- istnieje społeczno-ekonomiczna korzyść w zmianie miksu energetycznego gminy, w przypadku gdy brany jest pod uwagę całkowity bilans energetyczny. Korzyść można przede wszystkim przypisać redukcji w zapotrzebowaniu na energię (32% całkowitego zapotrzebowania w GJ),
 - jest mniejsza korzyść społeczno-ekonomiczna w przypadku zmiany w miksie energetycznym gminy, jeśli 1 GJ obecnie i w projekcji na 2030 r. zostaną porównane bezpośrednio. To odzwierciedla zmniejszony koszt miksu energetycznego na 1 GJ w porównaniu do sytuacji obecnej, skoro, np. ciepło/chłód kosztuje mniej niż olej napędowy. W odróżnieniu, pośredni koszt emisji CO₂/gazów cieplarnianych na 1 GJ są porównywalne dla zarówno sytuacji obecnej jak i projekcji na 2030 r.



Rys. 7.7. Podział bezpośrednich kosztów energii (szary) i pośrednich kosztów cyklu życia CO₂ (ciemnoniebieski) i CO_{2,eq} (jasnoniebieski) związanych z: a) całkowitym obecnym i zakładanym na 2030 r. zapotrzebowaniem na energię gminy, b) 1 GJ zapotrzebowania na energię w gminie obecnie i w projekcji na 2030 r. (wszelkie społeczno-ekonomiczne koszty korzyści ze zmian w gminnym miksie energetycznym zostały zaznaczone na zielono)

Niepewności w analizie kosztów i korzyści

Niepewności w analizie kosztów i korzyści są znaczne, ponieważ istnieje niepewność co do zebranych danych pierwotnych (bezpośrednie koszty energii wykorzystane w niniejszym badaniu). Znaczące niepewności występują również w oszacowaniu pośrednich kosztów szkód związanych z emisją CO₂. Główną niepewność w danych dotyczących bezpośrednich kosztów energii bierze się z użycia identycznych kosztów dla sytuacji obecnej oraz dla roku 2030, z mniej istotnymi niepewnościami w danych wynikającymi z zastosowania krajowych danych dotyczących kosztów we wszystkich gminach. Jednakże, główną niepewnością w analizie kosztów i korzyści wynika z oszacowania pośrednich kosztów szkód wynikających z CO₂. Jest to spowodowane tym, że chociaż zrozumienie przyszłych zagrożeń klimatycznych i podatności, trendów klimatycznych, narażenia na oddziaływanie i możliwości adaptacyjnych poprawia się, świadomość kosztów skutków zmiany klimatu pozostaje znikoma. W dodatku, obecnie brakuje odpowiednich badań w tej dziedzinie. Zatem wyniki analizy kosztów i korzyści powinny zostać wykorzystane jedynie orientacyjnie.

8. SCENARIUSZ ZAPOTRZEBOWANIA ENERGETYCZNEGO NA ROK 2030

8.1. Metodyka konstrukcji prognozy „Top-Down” zapotrzebowania na energię elektryczną w horyzoncie do 2030 roku

Ze względu na bardzo ubogi materiał statystyczny jakim dysponują gminy metodyka konstruowania prognozy opierać się będzie na przenoszeniu pewnych wskaźników prognostycznych uzyskanych w skali kraju na obszary gminne. Ze względu na specyfikę funkcjonowania gminy zdecydowano się na wybór scenariusza prognozy ARE ujmującego zapotrzebowanie na energię elektryczną w podziale na sektory gospodarki, który praktycznie pokrywa się z kilkoma wariantami scenariuszy zapotrzebowania na energię elektryczną uzyskanymi z modelu MRK.

Zmiennymi pomocniczymi w modelu „Top-Down” będą również:

- Prognoza ludności Polski do 2030 roku,
- Prognoza ludności dla gmin do 2030 roku.

Prognozy liczby ludności dla Polski i dla Gminy Bełchatów przyjęto na podstawie danych GUS. Przewidywaną liczbę ludności do 2030 r. przedstawiono w tabelach 8.1 i 8.2 oraz graficznie na rysunkach 8.1 i 8.2.

Tab. 8.1. Prognoza ludności

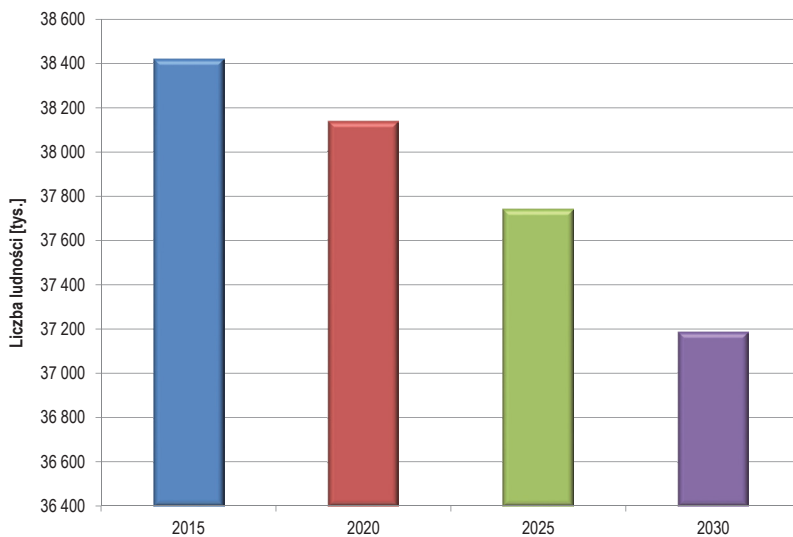
Polska	2015	2020	2025	2030
Ogółem	38 419 000	38 137 800	37 741 500	37 185 100

Źródło: GUS.

Tab. 8.2. Prognoza ludności w gminie Bełchatów

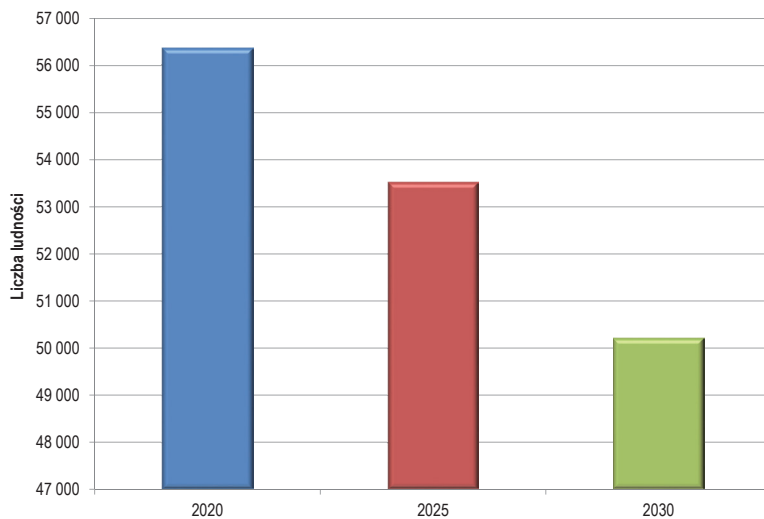
Gmina	Typ	Województwo	Powiat	2020	2025	2030
Bełchatów	miejska	łódzkie	bełchatowski	56 373	53 529	50 220

Źródło: GUS.



Rys. 8.1. Prognoza ludności w Polsce do 2030 r.

Źródło: GUS.



Rys. 8.2. Prognoza ludności dla gminy Bełchatów do 2030 r.

Źródło: GUS.

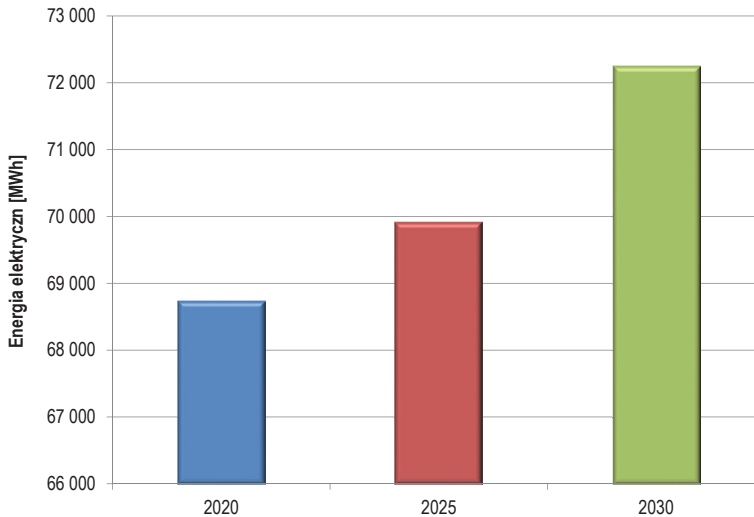
8.2. Prognoza dla Gminy Bełchatów

Bazując na prognozowanych wskaźnikach jednostkowego zapotrzebowania na energię w podziale na sektory energii w skali kraju wyznaczono prognozowane zapotrzebowanie na energię elektryczną dla wybranej gminy w podziale na wydzielone sektory gospodarki.

Tab. 8.3. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną w podziale na sektory gospodarki w (MWh) dla gminy Bełchatów

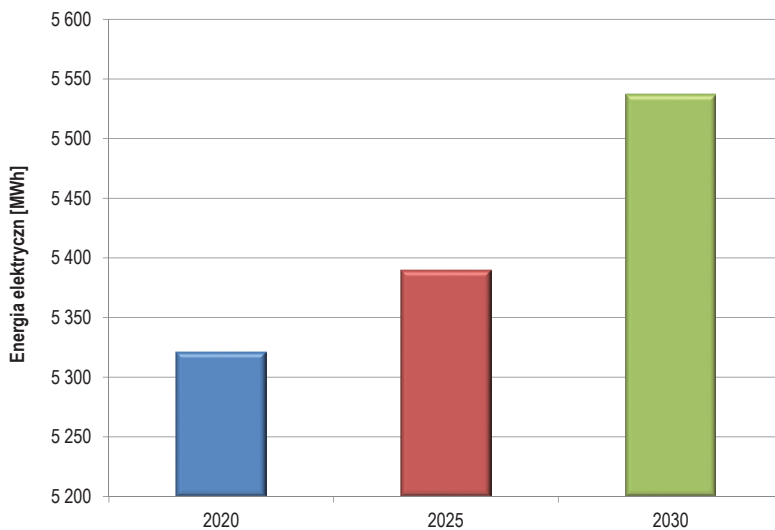
Sektory gospodarki	2020	2025	2030
Przemysł i budownictwo	68 733,5	69 922,5	72 253,9
Transport	5 321,3	5 389,6	5 537,2
Rolnictwo	2 512,8	2 553,0	2 566,0
Handel i usługi	77 602,3	82 119,9	86 164,5
Gospodarstwa domowe	47 743,9	49 782,5	51 590,7
Razem	201 913,9	209 625,6	217 977,3

Źródło: GUS.

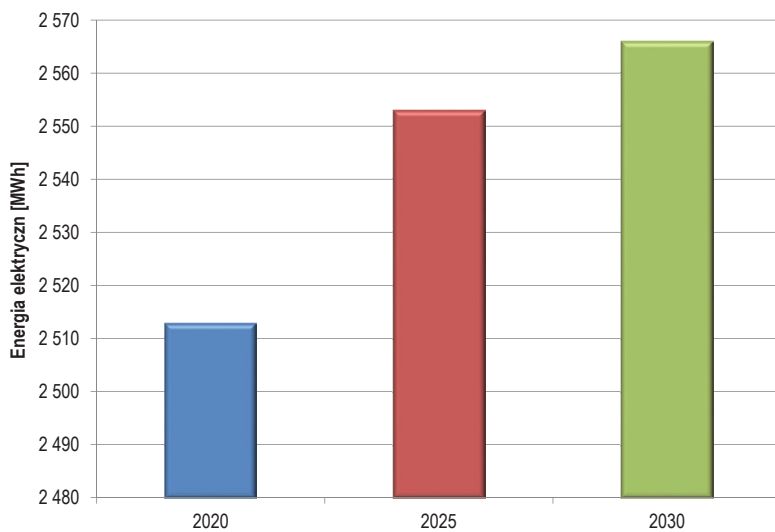


Rys. 8.3. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze przemysł i budownictwo dla gminy Bełchatów do 2030 r.

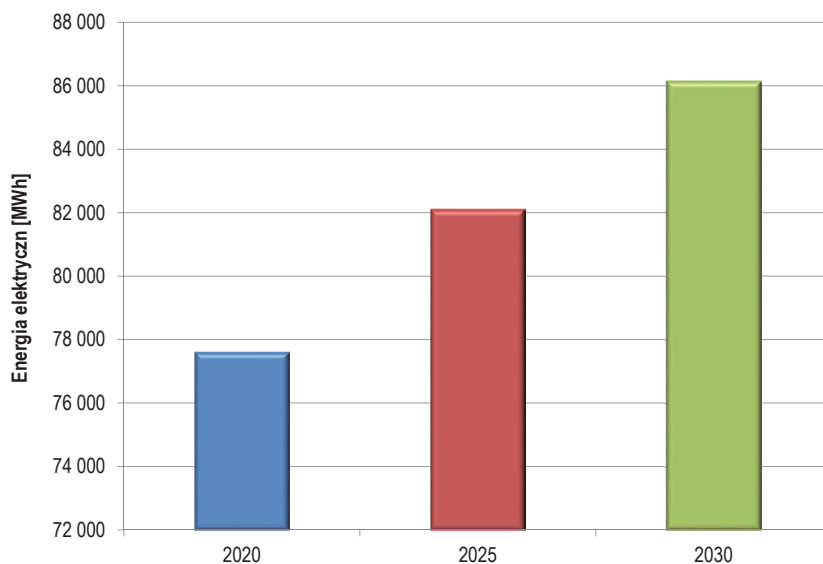
Źródło: GUS.



Rys. 8.4. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze transport dla gminy Bełchatów do 2030 r.
Źródło: GUS.

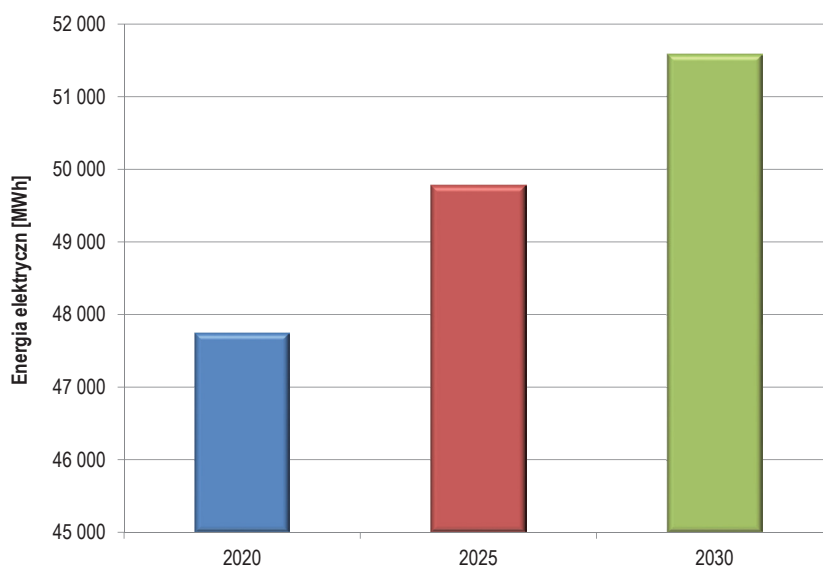


Rys. 8.5. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze rolnictwo dla gminy Bełchatów do 2030 r.
Źródło: GUS.



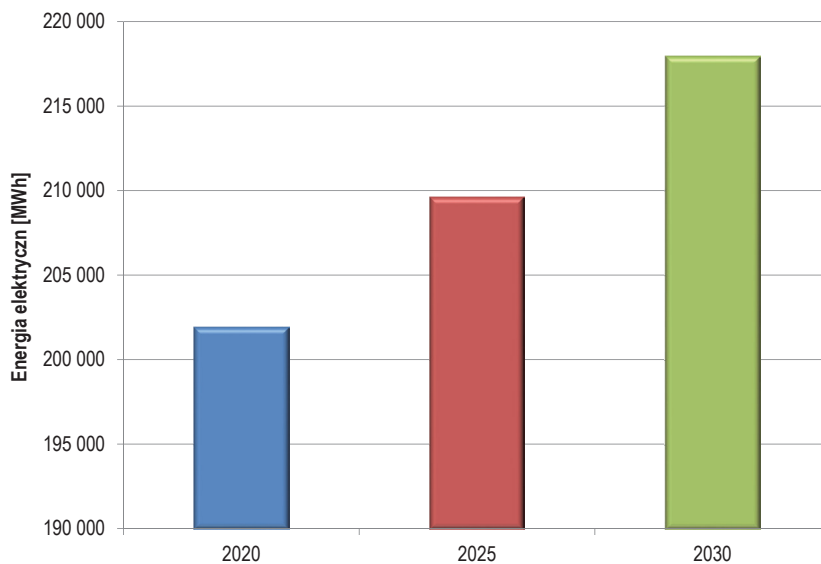
Rys. 8.6. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze handel i usługi dla gminy Bełchatów do 2030 r.

Źródło: GUS.



Rys. 8.7. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze gospodarstwa domowe dla gminy Bełchatów do 2030 r.

Źródło: GUS.



Rys. 8.8. Prognoza zapotrzebowania na energię łącznie dla wszystkich sektorów dla gminy Belchatów do 2030 r.

Źródło: GUS.

9. PODSUMOWANIE

Na podstawie zebranych danych i informacji jednoznacznie wynika, że Gmina Bełchatów nie jest samowystarczalna energetycznie. Niemniej gmina posiada bardzo duże zasoby i możliwości żeby się taką samowystarczalność osiągnąć i jest potencjał do wybudowania źródeł energii elektrycznej ciepła w oparciu o większość paliw uznawanych za odnawialne.

Obecna sytuacja na europejskim i krajowym rynku energii elektrycznej, gazu, węgla i limitów emisji CO₂ nie pozwala na zaprojektowanie ich ścieżek cenowych ze 100% dokładnością jednak można przewidzieć trendy wzrostu cen i kierunki ewolucji całej elektroenergetyki. Optymistyczne prognozy zakładają wzrost cen energii elektrycznej do 2030 r. o 25% a pesymistyczne o ponad 50%. Spadająca podaż krajowego węgla i presja na ochronę klimatu będą wymuszać ograniczenia w inwestowaniu w źródła oparte na tym paliwie a jednocześnie cena energii finalnej uzyskiwanej z tego paliwa będzie rosła.

Można założyć, że poza ewentualną budową elektrowni jądrowej, która miałaby zapewnić stabilną pracę systemu elektroenergetycznego nie będzie innych inwestycji w duże elektrownie systemowe. Rozwój polegać będzie na inwestowaniu w wysoko wydajne, niskoemisyjne źródła rozproszone, inteligentne sieci dystrybucyjne, magazyny energii powiązane z e-mobility i ciągłym podnoszeniu efektywności energetycznej.

Najlepszym rozwiązaniem byłoby stworzenie miksu energetycznego, który zapewnił by dywersyfikację kosztów i ryzyk związanych z inwestowaniem we własne źródła wytwórcze

Podstawą dalszych prac w Gminie Bełchatów powinny być wyniki próbnego odwiertu geotermalnego. Wyniki te powinny być bazą do sporządzenia bilansu energetycznego dla Gminy. Sporządzenie takiego bilansu pozwoli na zaprojektowanie miksu źródeł wytwórczych.

Oprócz geotermii szczególnie trzy rodzaje źródeł powinny być wzięte pod uwagę:

- Biogazownia w oparciu o oczyszczalnię ścieków,
- Fotowoltaika w postaci dużej fermy na terenach należących do spółek miejskich i rozwój energetyki prosumenckiej,
- Źródło trigeneracyjne oparte o gaz ziemny.

Zaprojektowanie takiego miksu i wyznaczenie mapy drogowej do osiągnięcia samowystarczalności przez Gminę wymagać będzie szczegółowego studium wykonalności, niemniej wszystko wskazuje, że są realne możliwości osiągnięcia w krótkim czasie:

- pozyskania 20% energii elektrycznej i ciepła z OZE,
- wzrostu efektywności energetycznej o 20%,

- Ograniczenia emisji zanieczyszczeń o 20%.

Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w Gminie Bełchatów wynosiło w 2014 r. wg danych z PGE Dystrybucja, **112 1841 MWh**. Natomiast zapotrzebowanie na ciepło sieciowe wynosiło **861 572,11 GJ**. Średnie zapotrzebowanie na moc elektryczną wynosi **21 MW** a na moc szczytową ok. **30 MW**.

W związku z tym, że łączna moc istniejącej elektrowni wodnej oraz paneli fotowoltaicznych i pomp ciepła w domach jednorodzinnych wynosi ok. 4 MW koniecznym dla samowystarczalności energetycznej było by wybudowanie źródeł o mocy szczytowej ok. 26 MW.

Przy założeniu, że wyniki próbnego odwiertu będą pozytywne, 50% zapotrzebowania na ciepło sieciowe mogłoby zostać pokryte z ciepłowni geotermalnej.

Założenia odnośnie projektu geotermalnego

Jako projekt referencyjny proponuje się instalację pracującą w systemie binarnym ORC z koniecznością wykonania odwiertu do wody o temperaturze 90–95°C.

W strukturze kosztów inwestycyjnych (CAPEX), dla geotermalnej siłowni binarnej znaczny udział mają koszty odwiertów (dolna granicę kosztów wykonania odwiertów w warunkach polskich to 12 mln zł). Całkowita wysokość nakładów inwestycyjnych wynosi dla geotermalnej siłowni binarnej o mocy 1 MW 17,95 mln zł.

W strukturze kosztów eksploatacyjnych, znaczenie mają nie tylko koszty konserwacji i obsługi urządzeń (m.in. pompowanie, zatłaczanie, filtrowanie), w wysokości 30 cEUR/kWh, ale również koszty opłat koncesyjnych za wydobywanie wód geotermalnych. Całkowita wysokość kosztów eksploatacyjnych wynosi dla geotermalnej siłowni binarnej o mocy 1 MW 9,45 mln zł/rok.

Zakładając, że moc cieplna ciepłowni wyniesie 10 MW należy liczyć się z kosztami inwestycji rzędu 180 mln zł.

Pozostała część zapotrzebowania na ciepło powinna zostać pokryta z źródeł kogeneracyjnych opartych o biogaz i gaz ziemny.

Założenia odnośnie projektu biogazowego

Jak wynika z danych prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, 31 grudnia 2015 r. istniało w Polsce 278 biogazowni, prawie sto z nich wykorzystuje osady ściekowe. Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, które zainstalowały już biogazownie wskazują na jej liczne zalety. Główną z nich jest zmniejszenie kosztów funkcjonowania oczyszczalni ścieków przez wykorzystanie biogazu do produkcji energii elektrycznej i ciepła w agregatach kogeneracyjnych. W rezultacie powstała w biogazowni energię można wykorzystać na potrzeby oczyszczalni ścieków. Warto pamiętać, że biogazownia rozwiązuje problem zagospodarowania osadów ściekowych. Niesie to za sobą wymierne korzyści finansowe, które ponoszą przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne w związku z koniecznością przekazywania tych substancji podmiotom zajmującym się ich utylizacją.

Cena referencyjna dla instalacji OZE wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej, biogaz pozyskany z oczyszczalni ścieków wynosi obecnie 365 zł/MWh. System

wsparcia dla biogazowni przy oczyszczalniach wymaga, podobnie jak dla innych źródeł OZE, udziału w aukcjach, co nie gwarantuje uzyskania wsparcia automatycznie ale z drugiej jednak strony wydaje się, że tego rodzaju instalacje będą cieszyły się zainteresowaniem ze strony przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjne. Wynika to przede wszystkim z obowiązujących od niedawna restrykcji w zakresie składowania osadów ściekowych. Nie ulega przy tym wątpliwości, że biogazownie stanowią jeden z najskuteczniejszych sposobów zagospodarowania osadów ściekowych. Ponadto ich funkcjonowanie pozwala uzyskać wartość dodaną w postaci odzysku energii elektrycznej i ciepła.

Szacuje się w oparciu o biogaz można wybudować źródło kogeneracyjne o mocy elektrycznej i cieplnej rządu 1,5 MW. Koszt budowy takiego źródła to ok. 15–20 mln zł.

Założenia odnośnie projektu gazowego (kogeneracja i trigeneracja)

Tego typu źródło energii elektrycznej i ciepła (chłodu) zapewnia bardzo dużą elastyczność w reagowaniu na zmiany zapotrzebowania. Jest duża oferta rynkowa wielu firm specjalizujących się w budowie tego typu instalacji. Dla zoptymalizowania nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych i osiągnięcia jak najlepszych efektów redukcji emisji zanieczyszczeń, projekt budowy Kogeneracji gazowej powinien być skorelowany z planami budowy instalacji geotermalnej.

Założenia odnośnie projektu fotowoltaicznego

Warunki nasłonecznienia w Gminie Bełchatów oraz obecnie obowiązujące systemy wsparcia dla nowych instalacji OZE preferują inwestowanie w instalacje fotowoltaiczne.

Plany rozwoju powinny obejmować 2 kierunki działania:

- duża farma fotowoltaiczna połączona z magazynem energii – ten projekt z uwagi na jego innowacyjność powinien być realizowany w formule badawczo-rozwojowej i należy ubiegać się o wsparcie finansowe z funduszy NCBiR,
- rozwój fotowoltaiki prosumenckiej – konieczne jest stworzenie długofalowego programu wsparcia dla indywidualnych instalacji przydomowych. Idealnym rozwiązaniem jest tu idea Klastra Energii w ramach którego można koordynować i monitorować takie działania.

Przedstawiony w niniejszym dokumencie plan działań, pod warunkiem konsekwentnej i skutecznej ich realizacji, pozwoli na osiągnięcie wyznaczonych celów – zarówno strategicznych, jak i szczegółowych. Należy pamiętać, że szerzenie świadomości ekologicznej mieszkańców może skutkować zwiększeniem wykorzystania OZE na terenie Gminy.

Wśród zadań, które przyniosą największy efekt, jeśli chodzi o obniżenie emisji CO₂, należy wskazać przede wszystkim prowadzenie kampanii informacyjnej i szkoleń w zakresie efektywności energetycznej i OZE. Należy jednak pamiętać, że każde zrealizowane zadanie zawarte w GSE przyniesie korzyści dla Gminy.

GSE jest dokumentem, stanowiącym podstawę do ubiegania się o środki wsparcia na działania efektywnościowe i proekologiczne związane z realizacją celów gospodarki niskoemisyjnej w nowej perspektywie finansowej UE na lata 2014–2020. W nowej perspektywie specjalnym wsparciem otoczone będą działania ograniczające emisję CO₂ i związane z efektywnością energetyczną oraz wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Pro-

gramy regionalne będą miały charakter dwufunduszowy i umożliwią łączenie inwestycji „twardych” np.: infrastrukturalnych i „miękkich” np.: edukacyjnych i informacyjnych, a więc na działania przewidziane i wpisujące się w GSE.

W drugim tomie niniejszej monografii *Uwarunkowania samowystarczalności energetycznej gmin* omówiono:

1. Proponowane działania:
 - budowa, rozbudowa i przebudowa instalacji OZE,
 - wytwarzanie energii w wysokosprawnej kogeneracji,
 - systemy magazynowania energii,
 - instalacje hybrydowe,
 - podniesienie efektywności energetycznej istniejących budynków,
 - zagospodarowanie odpadów na cele energetyczne. Współpraca gminy z gminami sąsiednimi pod względem możliwości pozyskiwania paliw kwalifikowanych jako OZE,
 - strategia odpowiedzialności społecznej za stan środowiska w gminie,
 - katalog preferowanych rozwiązań technologicznych na poziomie wytwarzania oraz dystrybucji energii elektrycznej i ciepła,
 - analiza techniczno-ekonomiczna magazynowania energii.
2. Plan implementacji celów strategii.
3. Projekt koncepcyjny z uwzględnieniem priorytetów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wybranych technologiach energetycznych.
4. Analizę finansowo-ekonomiczną dla potrzeb realizacji projektu w poszczególnych gminach na podstawie wskaźników funkcjonujących w poszczególnych obszarach oraz lokalizacjach.
5. Analizę dostępnych źródeł finansowania oraz analiza kosztów i korzyści związanych z redukcją emisji zanieczyszczeń.
6. Katalog uwarunkowań środowiskowo-prawnych obowiązujących w perspektywie 2017–2037 (wytyczne lokalne, krajowe oraz wynikające z wymagań oraz projekcji UE). Analiza uwarunkowań prawnych, w tym dotyczących źródeł energii konwencjonalnej oraz OZE na podstawie obowiązującego polskiego systemu prawnego, wymagań Unii Europejskiej, dokumentów Polityki Regionalnej oraz dokumentów o charakterze lokalnym.
7. Analizę SWOT na podstawie wskaźników funkcjonujących w lokalizacjach objętych realizacją projektu.
8. Analizę dostępnych źródeł finansowania projektów na poziomie środków krajowych i funduszy europejskich.

Literatura i źródła

Dokumenty unijne:

Dyrektywa CAFE
Strategia „Europa 2020”
Strategia UE dot. adaptacji do zmian klimatu
Strategiczny Plan Adaptacji – SPA2020

Dokumenty krajowe:

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK)
Krajowa Polityka Miejska do 2020 roku
Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego (KSRR)
Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku (KPD OZE)
Krajowy Plan Działań dot. efektywności energetycznej
Narodowa Strategia Spójności (NSS)
Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej (NPRGN)
Polityka Ekologiczna Państwa
Polityka Energetyczna Państwa do 2030 roku
Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” 2020 (BEiŚ)
Strategia Rozwoju Kraju 2020
Ustawa Prawo Ochrony Środowiska
Założenia systemu zarządzania rozwojem Polski, 2009
Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju – Polska 2030
Główny Urząd Statystyczny

Dokumenty wojewódzkie:

Program ochrony powietrza dla województwa łódzkiego
Raport roczny: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi

Dokumenty gminne:

Raport z wykonania Programu ochrony środowiska dla miasta

Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Bełchatów

Analiza stanu gospodarki odpadami komunalnymi na terenie Gminy – Miasto Bełchatów

Miejscowy Plan zagospodarowania przestrzennego

Pozostałe:

Dane z PGE, oraz PGNIG

Dane z Urzędu Miejskiego w Bełchatowie

Dane z Miejskiego Zakładu Wodociągów i Kanalizacji

Dane z portalu internetowego:

<http://www.pga.org.pl/geotermia-zasoby-polskie.html>

<https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/arttykul/geotermia-w-pol-sce,35,0,2295331.html>

<http://www.ekologia.pl/wywiady/polska-ma-olbrzymi-potencjal-energii-geotermalnej-wywiad-z-piotrem-dlugoszem,20631.html>

<http://technowinki.onet.pl/biznes-i-finanse/polskie-zaglebie-geotermalne-jestesmy-swiatowa-potega/k1g7r>

Odwołania:

Rozdział 5

- [1] EUROPEAN COMMISSION 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30. Official Journal of the European Union 5, 5.
- [2] EUROPEAN COMMISSION 2014. 2030 Framework for Climate and Energy: EU 2030. Outcome of the October 2014 European Council.
- [3] Energy statistics – supply, transformation and consumption, EUROSTAT, 2017: http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_QAMy7Pe6HwI1&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1 [dostęp 15.11.2017].
- [4] IEA. 2017. Sankey energy balances: <https://www.iea.org/Sankey/#?c=Norway&s=Balance> [dostęp 15.11.2017].

Rozdział 7

- [1] Dworecki, Z., Adamski, M., Fiszer, A., Loboda, M. & Niedbala, G., *Analiza porównawcza cen energii zawartej w paliwach (Comparative Analysis Of Prices Of Energy Contained In Fuels)*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna”, 2015, 3, 20-22.
- [2] EMEP AND EEA 2016. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016: Technical guidance to prepare national emission inventories.
- [3] EPA 2016. Social Cost of Carbon: EPA fact sheet.
- [4] European Commission 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30. Official Journal of the European Union 5, 5.
- [5] European Commission 2014. 2030 Framework for Climate and Energy: EU 2030. Outcome of the October 2014 European Council.
- [6] Galuszkiewicz Z., *Magazynowanie energii*, Opening conference of the GSE Project, Czestochowa, Poland. 2017.
- [7] IOS-PIB AND KOBIZE 2017a. Poland's Informative Inventory Report 2017: Submission under the UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and the DIRECTIVE (EU) 2016/2284.
- [8] IOS-PIB AND KOBIZE 2017b. Poland's National Inventory Report 2017, Greenhouse Gas Inventory for 1988-2015: Submission under the UN Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol.
- [9] IPCC 2007. Climate Change 2007: The physical science basis. Contributions of working group I to the fourth assesment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press.
- [10] Liu W. G., Zhang Z. H., Xie X. F., Yu Z., Von Gadow K., Xu J. M., Zhao S. S. & Yang Y. C., *Analysis of the Global Warming Potential of Biogenic CO₂ Emission in Life Cycle Assessments*, Scientific Reports 2017, 7.
- [11] Ministry of Economy 2009. Energy Policy of Poland until 2030.
- [12] Ministry of Energy 2017. The reference prices according to the Regulation of the Minister of Energy of 24 March 2017 on the reference price of electricity from renewable energy sources in 2017 and the periods of the current generators who won the auctions in 2017 (OJ of 2017 item 634).
- [13] Urząd Regulacji Energetyki 2017. Informacja Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki nr 17/2017 w sprawie średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za rok 2016.
- [14] Van Den Bijgaart I., Gerlagh R. & Liski, M., *A simple formula for the social cost of carbon*, Journal of Environmental Economics and Management, 2016, 77, 75–94.
- [15] Wernet G., Bauer C., Steubing B., Reinhard J., Moreno-Ruiz, E. & Weidema B., *The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology*, The International Journal of Life Cycle Assessment, 2016, 21, 1218-1320.

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 2.1.	Bełchatów	13
Rys. 2.2.	Położenie geograficzne Miasta Bełchatów na tle województwa łódzkiego . .	14
Rys. 2.3.	Położenie geograficzne Bełchatowa na tle części powiatu bełchatowskiego .	14
Rys. 2.4.	Sieć drogowa i kolejowa w Bełchatowie	17
Rys. 2.5.	Liczba podmiotów gospodarki narodowej w Bełchatowie w latach 2010-2013.	18
Rys. 2.6.	Mapa glebowo-rolnicza Bełchatowa	20
Rys. 2.7.	Struktura ludności w Mieście Bełchatów.	22
Rys. 2.8.	Struktura ludności wg grup ekonomicznych.	22
Rys. 2.9.	Sieć ciepłownicza PEC Bełchatów.	24
Rys. 5.2.	Bilans energetyczny dla Polski w 2015 r.	67
Rys. 5.3.	Bilans energetyczny dla Norwegii w 2015 r.	68
Rys. 5.4.	Całkowite zużycie wewnętrzne brutto dla :a) Polski, b) Norwegii w 2015 r. .	69
Rys. 5.5.	Całkowite wewnętrzne zużycie energii odnawialnej brutto w tonach ekwiwalentu ropy (TOE) dla Polski i Norwegii. Dane z lat 2006–2015 . . .	70
Rys. 5.6.	Energia odnawialna w zużyciu końcowym energii brutto, transport, elektryczność oraz ciepło i chłód dla: a) Polski i b) Norwegii. Dane z lat 2006–2015	71
Rys. 7.1.	Struktura LCA wg ISO 14040	76
Rys. 7.2.	Granice systemowe zastosowane w ocenie LCA	78
Rys. 7.3.	Bilans energetyczny dla gminy, pokazujący udział: a) każdy sektor zużycia energii, b) każdy nośnik energii, w drodze do całkowitego zużycia energii .	79
Rys. 7.4.	Wyszczególnienie oddziaływania zmian klimatu per GJ zużytej energii w gminie (odnośnie obecnego zużycia energii), według sektora zużycia i procesu	81
Rys. 7.5.	Przegląd bilansu energetycznego dla gminy prezentujący wkład: a) każ- dego sektora zużycia energii, b) każdego nośnika energii, w dążeniu do całkowitego przewidzianego zużycia energii w 2030 r.	81

Rys. 7.6.	Wyszczególnienie oddziaływania zmian klimatu per GJ zużytej energii w gminie (odnośnie projekcji zużycia energii na 2030 r.), według sektora zużycia i procesu	83
Rys. 7.7.	Podział bezpośrednich kosztów energii i pośrednich kosztów cyklu życia CO ₂ i CO _{2-eq} związanych z: a) całkowitym obecnym i zakładanym na 2030 r. zapotrzebowaniem na energię gminy, b) 1 GJ zapotrzebowania na energię w gminie obecnie i w projekcji na 2030 r.	87
Rys. 8.1.	Prognoza ludności w Polsce do 2030 r.	90
Rys. 8.2.	Prognoza ludności dla gminy Bełchatów do 2030 r.	90
Rys. 8.3.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze przemysł i budownictwo dla gminy Bełchatów do 2030 r.	91
Rys. 8.4.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze transport dla gminy Bełchatów do 2030 r.	92
Rys. 8.5.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze rolnictwo dla gminy Bełchatów do 2030 r.	92
Rys. 8.6.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze handel i usługi dla gminy Bełchatów do 2030 r.	93
Rys. 8.7.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze gospodarstwa domowe dla gminy Bełchatów do 2030 r.	93
Rys. 8.8.	Prognoza zapotrzebowania na energię łącznie dla wszystkich sektorów dla gminy Bełchatów do 2030 r.	94

SPIS TABEL

Tab. 2.1. Wykaz ulic w ciągu drogi krajowej nr 74, znajdujących się na terenie Bełchatowa	15
Tab. 2.2. Wykaz ulic w ciągu dróg wojewódzkich, znajdujących się na terenie Bełchatowa	16
Tab. 2.3. Wykaz ulic powiatowych na terenie miasta Bełchatowa	16
Tab. 2.4. Liczba mieszkańców w Mieście Bełchatów	21
Tab. 2.5. Ludność Bełchatowa wg grup ekonomicznych w latach 2011-2014	21
Tab. 2.6. Struktura odbiorców PEC	25
Tab. 2.7. Ilość dostarczonej energii elektrycznej z podziale na lata i grupy taryfowe	26
Tab. 2.8. Specyfikacja stacji elektroenergetycznych na terenie Bełchatowa	27
Tab. 2.9. Długość sieci gazowej oraz liczba przyłączy na terenie Bełchatowa	30
Tab. 2.10. Ilość poszczególnych odpadów komunalnych odebranych w systemie pojemnikowym	37
Tab. 2.11. Ilość poszczególnych odpadów komunalnych zebranych w PSZOK w 2014 i 2015 r.	39
Tab. 2.12. Zestawienie ilości odpadów komunalnych odebranych w latach 2014–2015	40
Tab. 2.13. Wyniki pomiarów SO ₂ i NO ₂ za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Przemysłowej	42
Tab. 2.14. Wyniki pomiarów SO i NO za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Kościuszki przy poczcie	43
Tab. 2.15. Wyniki pomiarów SO i NO za rok 2013 w punkcie pomiarowym przy ul. Czaplinecka 77	43
Tab. 2.16. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dla stacji zlokalizowanej przy osiedlu Przytorze w Bełchatowie, wartości średniomiesięczne za rok 2002	44
Tab. 2.17. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dla stacji zlokalizowanej przy osiedlu Przytorze w Bełchatowie, wartości średniomiesięczne za rok 2013	44
Tab. 2.18. Wyniki pomiarów pasywnych SO ₂ i NO ₂ wykonanych w 2009 r.	45
Tab. 2.19. Procentowy udział rodzajów/typów emisji w stężeniach całkowitych pyłu zawieszonego PM ₁₀ 24h w obszarze przekroczeń Ld ₁₂ SldPM ₁₀ d ₁₈	46
Tab. 2.20. Wyniki pomiarów pasywnych zanieczyszczeń powietrza w latach 2012–2015	48
Tab. 4.1. Analiza SWOT – uwarunkowania realizacji celu redukcji emisji gazów cieplarnianych w Gminie do 2020 r.	56
Tab. 5.1. Bilans zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy w latach 2013–2016	62
Tab. 5.2. Bilans emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy w latach 2013–2016	64

Tab. 5.3.	Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy na rok 2020	65
Tab. 5.4.	Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy na rok 2020	65
Tab. 7.1.	Ocena oddziaływania dla gminy, odnośnie obecnego zużycia energii	80
Tab. 7.2.	Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, odnośnie projekcji zużycia energii na 2030 r..	82
Tab. 7.3.	Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, w odniesieniu do projekcji zapotrzebowania na energię w 2030 r..	83
Tab. 7.4.	Bezpośredni koszt nośników energii wykorzystany w analizie kosztów i korzyści	85
Tab. 8.1.	Prognoza ludności	89
Tab. 8.2.	Prognoza ludności w gminie Bełchatów	89
Tab. 8.3.	Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną w podziale na sektory gospodarki dla gminy Bełchatów	91