

ISBN 978-83-62805-70-9



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



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 oraz 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 tym bilansu potrzeb energetycznych oraz możliwości lokalnego wytwarzania energii. Raport stanowi podstawę do opracowania strategii energetycznej rozumianej jako propozycje działań, które należy w określonej perspektywie podjąć na indywidualnym obszarze gminy/miasta, aby uzyskać w możliwie największym stopniu zrównoważenie generacji i konsumpcji energii.

Gmina samowystarczalna energetycznie ŁOMŻA

Gmina samowystarczalna energetycznie

ŁOMŻA



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

pod redakcją naukową
Sylwii Całus



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Norway
grants



GMINA SAMOWYSTARCZALNA ENERGETYCZNIE

Łomża

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 978-83-62805-70-9

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	15
2.4. Energetyka w gminie	16
2.5. Odnawialne źródła energii	20
2.6. Gospodarka odpadami	28
2.7. Zanieczyszczenia powietrza	28
3. Identyfikacja obszarów problemowych	31
4. Analiza SWOT	35
5. Wyniki inwentaryzacji energetycznej gminy	39
5.1. Wykorzystanie OZE do produkcji energii w gminie	39
5.2. Podsumowanie wyników inwentaryzacji na tle bilansu zużycia energii i emisji CO ₂	40
5.3. Analiza bilansów energetycznych w oparciu o doświadczenia partnera norweskiego	44
6. Wyniki inwentaryzacji emisji w gminie	51
6.1. Metodologia	51
7. Wykorzystanie oceny bilansu energetycznego oraz analizy kosztów i korzyści jako wpływu na środowisko zużycia energii w gminie Łomża.	53
7.1. Ocena LCA (<i>Life Cycle Assessment</i>) bilansu energetycznego w gminie	53
7.2. Analiza kosztów i korzyści związanych z przejściem na gospodarkę niskoemisyjną	62
8. Scenariusz zapotrzebowania energetycznego na rok 2030	67
8.1. Metodyka konstrukcji prognozy „Top-Down” zapotrzebowania na energię elektryczną w horyzoncie do 2030 roku	67
8.2. Prognoza dla gminy Łomża	69
9. Podsumowanie	73
Literatura i źródła.	77
Spis rysunków	81
Spis tabel	83

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
PRPO	Regionalny Program Operacyjny Województwa Podlaskiego (Podlaski 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
POŚ	Program Ochrony Środowiska dla Miasta Łomża
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 jest zgodny z następującymi dokumentami Gminy:

- Plan gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Łomża,
- Strategia zrównoważonego rozwoju miasta Łomża do roku 2020,
- Planów zagospodarowania przestrzennego miasta Łomża,
- Program ochrony środowiska miasta Łomża przyjęty Uchwałą nr 286/XXXIV/16 Rady Miejskiej w Łomża z dnia 14 grudnia 2016 roku.

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 PM2,5 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 między innymi 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

Łomża to miasto na prawach powiatu w północno-wschodniej Polsce, w województwie podlaskim (rys. 2.1) nad rzeką Narew. Łomża położona jest na terenie „Zielonych Płuc” Polski. W sąsiedztwie miasta znajduje się Łomżyński Park Krajobrazowy Doliny Narwi (na wschód), rezerwat przyrody „Rycerski Kierz” (na zachód) oraz Czerwony Bór (na południe). W pobliżu, ok. 25 km na północny wschód, zlokalizowany jest Biebrzański Park Narodowy, a ok. 20 km na północny zachód Puszcza Kurpiowska. Przez miasto przepływają 2 ciek: rzeka Narew oraz Łomżyczka.



Rys. 2.1. Położenie Miasta Łomża

Źródło: www.google.mapy.pl

Położenie Łomży w regionie o charakterze rolniczo-leśnym wskazuje na podstawowe kierunki rozwoju gospodarczego, którymi są branże nieuciążliwe ekologicznie, tj. prze-

mysł spożywczy, browarnictwo, elektronika, przemysł materiałów budowlanych, drzewny, meblarski, produkcja i przetwórstwo płodów rolnych, a także turystyka i agroturystyka. Na terenie miasta nie istnieje żadne duże przedsiębiorstwo zatrudniające ponad 1000 pracowników, jednak funkcjonują przedsiębiorstwa, które znalazły się na Podlaskiej Setce Przedsiębiorców. Są to m.in. Browar Łomża (producent piwa), DE HEUS (producent pasz dla zwierząt), DOMEL (producent okien bezołowiowych), FARGOTEX (importer tkanin meblowych), KONRAD (importer jałowic hodowlanych), Łomżyńska Fabryka Mebli (producent mebli), PEPEES (producent skrobi ziemniaczanej), Purzeczek (ochrona osób i mienia), UniGlass Polska (producent szyb zespolonych). Miasto jest siedzibą Podlaskiej centrali Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

Na koniec 2007 roku liczba pracujących w mieście Łomża wynosiła 13 408, w tym 7 170 kobiet, natomiast stopa bezrobocia na koniec września 2012 roku wynosiła 15,8%. W tabeli 2.1 przedstawiono dane o strukturze zatrudnienia w roku 2004. Liczba podmiotów gospodarczych zarejestrowanych w rejestrze REGON na koniec 2008 roku wynosiła 6 421, w tym 6 280 podmiotów sektora prywatnego.

Tab. 2.1. Struktura zatrudnienia

Struktura zatrudnienia (2004)		
Sektor	pracujący	udział %
Rolnictwo	51	0,4
Przemysł	3258	25,4
Usługi rynkowe	4657	36,3
Usługi nierynkowe	4875	38,0
Ogółem	12 828	100,0

Źródło: GUS.

2.2. Uwarunkowania lokalne

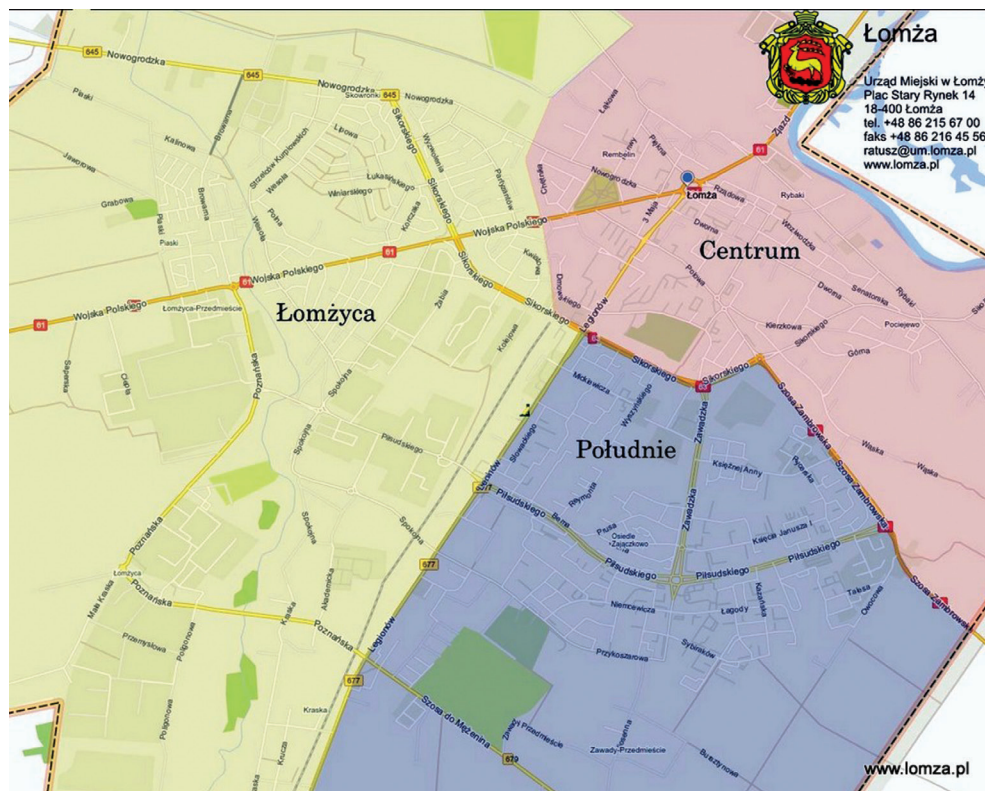
Łomża składa się z 4 zwyczajowych dzielnic (rys. 2.2), które dzielą się na 15 osiedli.

Stare Miasto – najstarsza część miasta, w której znajduje się wiele zabytków architektury oraz dwa parki miejskie. Ma również tu swoje miejsce większość łomżyńskich urzędów oraz stadion ŁKS-u. W skład Starego Miasta wchodzi Starówka, Rembelin, Os. Monte Casino oraz nowe osiedla powstałe w miejscu wsi Pocijewo, czyli Os. Skarpa i Os. Pocijewo.

Południe – dzielnica, w której znajdują się głównie bloki mieszkalne. Budynki a razem z nimi dzielnica zaczęły powstawać w latach 70., kiedy nastąpił rozwój gospodarczy miasta po nadaniu rangi województwa. Obszar leży na południe od Starego Miasta, stąd też nazwa. Znajdują się tutaj osiedla: Jantar, Górka Zawadzka, Mazowieckie, Konstytucji, Armii Krajowej, Medyk oraz Zawady Przedmieście. Na osiedlu Medyk mieści się Zespolony Szpital Wojewódzki. Dzielnica nadal się rozwija pod względem urbanistycznym.

Łomżyca – leży w zachodniej części miasta. Tworzą ją osiedla domków jednorodzinnych (Łomżyca, Nowa Łomżyca, Maria, Narew, Staszica, Słoneczne, Parkowe, Młodych i Skowronki). Dzielnica prężnie się rozwija pod względem urbanistycznym.

Kraska – najmniejsza z czterech łomżyńskich dzielnic. Leży na południe od Łomżycy. Dawniej była miejscowością. Nazwy ulic pochodzą tu najczęściej od nazw ptaków np. ul. Krucza, ul. Pawia, ul. Kolibrowa itp. Znajdują się tu głównie domki jednorodzinne (os. Kraska) oraz zakłady przemysłowe (os. Przemysłowe).



Rys. 2.2. Miasto Łomża – mapa centrum

Źródło: www.google.mapy.pl

2.3. Struktura demograficzna

Według danych z ewidencji Urzędu Miasta Łomża, liczba ludności na koniec 2015 r. wynosiła 62 737 mieszkańców (tab. 2.2). W granicach administracyjnych miasto zajmuje powierzchnię 33 km² (GUS).

Tab. 2.2. Zestawienie liczby mieszkańców Miasta Łomża w latach 2006–2016

Rok	Liczba mieszkańców		
	Ogółem	Kobiety	Mężczyźni
2006	63 387	32 790	30 597
2007	63 036	32 652	30 384
2008	63 304	32 822	30 482
2009	63 357	32 918	30 439
2010	63 240	32 849	30 391
2011	63 070	32 724	30 346
2012	62 812	32 606	30 206
2013	62 711	32 588	30 123
2014	62 779	32 614	30 165
2015	62 737	32 624	30 133
2016	bd	bd	bd

Źródło:GUS.

2.4. Energetyka w gminie

Wytwarzanie ciepła

Na terenie Miasta Łomża działa system ciepłowniczy zasilany z Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej w Łomży. Doprowadza on ciepło do budynków mieszkalnych, obiektów użyteczności publicznej oraz obiektów handlowych i usługowych.

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej obecnie eksploatuje kotłownię węglową złożoną z 5 kotłów wodnych. Kotłownia opalana jest miałem węglowym. System ciepłowniczy zasila budynki mieszkalne, użyteczności publicznej oraz obiekty handlowe i usługowe.

- Rocznie w kotłowni zużywa się około 35 314 Mg paliwa.
- Moc całkowita kotłów wynosi 155 MW.
- Kotłownia wytwarza ciepło w postaci gorącej wody o parametrach około 130/70°C.
- Kotłownia ujęta jest w systemie handlu emisjami EU-ETS, rodzaj aktywności określony jako spalanie paliw, emisja dwutlenku węgla w 2016 r. wyniosła 0,3555 Mg CO₂/MWh.
- Całkowita moc kotłowni MPEC wynosi 192 MW.
- Rocznie produkują średnio 661 759 GJ energii, z czego ok. 55% ciepła dostarczane jest do odbiorców indywidualnych (cele mieszkaniowe), a ok. 42% ciepła dostarczane jest na cele usługowe (budynki użyteczności publicznej, obiekty komunalne i usługowe).
- Długość sieci ciepłowniczej na terenie Gminy wynosi 75,55 km.
- Stan techniczny sieci ciepłowniczej nie budzi zastrzeżeń i jest w 100 % szczelny na terenie Łomży.

Kotłownie lokalne i źródła indywidualne

Na obszarze miasta działają także kotłownie instytucji użyteczności publicznej, podmiotów handlowych i usługowych oraz wielorodzinnych i jednorodzinnych budynków mieszkalnych, jako kotłownie lokalne wytwarzające ciepło na potrzeby własne, a także obiektów znajdujących się w najbliższym zasięgu. Do ogrzewania wykorzystywany jest węgiel kamienny, gaz ziemny oraz olej opałowy.

Indywidualni odbiorcy ciepła najczęściej pokrywają swoje potrzeby grzewcze poprzez spalanie paliw we własnych kotłach węglowych lub piecach kaflowych. Tego rodzaju źródła ciepła są głównym emitorem zanieczyszczeń do atmosfery i w dużej mierze przyczyniają się do występowania zjawiska niskiej emisji na terenie miasta. W procesie ogrzewania mieszkań i budynków jednorodzinnych jako dodatkowe i tańsze paliwo często wykorzystywane jest drewno i odpady drzewne. Ponadto do ogrzewania stosowane są także paliwa gazowe, olej opałowy, czy energia elektryczna, ale dotyczy to mniejszej grupy mieszkańców. Powodem takiej sytuacji są wysokie koszty tych paliw w porównaniu z tańszym, ale najmniej ekologicznym węglem kamiennym.

Energia elektryczna

Operatorem sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej na terenie miasta jest Polska Grupa Energetyczna S.A. W tabeli 2.3 przedstawiono zestawienie liczby odbiorców i ilości dostarczonej energii przez Spółkę na terenie Miasta.

Tab. 2.3. Zestawienie liczby odbiorców i ilości dostarczonej energii na terenie Miasta w 2015 r.

Obszar terytorialny	Grupa odbiorców	Liczba odbiorców	Ilość energii [MWh]
Łomża	A	bd	bd
	B	bd	bd
	C+G+R	bd	bd
	G	23 007	37 459

A – wysokie napięcie (odbiorcy przemysłowi), B – średnie napięcie (odbiorcy biznesowi i przemysł), C – niskie napięcie (odbiorcy biznesowi i instytucje), G – niskie napięcie (gospodarstwa domowe), R – niskie napięcie (odbiorcy ryczałtowi).

Źródło: GUS, Baza Danych Lokalnych.

Sprzedaż energii elektrycznej na terenie Miasta mogą prowadzić firmy posiadające koncesję z terenu całego kraju. Miasto zasilane jest w energię elektryczną z 3 stacji transformatorowych liniami 110/15 kV zlokalizowanymi w Łomży.

Oświetlenie uliczne na terenie miasta

Na terenie Miasta funkcjonuje 5 286 punktów świetlnych (stan na koniec stycznia 2017 r.) (tab. 2.4). Właścicielem oświetlenia ulicznego jest Miasto Łomża i PGE Dystrybucja (jednostką odpowiedzialną jest Wydział Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska), w którego gestii znajdują się sprawy związane z eksploatacją i modernizacją oświetlenia ulicznego.

Tab. 2.4. Rodzaje i ilość punktów świetlnych na terenie Gminy

Rodzaj źródła światła	Liczba punktów świetlnych
Sodowe	4 992
Rtęciowe	0
LED	294

Źródło: Wydział Gospodarki Komunalnej.

W technologii LED, jak wynika z tab. 2.4 funkcjonuje zaledwie 294 punktów świetlnych. Działania w sektorze oświetlenia komunalnego powinny skupiać się na modernizacji w kierunku ograniczania ilości opraw sodowych i rtęciowych. Przyniesie to oszczędności zarówno w ilości wykorzystywanej energii, jak i związanych z tym kosztów. Ilość energii elektrycznej wykorzystanej na potrzeby oświetlenia ulicznego wyniosła ok. 2 901 600 kWh.

Zaopatrzenie w gaz ziemny

Na terenie Miasta system gazowniczy obsługiwany jest przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A Zakład Gazowniczy, Oddział Białystok. Gmina zasilana jest gazem wysokometanowym GZ-50 pochodzenia naturalnego. Zakład Gazowniczy na obszarze Gminy posiada sieć gazową niskiego i średniego ciśnienia wykonaną z rur stalowych i PE. Długość czynnej sieci ogółem w 2015 r. wyniosła około 64,07 km. Liczba czynnych przyłączy do budynków mieszkalnych i niemieszkalnych wynosi ok 1 988. Natomiast w 2016 r. długość czynnych sieci wyniosła około ok. 66 km. Liczba czynnych przyłączy do budynków mieszkalnych i niemieszkalnych wynosi ok. 2 037. Zużycie gazu na terenie miasta w 2015 r. wyniosło 3 202,9 tys. m³, natomiast zużycie gazu na ogrzewanie mieszkań kształtowało się na poziomie 2 890,4 tys. m³. W tabelach 2.5 i 2.6 przedstawiono zużycie energii z podziałem na sektory: mieszkania, usługi i handel i przemysł.

Tab. 2.5. Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2015 r. z podziałem na sektory – obiekty mieszkalne

Rodzaj paliwa	Zużycie energii	Zużycie energii jednostka	Całkowita energia (MWh)	Całkowita emisja (tCO ₂ e)	Udział
Energia elektryczna	38 937	MWh	38 937	32 376	38%
Gaz ziemny	3 201 100	m ³	32 091	6 482	8%
Ciepło sieciowe	103 934	MWh	103 934	38560	45%
Olej opałowy	127 129	dm ³	1 284	354	0%
Węgiel kamienny	14 207	ton	83 822	4 816	6%
Węgiel brunantny	206	ton	1 217	481	1%
Gaz ciekły (propan-butan)	1 208	dm ³	7 972	1794	2%
Drewno	13 222	mp	39 336	0	0%
SUMA			308 593	84 863	100%
Wskaźnik	Wskaźnik	Wskaźnik	Całkowita energia MWh/Wskaźnik	Emisja tCO ₂ e/Wskaźnik	
Liczba mieszkańców	62 711		4,9	1,35	
Powierzchnia administracyjna (km ²)	32,67		9 446	2 597,58	

Źródło: GUS, Baza Danych Lokalnych.

Tab. 2.6. Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2013 r. z podziałem na sektory – sektor handlu i usług

Rodzaj paliwa	Zużycie energii	Zużycie energii jednostka	Całkowita energia [MWh]	Całkowita emisja [tCO ₂ e]	Udział
Energia elektryczna	40 157	MWh	40 157	33 391	58%
Gaz ziemny	2 033 500	m ³	20 335	4 108	7%
Ciepło sieciowe	44 711	MWh	44 711	16588	29%
Olej opałowy	54 653	dm ³	552	152	0%
Węgiel kamienny	6 112	ton	36 059	2 072	4%
Węgiel brunantny	89	ton	524	207	0%
Gaz ciekły (propan-butan)	520	dm ³	3 429	772	1%
Drewno	5 688	mp	16 922	0	0%
SUMA			162 689	57 290	100%

Źródło: GUS, Baza Danych Lokalnych.

Tab. 2.7. Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2013 r. z podziałem na sektory – przemysł

Rodzaj paliwa	Zużycie energii	Zużycie energii jednostka	Całkowita energia [MWh]	Całkowita emisja [tCO ₂ e]	Udział
Energia elektryczna	46 805	MWh	46 805	38 918	94%
Gaz ziemny	1 183 300	m ³	11 833	2 390	0%
Ciepło sieciowe	0	MWh	0	0	0%
Olej opałowy	0	dm ³	0	0	0%
Węgiel kamienny	0	ton	0	0	0%
Węgiel brunantny	0	ton	0	0	0%
Gaz ciekły (propan-butan)	0	dm ³	0	0	0%
Drewno	0	mp	0	0	0%
SUMA			58 638	41 308	100%

Źródło: GUS, Baza Danych Lokalnych.

2.5. Odnawialne źródła energii

Energia słońca

- Energia promieniowania słonecznego może służyć do produkcji energii w 4 formach:
- podgrzewanie cieczy przy wykorzystaniu kolektorów słonecznych,
 - produkcja energii elektrycznej za pomocą ogniw fotowoltaicznych (PV),
 - produkcja energii elektrycznej i podgrzewanie cieczy w systemach hybrydowych fotowoltaiczno-termicznych,
 - zastosowanie tzw. pasywnych systemów solarnych – elementy obudowy budynku, pozwalające zagospodarować energię słoneczną do podniesienia temperatury budynku bez dodatkowego zużycia energii, co skutkuje maksymalizacją zysków ciepła.

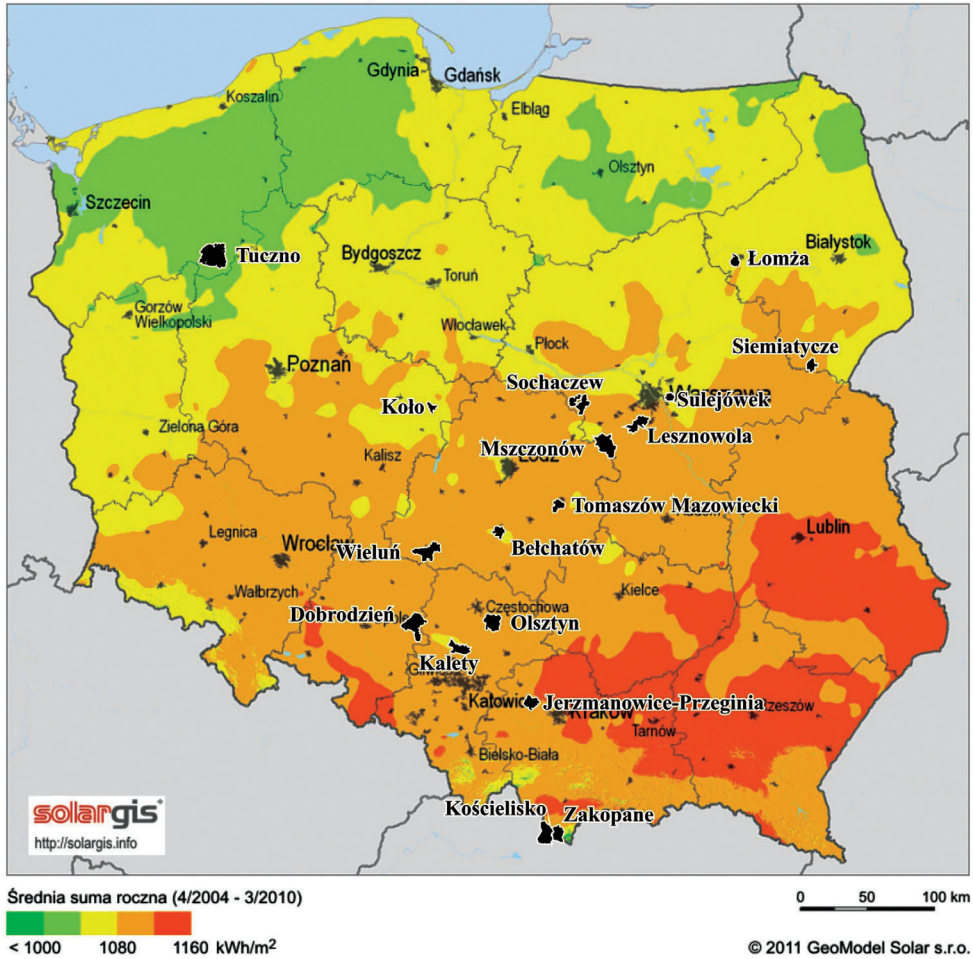
Technologie te nie powodują skutków ubocznych dla środowiska, takich jak zużycie zasobów naturalnych, czy szkodliwych emisji.

Wartość natężenia promieniowania słonecznego zależy jest od położenia geograficznego, pory dnia i roku, co stwarza duże ograniczenia w możliwościach wykorzystania tego źródła energii. Na naszej szerokości geograficznej ok. 80% całkowitej rocznej sumy napromieniowania przypada na sześć miesięcy sezonu wiosenno-letniego, od początku kwietnia do końca września.

W celu określenia wykorzystania energii słonecznej w Polsce stosuje się dwa wskaźniki. Pierwszy dotyczy rozkładu promieniowania słonecznego w Polsce (rys. 2.3), natomiast drugi wskaźnik określa rozkład godzin słonecznych w ciągu roku (rys. 2.4).

Globalne nasłonecznienie na płaszczyźnie poziomej

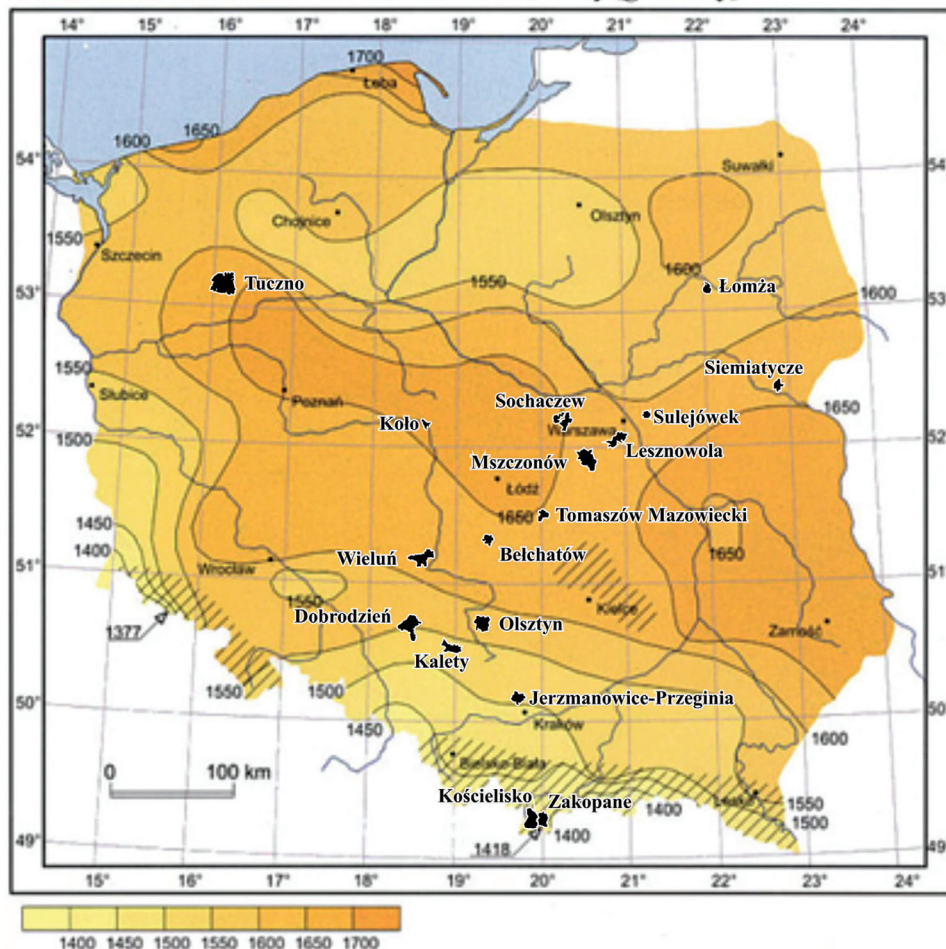
Polska



Rys. 2.3. Rozkład nasłonecznienia w Polsce

Źródło: <http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI> (02.03.2016r.).

USŁONECZNIE – średnie roczne sumy [godziny]



Rys. 2.4. Rozkład godzin słonecznych w ciągu roku [h/rok]

Źródło: Lorenc H. (red.), *Atlas klimatu Polski*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2005.

Analizując rozkład nasłonecznienia w Polsce, można dostrzec, że najlepsze warunki do wykorzystania energii słonecznej znajdują się we wschodniej części kraju, a dokładniej na południowej Lubelszczyźnie. Najgorsze warunki są w części północnej – zachodniej Polski. Stosunkowo niski rozkład nasłonecznienia występuje także, na Śląsku. Związane jest to z dużym uprzemysłowieniem tego terenu i dużym zanieczyszczeniem powietrza powodującym utrudnione przejście promieniowania na powierzchnię gruntu.

Dla Gminy Łomża roczna gęstość promieniowania słonecznego osiąga wartości około 1000 kWh/m², natomiast roczne nasłonecznienie wynosi około 1 500–1 600 godzin.

Na terenie Gminy istnieją możliwości zwiększenia udziału energii z odnawialnego źródła – promieniowania słonecznego. Sprzyja temu system dotacji i dopłat do montażu kolektorów i paneli słonecznych w budynkach mieszkalnych i obiektach użyteczności publicznej.

Energia geotermalna

Polska ma dobrze udokumentowane zasoby wód geotermalnych. Dysponujemy również zapleczem (infrastrukturą) aby ciepło geotermalne dystrybuować. Geotermia działa 7 dni w tygodniu, co ją wyróżnia od innych OZE, które często są zależne od pór roku, czy warunków pogodowych, bez względu czy świeci słońce, wieje wiatr, itd.

Aby móc korzystać z energii geotermalnej trzeba wykonać odwierty. Wybiera się gorącą wodę a w jej miejsce wpompowuje wodę z której odebrano energię cieplną. Wody geotermalne najczęściej są mocno zasolone, co wymusza stosowanie wymienników ciepła o wysokiej odporności chemicznej i fizycznej.

Ze względu na temperatury (głębokość odwiertów) otrzymujemy wodę o zróżnicowanych temperaturach. Wodą o niższych temperaturach można ogrzewać budynki mieszkalne, użyteczności publicznej, szklarnie, uprawy gruntowe, czy ośrodki rekreacyjne. Przy dostatecznie gorących wodach (pary wodnej) można myśleć również o produkcji energii elektrycznej.

Na świecie są różne stopnie wykorzystania energii geotermalnej. Przykładowo na Filipinach aż 27% całej energii zużywanej w kraju pochodzi z geotermii. Na Islandii aż 30% a w Nowej Zelandii 10%. W 2011 r. całkowita moc ciepłowni geotermalnych w Polsce wynosiła 144 MW. Według Polskiego Stowarzyszenia Geotermicznego tylko w 2010r. sprzedaż ciepła wynosiła około 551 TJ. Potencjał pozyskania energii geotermalnej na terenie całego kraju łącznie szacuje się na 1512 PJ/rok, co stanowi około 30% zapotrzebowania naszego kraju na ciepło.

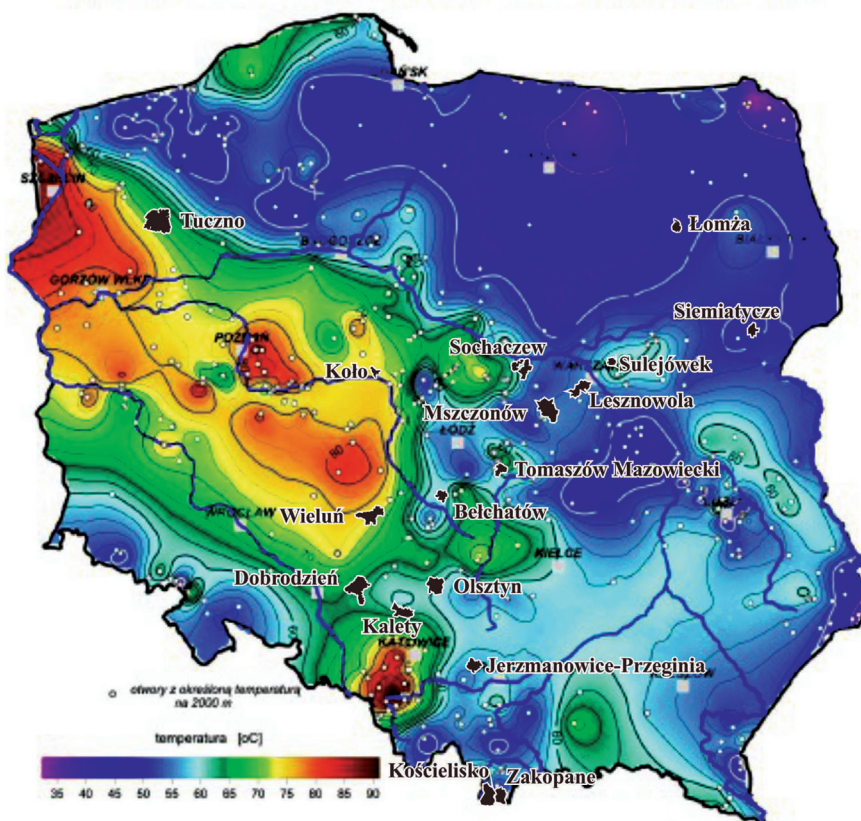
Główną przeszkodą słabej popularności geotermii są znaczne środki niezbędne na wykonanie odwiertów. Według szacunków nawet 40% terytorium Polski nadaje się do eksploatacji geotermalnej. Wydobycie zaczyna być ekonomicznie uzasadnione, gdy do głębokości odwiertów 2 000 metrów temperatura źródła ciepła osiągnie 65°C, przy jednoczesnym zasoleniu poniżej 30 g/l. W Polsce wody geotermalne najczęściej znajduje się na głębokościach 1,5–3,3 km. Rysunek 2.5 przedstawia rozkład temperatur wody w Polsce na głębokości 2 000 m.

W Polsce rząd planuje wydać 1 mld zł na geotermię. Jak przekonuje minister środowiska Jan Szyszko, to jest energia przyszłości. Ponadto technologia ta pozwoli sprostać wymogom globalnej polityki klimatycznej jak i unijnej pod kątem klimatu, zwłaszcza jeżeli chodzi o redukcję emisji dwutlenku węgla.

Można i należy podjąć projekty, aby zbudować zakłady geotermalne z zasobów basenów:

- kambryjskiego (Olsztyn, Nidzica, Iława, Ostróda, Morąg, Lidzbark Warmiński, Bartoszyce, Kętrzyn, Cieplice, Polanica, Duszniki, Łądek),

- dewońsko-karbońskiego (Kraków, województwo małopolskie, Bielsko-Biała, województwo śląskie),
- dolnopermskiego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, oś Poznań–Częstochowa);
- cechsztyńskiego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, oś Jelenia Góra – Wrocław–Śląsk–Kielce),
- triasowego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, subbasenu grudziązko-warszawskiego, subbasenu szczecińsko-łódzkiego; województwa kujawsko-pomorskiego, jednego z najbardziej korzystnych pod względem geotermalnym obszarów Polski),
- jurajskiego, zbudowano zakłady w Pyrzycach, Mszczonowie, w możliwym przygotowaniu zakłady geotermalne w Skierniewicach, Żyrardowie, Szczecinie, Łodzi, Kole, Gnieźnie, Toruniu (w budowie), Bydgoszczy, Warszawie, w Małopolsce,
- kredowego (na obszarze Mazowsza, niecki mogileńsko-łódzkiej: Mogilno, Inowrocław, Kruszwica, Strzelno, Janikowo, Janowiec; Małopolski: oś Bielsko-Kraków–Tarnów–Dębica).



Rys. 2.5. Mapa Polski obrazująca rozkład temperatury wody na głębokości 2000 m

Źródło: Raport dr Michała Wilczyńskiego *Odnawialne Źródło Energii – Geotermia*.

W Polsce funkcjonuje już kilka geotermalnych zakładów ciepłowniczych. Ich lokalizacja to:

- Bańska Niżna (4,5 MW, docelowo 70 MW),
- Pyrzyce (15 MW, docelowo 50 MW),
- Czarnków (11,5 MW),
- Mszczonów (7,3 MW),
- Uniejów (2,6 MW),
- Słomniki (1 MW),
- Lasek (2,6 MW),
- Klikuszowa (1 MJ/h),
- Toruń.

Kilka dalszych jest już w budowie.

Energia biomasy

Aktualnie na terenie miasta Łomża (Łomża, ul. Zjazd 23) wykorzystywany jest agregat kogeneracyjny na oczyszczalni ścieków (MPWiK Sp. z o.o.), którego moc wytwórcza wynosi 190 kW. Moc jednostki kogeneracyjnej został dobrany w oparciu o zapotrzebowanie w energię na oczyszczalni ścieków.

Energia wiatru

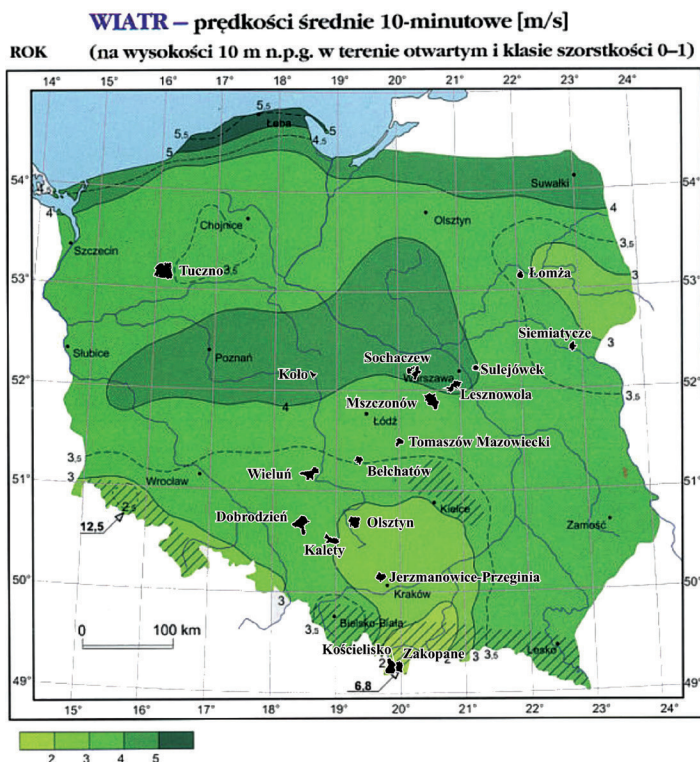
Głównym wskaźnikiem oceny wiatru jest prędkość, której wartość zależy między innymi od wielkości różnicy ciśnień i ukształtowania terenu. Ze względu na ten parametr, w Stanach Zjednoczonych zaproponowano podział na 7 klas, co jest przedstawione w tab. 2.8. Pierwsza i druga klasa jest praktycznie nie do wykorzystania w energetyce wiatrowej ze względu na zbyt małe prędkości wiatru. Trzecia posiada potencjał na większych wysokościach, natomiast czwarta i powyżej może być praktycznie wykorzystywana w produkcji energii elektrycznej.

Tab. 2.8. Klasyfikacja wiatru ze względu na prędkość

Klasa	1	2	3	4	5	6	7
Średnioroczna prędkość wiatru na wys. 10 m [m/s]	0–4,4	4,4–5,1	5,1–5,6	5,6–6,0	6,0–6,4	6,4–7,0	7,0–9,4
Średnioroczna prędkość wiatru na wys. 30 m [m/s]	0–5,1	5,1–5,8	5,8–6,5	6,5–7,0	7,0–7,4	7,4–8,2	8,2–11,0
Średnioroczna prędkość wiatru na wys. 50 m [m/s]	0–5,6	5,6–6,4	6,4–7,0	7,0–7,5	7,5–8,0	8,0–8,8	8,8–11,9

Źródło: Gumuła S., Knap T., Strzelczyk P., Szczerba Z., *Energetyka wiatrowa*, Wydawnictwa AGH, Kraków 2006.

Ze względu na warunki klimatyczne, niekorzystną strefę energetyczną wiatru (Gmina znajduje się w strefie 3-3,5 – rys. 2.6) oraz wymagania ochrony przyrody i krajobrazu, w rejonie miasta Łomża nie planuje się dużych obiektów energetyki wiatrowej.



Rys. 2.6. Rozkład średnich prędkości wiatru na terenie Polski

Źródło: Lorenc H. (red.), *Atlas klimatu Polski*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2005.

Największe wartości osiągnięte są w części środkowej i północnej kraju. Dowodem na to jest duża ilość farm wiatrowych na tych terenach Polski. Istnieją jednak także inne parametry, które świadczą o potencjale wykorzystania energii kinetycznej wiatru i jej konwersji na energię elektryczną. Zaliczyć do nich należy: gęstość powietrza, powierzchnia odzwierciedlająca obszar obejmowany przez obracający się wirnik turbiny, rodzaj terenu (kształt, szorstkość), a także prędkość wiatru zmieniająca się wraz z wysokością.

Energia wód powierzchniowych

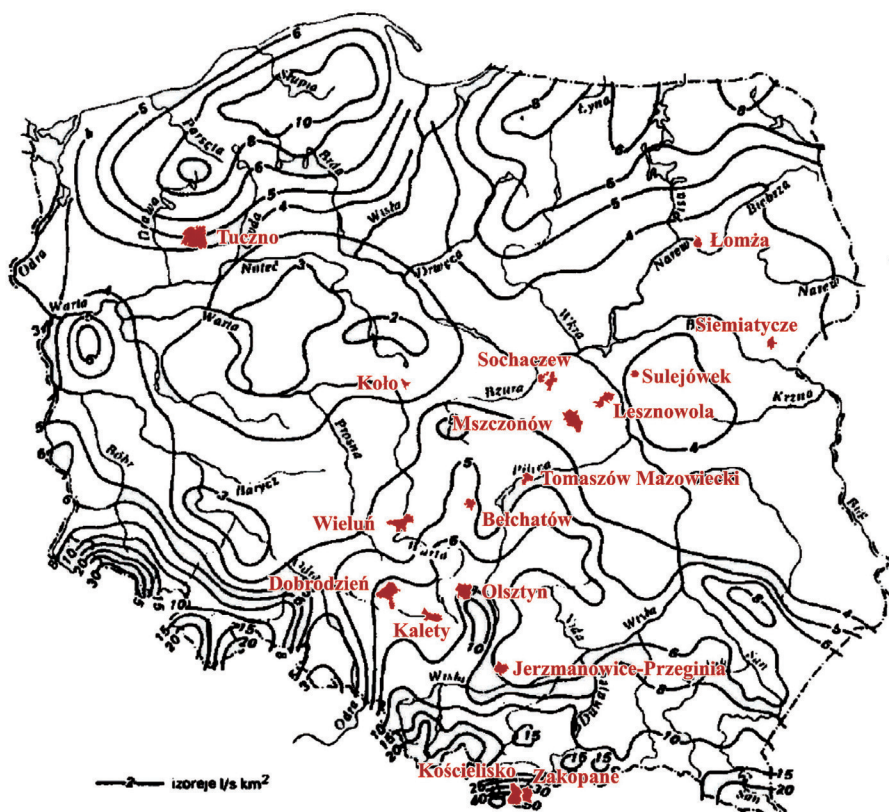
Zasoby wodno-energetyczne zależne są od przepływów określanych na podstawie wieloletnich obserwacji i charakteryzują się dużą zmiennością w czasie, a także od opadów odnoszących się do danej części zlewni. Potencjał techniczny jest znacznie mniejszy od zasobów teoretycznych, gdyż wiąże się z wieloma ograniczeniami i stratami, z których najważniejsze to:

- nierównomierność naturalnych przepływów w czasie,
- naturalna zmienność spadów (związana np. z przepływem wód powodziowych),

Z punktu widzenia potrzeb hydrotechniki najczęściej operuje się następującymi przepływami charakterystycznymi z wielu lat obserwacji i pomiarów:

- przepływ najwyższy z najwyższych obserwowanych oznaczony symbolem WWQ,
- przepływ średni z najwyższych – SWQ,
- przepływ średni ze średnich – SSQ,
- przepływ średni z najniższych – SNQ,
- przepływ najniższy z najniższych obserwowanych – NNQ,
- przepływ ekstremalny o określonym procencie prawdopodobieństwa pojawienia się $Q_{max} p\%$, $Q_{min} p\%$
- przepływy nienaruszalny – Q_n
- przepływy o określonym czasie trwania.

Przykładową mapę przepływów średnich podano na rysunku 2.7.



Rys. 2.7. Mapa odplywów srednich, krzywye zamykajace obszary podajay liczyby w litrach na sekunde na km²

Źródło: <http://www.uwm.edu.pl/kolektory/hydroenerget/mala/hydr.rzek.htm>

Na terenie Miasta Łomża teoretycznie istnieje możliwość rozwoju MEW, jednak potencjał tego źródła nie jest znaczący w ogólnym bilansie energii.

2.6. Gospodarka odpadami

Na podstawie danych uzyskanych z Urzędu Miasta w postaci Sprawozdania z realizacji zadań z zakresu gospodarowania odpadami komunalnymi za rok 2016, masa odpadów odebranych z obszaru miasta wyniosła 16 727,81 Mg. Całość odpadów poddana była procesom przetwarzania innym niż składowanie.

Poziom recyklingu odpadów na terenie miasta, w zakresie frakcji odpadów: papieru, metali, szkła i tworzyw sztucznych wyniósł 26,54%. W 2016 r. udało się ograniczyć masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych do składowania do 0.

Na obszarze Miasta nie ma składowiska odpadów komunalnych. Składowisko znajduje się w miejscowości Czartoria w gminie Miastkowo. Regionalna Instalacja Przetwarzania Odpadów Komunalnych (RIPOK) prowadzona jest przez Zakład Gospodarowania Odpadami Sp.z o.o., która Zgodnie z Wojewódzkim Planem Gospodarki Odpadami z 2016 r. posiada maksymalną moc przerobową w wysokości ponad 10 Mg odpadów na dobę. Jest to instalacja do mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych. Na terenie miasta zlokalizowany jest punkt selektywnego zbierania odpadów (PSZOK) przy MPGKiM w Łomży na ul. Akademickiej 22. W 2016 r. masa zebranych w punkcie odpadów wyniosła 273 Mg.

2.7. Zanieczyszczenia powietrza

Dwutlenek siarki jest związkiem silnie podrażniającym drogi oddechowe, może także powodować schorzenia spojówek i skóry. Pyły drobne PM10 i PM2,5 natomiast mogą przedostać się do płuc, a następnie do krwioobiegu i stać się przyczyną chorób serca, nowotworu płuc, astmy i ostrej infekcji układu oddechowego. Pył odkładając się w glebie powoduje szkodliwe dla zdrowia człowieka zanieczyszczenia roślin metalami ciężkimi. Benzo(a)piren jest substancją toksyczną, rakotwórczą i mutageną. Ma bardzo groźny wpływ na płód, rozrodczość oraz może powodować wady genetyczne. Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne.

Pomiary substancji zanieczyszczających wykonano w Łomży na stacji pomiarowej monitoringu powietrza w Łomży przy ul. Sikorskiego 48/94. Wyniki przedstawia tabela 2.9.

Tab. 2.9. Pomiar zanieczyszczenia powietrza

	Substancje zanieczyszczające		
	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	B(a)P [ng/m^3]
Norma stężenia (rok kalendarzowy)	40	125	Przekroczenia w całej strefie podlaskiej
Średnie roczne stężenie	24	7	
Maksymalne 1-godzinne stężenie		52	
Liczba przekroczeń	18	bp	

Normatywne stężenia związków zawartych w powietrzu określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu. Na podstawie powyżej zestawionych wyników pomiarów można wyciągnąć następujące wnioski:

- w Mieście nie nastąpiło przekroczenie średnioroczne, natomiast stężenie dobowego poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10, wystąpiło 18 razy w ciągu badanego okresu (w roku kalendarzowym dopuszczalne jest przekroczenie przez 35 dni),
- w Mieście zanotowano przekroczenie poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM2,5 dla roku i wyniosło 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość dopuszczalna – 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- średni poziom stężeń dobowych dwutlenku siarki bez przekroczeń,
- badania B(a)P prowadzone są na stacji pomiarowej monitoringu powietrza w Suwałkach, ul. Pułaskiego 73.

Na podstawie powyższych pomiarów wykonanych przez WIOŚ można stwierdzić, że w największym stopniu na stan jakości powietrza w Mieście negatywnie wpływa użytkowanie pieców, w których zachodzi niskotemperaturowe spalanie paliw stałych, a także wykorzystanie zasiarczonego węgla, co powoduje emisję szkodliwych substancji do powietrza, a zwłaszcza pyłu PM 2,5. Największym źródłem zanieczyszczeń jest, więc emisja komunalna, głównie pochodząca z palenisk domowych, a także częściowo z zakładu ciepłowniczego.

Spalanie paliw o niskiej jakości oraz również częsty proceder spalania odpadów powoduje, że niska emisja zanieczyszczeń powietrza, pochodząca z ogrzewania budynków mieszkalnych, osiąga udział w imisji nawet do 80%.

Poza źródłami niskiej emisji związanymi ze spalaniem paliw w sektorze komunalno-bytowym na terenie Gminy występują również inne źródła emisji zanieczyszczeń do powietrza. Do źródeł tych zalicza się:

- punktowe źródła emisji, które związane są ze spalaniem paliw w kotłach i piecach oraz technologią prowadzoną w danym zakładzie (emisja zanieczyszczeń z tych źródeł odbywa się z emitorów (kominów) dużo wyższych niż w przypadku emisji niskiej) w Łomży są to: ciepłownia miejska MPEC, PEPEES Przedsiębiorstwo Przemysłu Spożywczego S.A.,
- liniowe źródła emisji (również zaliczane do źródeł niskiej emisji), które są związane z transportem: ze spalaniem paliw w silnikach, z procesami ścierania jezdni, opon i hamulców, unoszeniem drobin pyłu w wyniku wzniesienia go z powierzchni drogi na skutek ruchu pojazdów; w Łomży główne trasy komunikacyjne: drogi krajowe nr 61 i 63 oraz drogi wojewódzkie, powiatowe, gminne i regionalne,
- źródła emisji niezorganizowanej, np. otwarte składy węgla lub innych materiałów sypkich, gleby (emisja związana jest z występowaniem tzw. erozji wietrznej, której towarzyszy przemieszczanie się materiału pod wpływem wiatru jako środka transportu). W Łomży to rozproszone źródła emisji z sektora komunalno-bytowego powodujące tzw. „emisję niską”, do których zaliczamy obszary zwartej zabudowy mieszkaniowej jedno – i wielorodzinnej z indywidualnymi źródłami ciepła oraz małe zakłady rzemieślnicze i usługowe z indywidualnym ogrzewaniem węglowym.

3. IDENTYFIKACJA OBSZARÓW PROBLEMOWYCH

Obszary problemowe definiują pola działań na terenie Gminy, 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. Na terenie Gminy zidentyfikowano obszary problemowe w następujących sektorach.

Budownictwo

Sektor budownictwa ma główny udział w emisji CO₂ na terenie Miasta, za sprawą zużycia ciepła na cele ogrzewania oraz energii elektrycznej na potrzeby zasilania urzędzeń, czy oświetlenia.

Stan techniczny i struktura wiekowa budynków (na podstawie danych BDL oraz danych z UM z wydanych decyzji) powodują nadmierne zużycie energii użytkowej:

- 612 budynków wybudowano przed 1945 r., są to budynki o niewystarczającej ochronie cieplnej i nadmiernym zużyciu energii, budowane w przestarzałych technologiach. Często są to obiekty zabytkowe (co utrudnia ich termomodernizację) oraz zabudowa jednorodzinna,
- 7 159 budynków powstało w latach 1945–1978. W tym okresie jakość budownictwa była bardzo niska; z uwagi na występujące wady technologiczne znaczna część tych obiektów została poddana termomodernizacji,
- 14 887 budynków powstało 1980–2013 r., obiekty te cechują się lepszą jakością wykonania, zastosowaniem nowych materiałów i technologii budowlanych oraz lepszą termoizolacyjnością. Znaczna ilość budynków nie ma wykonanych przyłączy gazowych.
- 144 budynki jednorodzinne oraz 15 budynków wielorodzinnych powstało po 2013 r.
 - obiekty o dobrej jakości materiałów, lepszej stosowanej technologii i termoizolacyjności. Znaczna część budynków posiada przyłącze gazowe bądź bardziej efektywne i sprawniejsze piece domowe.

Działania ograniczające zużycie energii użytkowej 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, montaż urządzeń zacinających 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 zużyciem energii.

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 zużyciem energii.

Na obszarze miasta znajdują się budynki, w których funkcjonują paleniska węglowe, będące głównym źródłem niskiej emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Działania eliminujące paleniska węglowe:

- zastąpienie palenisk węglowych kotłami o większej sprawności, kotłami na biomasę, gaz ziemny, zmianę systemu ogrzewania na elektryczne, wykorzystanie wspomagająco pomp ciepła (realizacja opracowanego Planu Gospodarki Niskoemisyjnej), a także paneli fotowoltaicznych.

Energetyka

Sieć ciepłownicza

Dostarczaniem ciepła sieciowego do obiektów mieszkalnych, użyteczności publicznej oraz obiektów usługowych, zajmuje się Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej, zasięg sieci ciepłowniczej obejmuje zabudowę wielolokalową. Poza centrum potrzeby mieszkańców w zakresie ogrzewania spełnia w większości sieć gazowa oraz indywidualne kotłownie i paleniska. Rozwój sieci ciepłowniczej na terenie Miasta uzależniony jest

od możliwości technicznych i finansowych. W chwili obecnej MPEC w Łomży ma plany rozbudowy sieci ciepłowniczej i podłączenia większej liczby obiektów.

Działaniami z zakresu sieci ciepłowniczej są wymiana sieci na preizolowaną oraz modernizacja węzłów cieplnych.

Sieć gazowa

Na terenie Miasta znajdują się ponad 2000 czynnych przyłączy gazowych. Działania w tym zakresie powinny być nakierowane na zwiększenie liczby budynków podłączonych do sieci gazowej, co wyeliminowałoby konieczność wykorzystywania nieekologicznych źródeł ciepła bazujących na spalaniu paliw stałych.

Część inwestycji w zakresie podłączenia do sieci gazowej planowana jest w ramach Planu Gospodarki Niskoemisyjnej.

Komunalne oświetlenie publiczne

Działania z zakresu oświetlenia publicznego ograniczające emisje:

- wymiana opraw oświetleniowych na bardziej efektywne,
- rozbudowa systemu zdalnego nadzorowania i sterowania,
- wdrażanie systemów oświetlenia o regulowanych parametrach (strumień świetlny, wydajność, sterowanie) w dostosowaniu do potrzeb użytkowych.

Odnawialne źródła energii

Udział energii ze źródeł odnawialnych w Mieście utrzymuje się na niewielkim poziomie, zwłaszcza z rozproszonych źródeł wykorzystujących energię słoneczną (kolektory słoneczne oraz panele fotowoltaiczne), które charakteryzują się dużym potencjałem. Ma to szczególne znaczenie dla ograniczenia emisji z indywidualnych gospodarstw domowych.

Należy wskazać, że kolektory słoneczne jako źródło ciepłej wody nie powinny zastępować ciepłej wody z sieci ciepłowniczej, w obszarach, gdzie sieć ta jest rozwinięta. Panele fotowoltaiczne mogą być wykorzystywane na terenie całego miasta, natomiast kolektory i pompy ciepła głównie w obszarach peryferyjnych poza zasięgiem sieci ciepłowniczej i gazowej.

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"> ✘ Sieć ciepłownicza o długości około 75 km, w większości w technologii preizolowanej ✘ Miejska kotłownia oparta na 5 kotłach wodnych na węgiel kamienny o łącznej mocy 155 MW ✘ Sieć gazowa o długości około 66 km ✘ Funkcjonujące indywidualne kotłownie (głównie na węgiel, gaz i olej opałowy) umiejscowione przy zakładach przemysłowych, handlowych i usługowych oraz w budynkach użyteczności publicznej (możliwości mikrogeneracji gazowej) ✘ Gospodarka oparta na przemyśle spożywczym (produkcja i przetwórstwo produktów rolnych), drzewnym i meblarskim, browarnictwie, branży materiałów budowlanych ✘ Bezpieczna infrastruktura sieciowa – gmina zasilana jest w energię elektryczną z trzech stacji transformatorowych liniami 110/15 kV ✘ Biogazowy agregat kogeneracyjny na miejskiej oczyszczalni ścieków (190 kW) ✘ Zbiorowy transport miejski ✘ Brak dużych, uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych ✘ Zasoby biomasy do wykorzystania energetycznego ✘ Potencjał inwestycyjny: dobra lokalizacja komunikacyjna, specjalna strefa ekonomiczna, wolne tereny inwestycyjne, park przemysłowy ✘ Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego ✘ Przyjęty Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Łomża 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Bliskość obszarów chronionych: Łomżyńskiego Parku Krajobrazowego Doliny Narwi oraz rezerwatów przyrody ✘ Węgiel kamienny jako główne paliwo służące do ogrzewania gospodarstw indywidualnych ✘ Podwyższone stężenia szkodliwych substancji w powietrzu (głównie pyłów PM10 i PM2,5) na skutek niskiej emisji z kotłów na paliwo stałe w sektorze komunalno-bytowym ✘ Przeszarzałe oświetlenie uliczne (sodowe), niewielki udział punktów świetlnych w technologii LED ✘ Słabe warunki wiatrowe – lokalizacja w strefie IV – niekorzystnej pod względem energii wiatru ✘ Przeciętne warunki słoneczne ✘ Słabe warunki geotermalne – lokalizacja na terenie o niskiej wartości gęstości strumienia ciepłego przekładającego się na niskie temperatury wody na głębokości nadającej się do racjonalnej eksploatacji (do ok. 2 km) ✘ Niewielki potencjał do rozwoju energetyki wodnej na terenie gminy ✘ Bardzo niewielki udział OZE w strukturze zużycia energii w gminie ✘ Niewielka aktywność społeczna mieszkańców, brak zaangażowania w rozwój miasta i gminy ✘ Niska świadomość ekologiczna mieszkańców, brak wiedzy na temat nowoczesnych rozwiązań OZE i metod poprawy efektywności energetycznej ✘ Niewielkie doświadczenie gminy w realizacji projektów OZE dofinansowanych z funduszy europejskich

Tab. 4.1. cd.

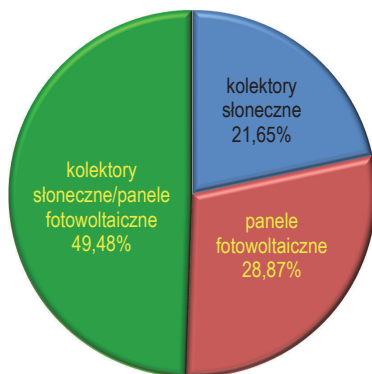
SZANSE	ZAGROŻENIA
<ul style="list-style-type: none"> ✘ Modernizacja miejskiej ciepłowni – wymiana kotłów węglowych na kotły wykorzystujące biomasę (projekt rozbudowy Ciepłowni Miejskiej w Łomży o kocioł wodny o mocy 12,5 MW, z wykorzystaniem biomasy jako paliwa uzyskał już pozytywną opinię Ministerstwa Energii do udzielenia przez NFOŚiGW dofinansowania w wysokości 9,8 mln zł) ✘ Rozwój sieci ciepłowniczej i promowanie tego źródła ciepła wśród mieszkańców ✘ Rozwój sieci gazowej, w szczególności poza centrum miasta (na obszarach peryferyjnych) celem ograniczenia wykorzystania nieekologicznych źródeł energii na paliwo stałe ✘ Rozwój przydomowych, indywidualnych instalacji fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych (panele na dachach budynków lub na terenach posesji), w szczególności na obszarach peryferyjnych poza siecią ciepłowniczą ✘ Rozwój instalacji OZE wykorzystujących biomasę (np. modernizacja biogazowni na oczyszczalni ścieków w kierunku zwiększenia mocy i produkcji energii), wykorzystanie energetyczne biomasy z odpadów zakładów przetwórstwa spożywczego i rolnego ✘ Budowa jednostki OZE na budynku Szpitala Wojewódzkiego (instalacja fotowoltaiczna na dachu) ✘ Zaangażowanie lokalnych przedsiębiorców przemysłu spożywczego oraz drzewnego i stolarskiego do promowania „gospodarki obiegu zamkniętego” i tym samym zmniejszenie ilości odpadów (wykorzystanie odpadów jako biomasy) ✘ Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zużycia energii poprzez modernizację oświetlenia ulicznego i wymianę lamp na nowoczesne technologie energooszczędne (LED) ✘ Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zużycia energii poprzez termomodernizację budynków ✘ Redukcja emisji zanieczyszczeń poprzez unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej (rozwój transportu niskoemisyjnego, elektromobilności) oraz modernizację infrastruktury drogowej celem poprawienia płynności ruchu ✘ Wykorzystanie narodowego wsparcia dla rozwoju przedsiębiorczości na preferencyjnych warunkach dla Polski Wschodniej ✘ Możliwość rozwoju kogeneracji przy zakładach przemysłowych i obiektach użyteczności publicznej (sieć gazowa) i ogrzewania obszarów przyległych ✘ Strategia Rozwoju Województwa Podlaskiego do roku 2020 wskazująca na rolę jaką w gospodarce regionu odgrywa rolnictwo i przetwórstwo rolno-spożywcze i kierująca rozwój energetyki odnawialnej związanej z zagospodarowywaniem powstających w nich produktów ubocznych ✘ Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Podlaskiego zakładający rozwój energetyki odnawialnej poprzez m.in. wykorzystywanie istniejących na obszarze województwa źródeł energii odnawialnej, tj.: biomasy (drewno, zrębki, słoma), biogazu (gnojowica, wysypiska śmieci, itp.), energii wiatrowej, wodnej, słonecznej oraz ciepła z głębi ziemi, wykorzystanie ciepła – produktu ubocznego z tłoczni w Zambrowie i Kondratkach Systemu Gazociągów tranzytowych „Jamał” 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Ograniczone możliwości rozwoju energetyki wiatrowej wskutek bliskości obszarów chronionych ✘ Utrudnienie dalszego rozwoju sieci ciepłowniczej i gazowej ze względu na duże rozproszenie zabudowy poza centrum miasta (wysokie koszty, problemy własnościowe i terenowe) ✘ Wysokie ceny gazu utrudniające promowanie tego paliwa jako alternatywy dla węgla kamiennego do zasilania w ciepło użytkowników indywidualnych, w szczególności na obszarach wiejskich ✘ 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 odwrótu trendów politycznych (konsekwentny kierunek antydekarbonizacyjny) i ekonomicznych (powrót kryzysu finansowego) ✘ Zagrożenia zmian prawnych w zakresie OZE (m.in. na podstawie dynamiki zmian ostatnich lat) lub odwrótu 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 ✘ Utrudnienia w realizacji termomodernizacji budynków na skutek ograniczeń konserwatorskich (zachowanie zabytkowych cech starej zabudowy) ✘ Niewielkie zainteresowanie inwestorów regionem ✘ Niechęć społeczna do zagospodarowania atrakcyjnych terenów zielonych.

5. WYNIKI INWENTARYZACJI ENERGETYCZNEJ GMINY

Rozdział prezentuje podsumowanie wyników inwentaryzacji energetycznej gminy wykonanych dla 2013 r. Oszacowanie zapotrzebowania energetycznego gminy wykonano na podstawie danych pozyskanych od jednostek miejskich, przedsiębiorstw energetycznych.

5.1. Wykorzystanie OZE do produkcji energii w Gminie

Udział mieszkańców Gminy zainteresowanych wymianą źródeł ciepła przedstawiono na rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Udział mieszkańców Gminy zainteresowanych wymianą źródeł ciepła

Źródło: oprac. własne na podst. uzyskanych wyników ankietyzacji i inwentaryzacji.

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

Na podstawie inwentaryzacji możliwe było stworzenie bilansu zużycia energii oraz bilansu emisji dwutlenku węgla. Pozyskane dane pozwalają na wyszczególnienie najczęściej używanego paliwa służącego do pozyskania energii zarówno w budynkach, jak i w transporcie. W związku z powyższym, jako główne źródło energii w budynkach mieszkalnych w 2013 r. można wskazać węgiel kamienny, którego wykorzystanie wyniosło blisko 93% całego zużycia. 100% pojazdów transportu publicznego napędzanych było olejem napędowym. W transporcie prywatnym i komercyjnym jako paliwo w największej ilości wykorzystywano także olej napędowy. Końcowe zużycie energii na terenie gminy w 2013 r. wyniosło **1 026 803 MWh**, co przyczyniło się do emisji ekwiwalentnego dwutlenku węgla CO₂ w ilości **347 964 Mg**.

Tab. 5.1. Bilans zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy Łomża w 2013 r. [MWh]

Kategoria	Końcowe zapotrzebowanie energetyczne [MWh]															RAZEM	
	Energia elektryczna					Paliwa kopalne					Energia odnawialna						
	Ciepłota	Gaz ziemny	Gaz ciekły	Olej opałowy	Olej napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Olej roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Stoneczna		Wiatrowa
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:																	
Budynki, wyposażenie/urządzenia komunalne	69	14 176	2 404														16 649
Budynki, wyposażenie/urządzenia usługowe (niekomunalne)	40 157	44 711	20 335	3 429	552		524	36 059				16 922					162 689
Budynki mieszkalne	38 937	103 934	32 091	7 972	0		1 217	83 822				39 336					307 309
Komunalne oświetlenie publiczne	3 743																3 743
Przemysł	46 805	0	11 833	0	0		0	0				0					58 638
Budynki, wyposażenie/urządzenia i przemysł razem	129 711	162 821	66 663	1 141	552	0	1 741	119 881	0	0	0	56 258	0	0	0	0	549 028
TRANSPORT:																	
Transport publiczny						5 787	64										5 751
Transport prywatny i komercyjny			343	51253	287 047	132 735			546								471 924
Transport razem	0	0	343	51253	0 292 834	132 799	0	0	546	0	0	0	0	0	0	0	477 775
RAZEM	129 711	162 821	67 006	62 654	552 292 834	132 799	1 741	119 881	546	0 56 258	0	0	0	0	0	0	1 026 803

Źródło: Urząd Gminy Łomża.

Tab. 5.2. Bilans emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy Łomża w 2013 r. [Mg]

Kategoria	Emisje CO ₂ [Mg] / Emisje ekwiwalentu CO ₂ [Mg]																	
	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	Stoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna		
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:																		
Budynki, wyposażenie/urządzenia komunalne	57	5 259	486	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 802	
Budynki, wyposażenie/urządzenia usługowe (niekomunalne)	33 391	16 588	4 108	772	152	0	178	12 224	0	0	0	0	0	0	0	0	67 413	
Budynki mieszkalne	32 376	38 560	6 482	1 794	0	0	413	28 416	0	0	0	0	0	0	0	0	108 041	
Komunalne oświetlenie publiczne	3 112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 112	
Przemysł	38 918	0	2 390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41 308	
Budynki, wyposażenie/urządzenia i przemysł razem	107 854	60 407	13 466	2 566	152	0	591	40 640	0	0	0	0	0	0	0	0	225 676	
TRANSPORT:																		
Transport publiczny	0	0	0	1 534	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 550	
Transport prywatny i komercyjny	0	0	69	11 532	32918	0	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	120 738	
Transport razem	0	0	69	11 532	32934	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122 288	
RAZEM	107 854	60 407	13 535	14 098	152	77 601	32934	40 640	152	0	0	0	0	0	0	0	347 964	

Źródło: Urząd Gminy Łomża.

Tab. 5.3. Scenariusz zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy Łomża na rok 2030 [MWh]

Kategoria	Końcowe zapotrzebowanie energetyczne [MWh]																		
	Paliwa kopalne										Energia odnawialna								
	Energia elektryczna	Ciepło/chłód	Gaz ziemny	Gaz ciekły	Oil opałowy	Oil napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Oil roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Stoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	RAZEM
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSPORT:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RAZEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: Urząd Gminy Łomża.

Tab. 5.4. Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy Łomża na rok 2030 [Mg]

Kategoria	Emisje CO ₂ [Mg] / Emisje ekwiwalentu CO ₂ [Mg]																		
	Paliwa kopalne										Energia odnawialna								
	Energia elektryczna	Ciepło/chłód	Gaz ziemny	Gaz ciekły	Oil opałowy	Oil napędowy	Benzyna	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Inne paliwa kopalne	Oil roślinny	Biopaliwo	Drewno	Inna biomasa	Ciepła	Stoneczna	Wiatrowa	Geotermiczna	RAZEM
BUDYNKI, WYPOSAŻENIE / URZĄDZENIA I PRZEMYSŁ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSPORT:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RAZEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: Urząd Gminy Łomża.

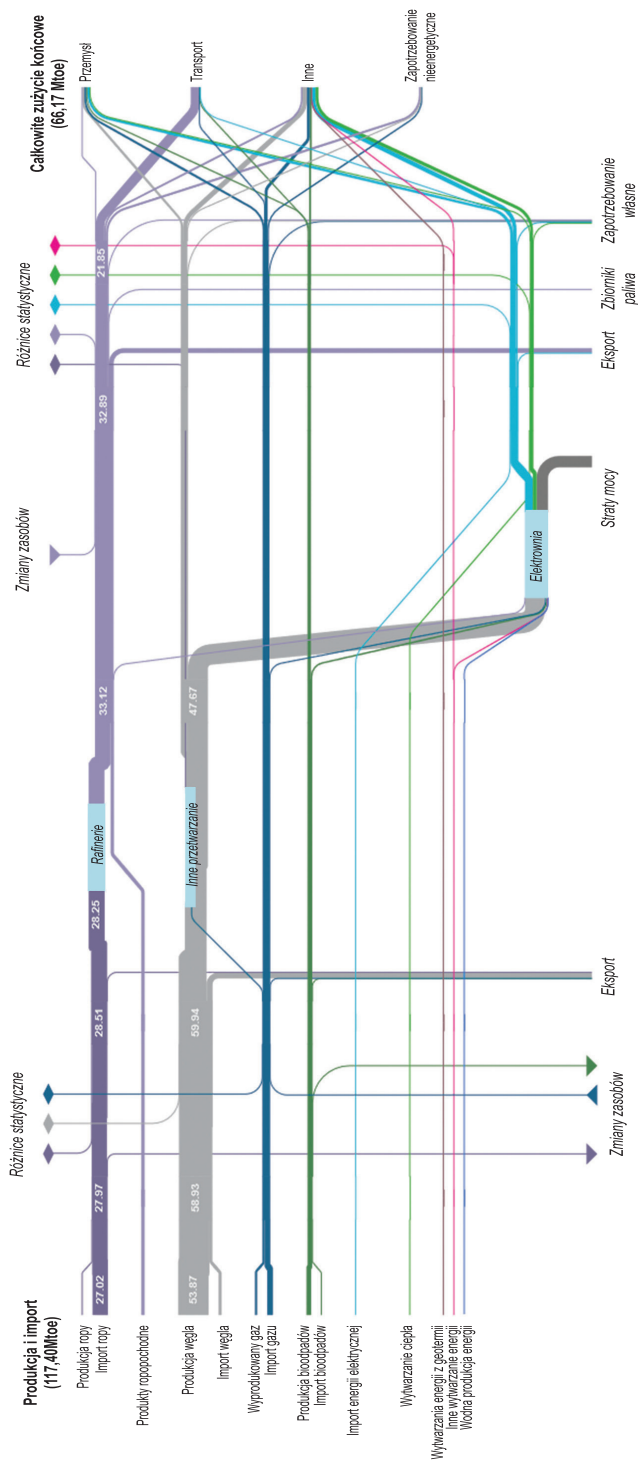
5.3. Analiza bilansów energetycznych w oparciu o doświadczenia partnera norweskiego

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.

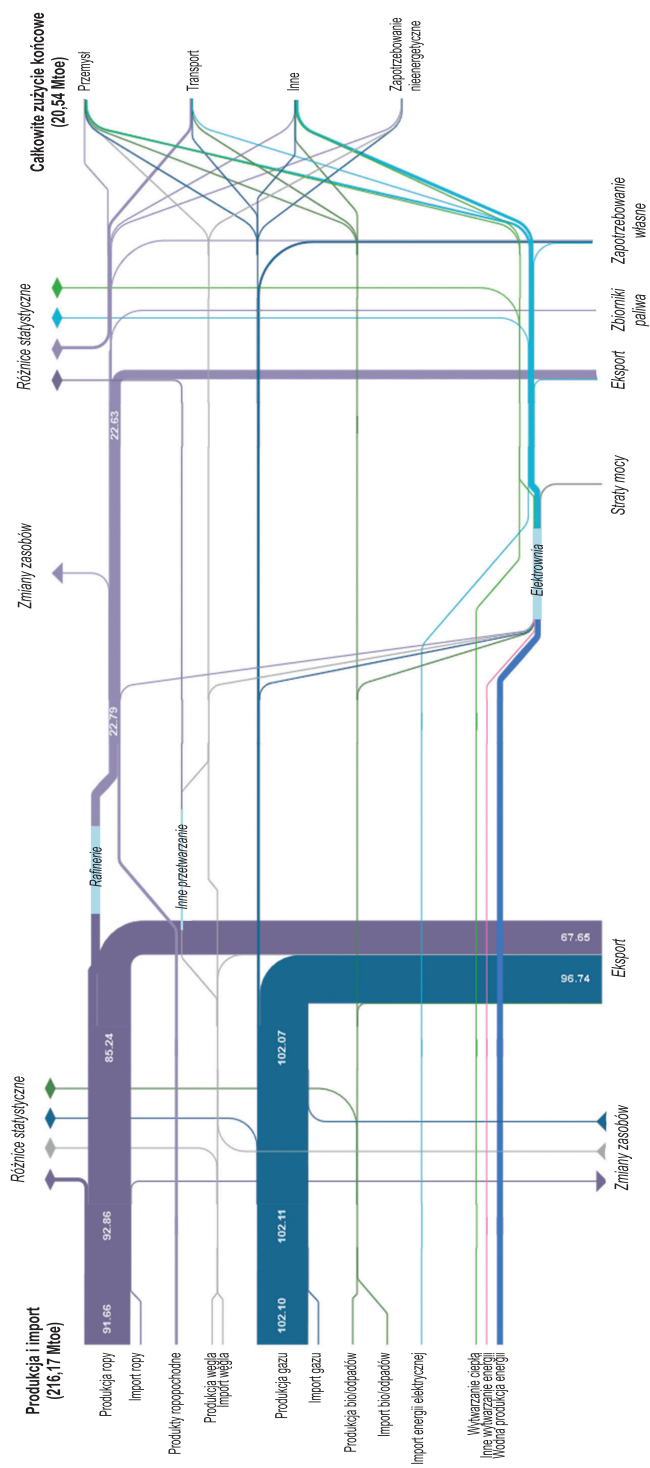
Przeгляд najistotniejszych przepływów energii i ukazanie ich udziału w globalnym bilansie energetycznym określonego terytorium można najlepiej zobrazować diagramem Sankeya [4]. Krajowe bilanse energetyczne Polski i Norwegii w 2015 r. zaprezentowano odpowiednio na rysunku 5.2 i rysunku 5.3.

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]

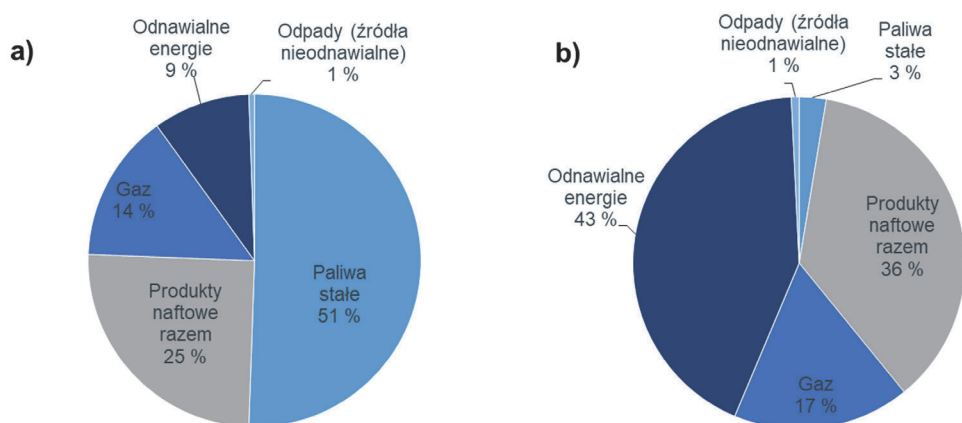


Rys. 5.3. Bilans energetyczny dla Norwegii w 2015 r. [4]

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]

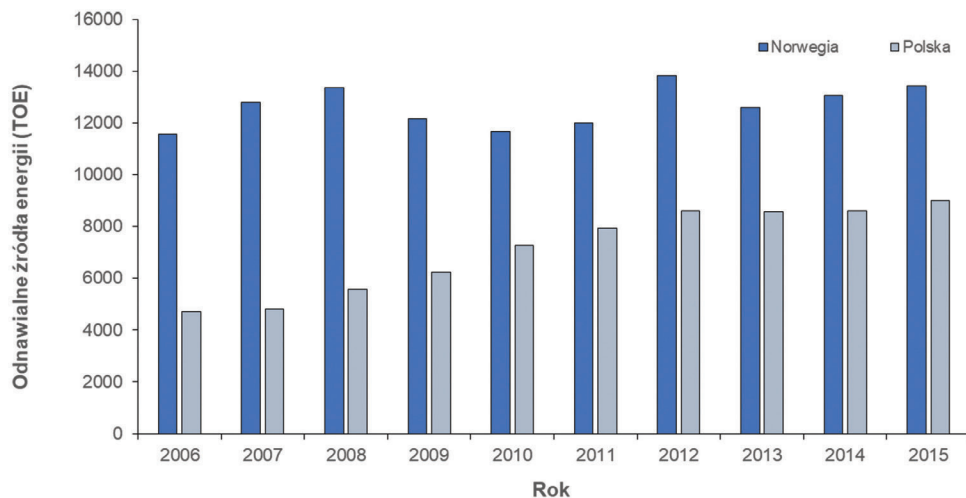
Rysunek 5.5. ilustruje całkowite wewnętrzne zużycie energii odnawialnej w czasie, podczas gdy rysunek 5.6. pokazuje procent odnawialnej energii w końcowym zużyciu energii brutto oraz różne sektory na przestrzeni czasu [3]. Istotnym faktem jest to, że wskaźnik mierzy całkowity popyt na energię danego 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%.

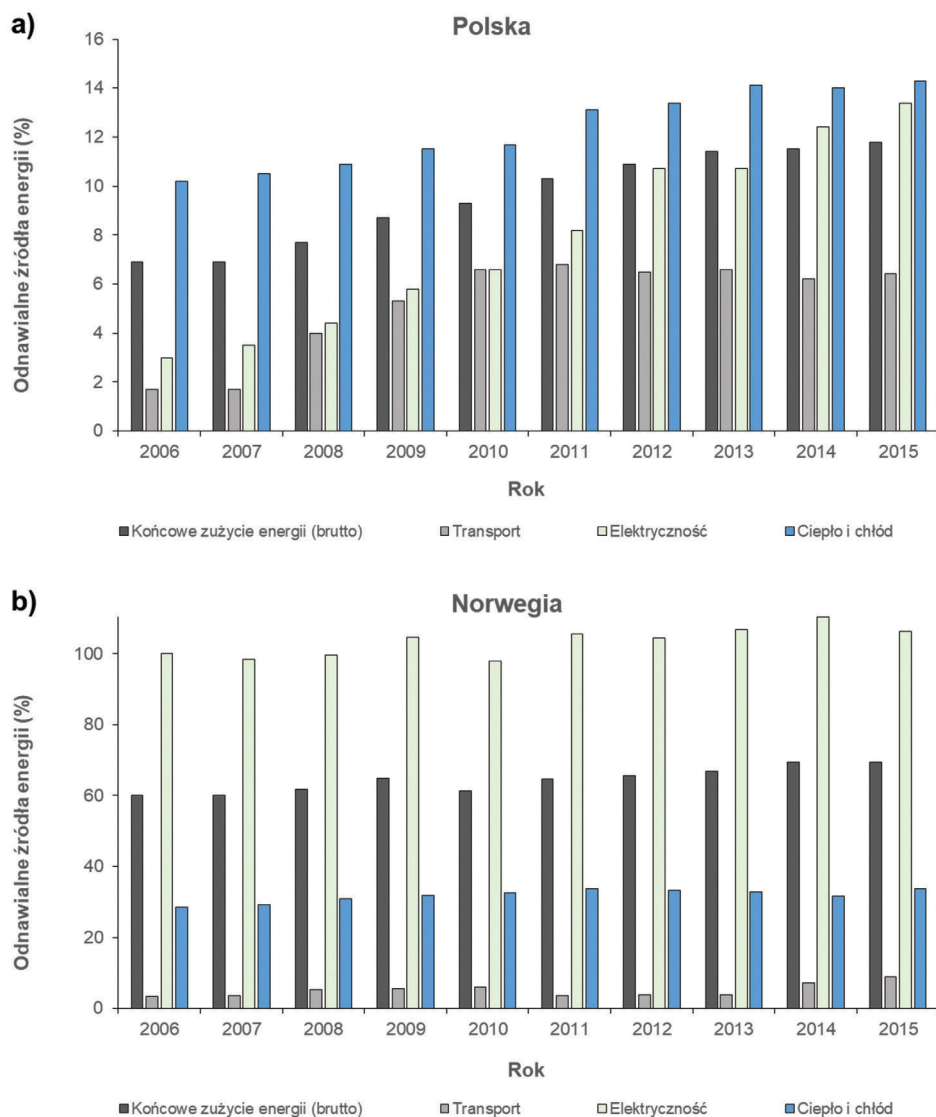
Natomiast w Norwegii, dane wskazują, że udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto zwiększył się z 60% w 2006 r. do około 69% w 2015 r. Udział energii odnawialnej zwiększył się także w odniesieniu do transportu, oraz ciepła i chłodu, sięgając odpowiednio 9% i 34% w 2015 r. Tymczasem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

6. WYNIKI INWENTARYZACJI EMISJI W GMINIE

Rozdział prezentuje podsumowanie wyników inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych wykonanych dla 2013 r. Oszacowanie wielkości emisji wykonano na podstawie danych pozyskanych od jednostek miejskich, 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 Dyrekcją 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 zużycia energii pozyskano z następujących źródeł:

- Urząd Miejski w Łomży,
- 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 2013.

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.

Tab. 6.1. Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ dla różnych paliw

Rodzaj paliwa/ źródła energii	Wartość opałowa [GJ/Mg]*, [GJ/l]** [GJ/1000 m ³ ***	Wskaźnik emisji [MgCO ₂ /MWh]
Energia elektryczna	-	0,8315
Ciepło sieciowe	-	0,371
Gaz ziemny	35,94	0,202
Gaz ciekły	23,65	0,225
Olej opałowy	40,19	0,276
Olej napędowy	43,33	0,265
Benzyna	44,80	0,248
Węgiel kamienny	21,22	0,338
Inne paliwa kopalne	-	0,278

* dla paliw stałych, ** dla paliw płynnych, *** dla paliw gazowych.

Źródło: UM Łomża.

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

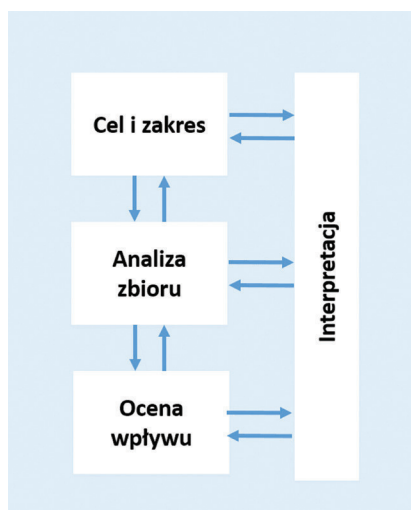
7.1. Ocena LCA (*Life Cycle Assessment*) bilansu energetycznego w gminie

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 elektrowni 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.

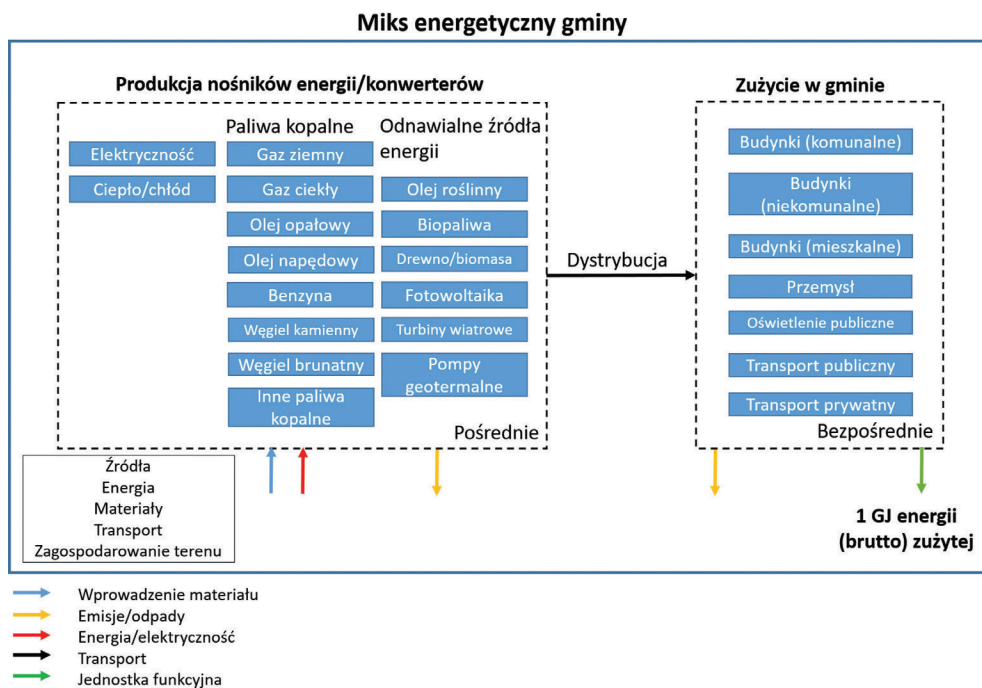
Definicja celu i zakresu, analiza inwentarza i ocena wpływu są fazami często wykonywanymi konsekwentnie. Czwarty etap LCA składa się z fazy umożliwiającej pozyskanie informacji zwrotnej odnośnie wszystkich pozostałych etapów i sprawia, że wykonanie LCA staje się procesem interaktywnym.

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.



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.

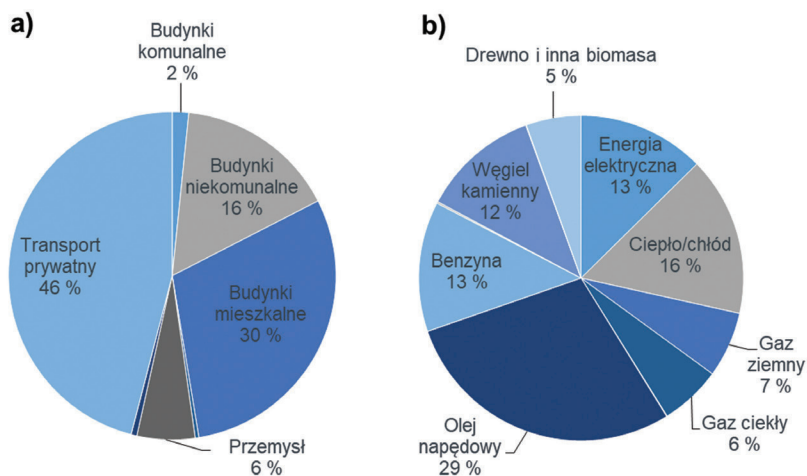
Modelowanie zostało w całości wykonane przy wykorzystaniu dedykowanego pakietu oprogramowania LCA Simapro (wersja analityka 8.1.1.16).

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 transportu prywatnego,
- największym typem nośnika energii jest obecnie olej napędowy.



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

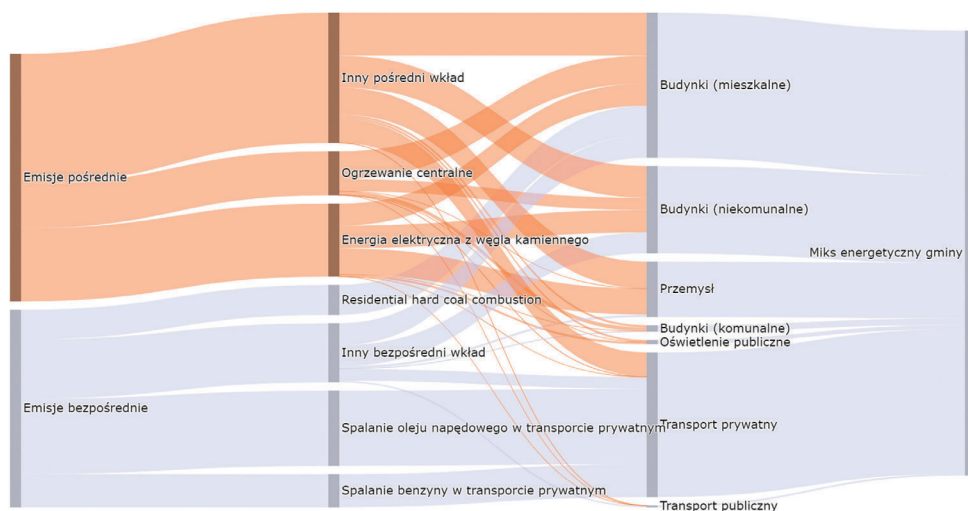
Wyniki oceny oddziaływania modelu LCA, dopasowanego do specyficznych typów energii i miksu stosowanego w gminie są pokazane w tabeli 7.1. Całkowite wartości oddziaływania dla kategorii oddziaływań; zmiany klimatu, tworzenie się pyłu zawieszonoego, zakwaszenie gleby i eutrofizacja wód słodkich są podane 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	3,70E+06	-	5,89E+01
Zmiany klimatu	kg CO _{2-eq}	4,58E+08	1,24E+02	7,29E+03
Tworzenie się pyłu zawieszonoego	kg PM10 _{-eq}	9,44E+05	2,55E-01	1,50E+01
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	2,18E+06	5,90E-01	3,48E+01
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{-eq}	1,94E+05	5,24E-02	3,08E+00

Dzięki wykresom Sankey'a można zidentyfikować sektory i typy nośników energii mające największy udział w skutkach. Rys. 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 z diagramu Sankey'a mają kluczowe znaczenie w przygotowaniu strategii zapotrzebowania na energię czy niskoemisyjności. Z rysunku wynika, że dla obecnego zapotrzebowania na energię w gminie:

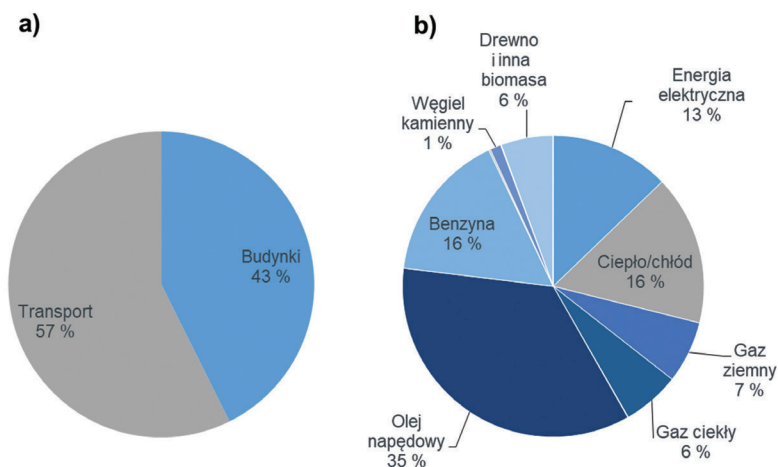
- Większość oddziaływań jest spowodowanych emisjami z prywatnego transportu i z budynków mieszkalnych, oraz wynikającego z powyższych zapotrzebowania na olej napędowy i energię elektryczną. Wszelkie inne strategie odnoszące się do konsumpcji energii powinny zatem skupiać się na redukcji emisji z tego sektora i z nośników energii. To odzwierciedla bilans energetyczny przedstawiony na rys. 7.3, pomimo tego że jest większy udział z energii elektrycznej do oddziaływań związanych ze zmianą klimatu niż zakładano z danych procentowych. 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 zarówno pośrednimi emisjami powstałymi w toku produkcji paliw i nośników energii jak i bezpośrednimi emisjami związanymi ze zużyciem nośników energii. To odzwierciedla fakt, że wysokie emisje CO₂ pochodzą ze spalania paliw kopalnych (np. z oleju napędowego), ale są też produkowane w dużych ilościach w procesie wytwarzania w Polsce energii elektrycznej.



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 transportu,
- największym wykorzystanym w projekcji nośnikiem energii jest olej napędowy,
- jest to ten sam (ogólny) trend dla obecnej sytuacji zapotrzebowania na energię.

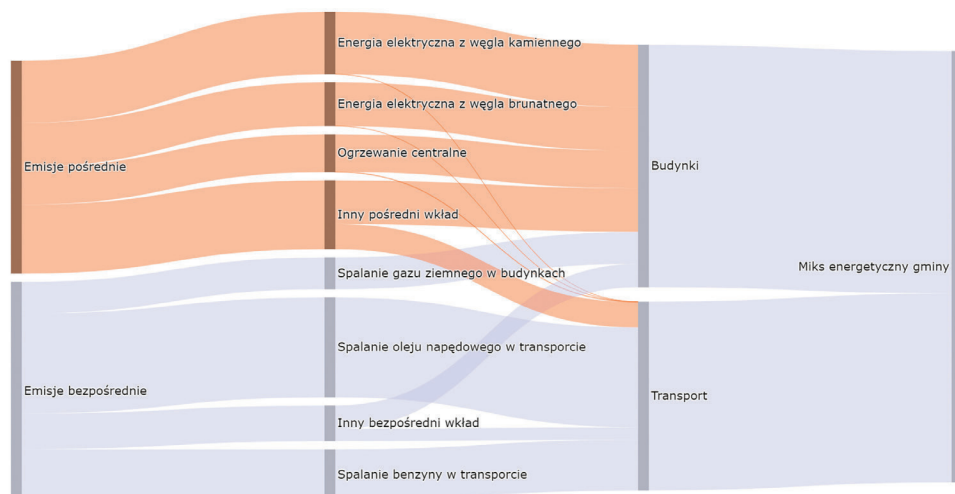
Wyniki oceny oddziaływania modelu LCA, dopasowanego do specyficznych typów energii i mixu wykorzystanego w gminie zostały przedstawione w tabeli 7.2. Całkowite wartości kategorii oddziaływania; zmiany klimatu, tworzenie się pyłu zawieszonego, zakwaszenia gleby i eutrofizacji wód słodkich zostały podane 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	1,10E+06	-
Zmiana klimatu	kg CO _{2-eq}	1,58E+08	1,44E+02
Tworzenie się pyłu zawieszonego	kg PM10 _{-eq}	2,71E+05	2,47E-01
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	6,74E+05	6,15E-01
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{-eq}	7,14E+04	6,51E-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 oddziaływań spowodowanych zmianą klimatu pochodzi z budynków i towarzyszącego zapotrzebowania na energię elektryczną (z węgla kamiennego i brunatnego), jak również ze spalania oleju napędowego. Pokazuje to większy udział z energii elektrycznej niż wynika to z danych procentowych bilansu energetycznego pokazanego na rysunku 7.5 i wynika to z faktu, że energia elektryczna reprezentuje wyprodukowaną energię elektryczną netto.
- Oddziaływanie jest spowodowane zarówno bezpośrednimi emisjami związanymi z produkcją paliw i nośników energii, i bezpośrednimi emisjami związanymi ze zużyciem nośników energii. Odzwierciedla to fakt że wysokie emisje CO₂ są uwalniane ze spalania paliw kopalnych (np. olej napędowy), ale są też produkowane w dużych ilościach w procesie wytwarzania w Polsce energii elektrycznej.
- Proporcja bezpośrednich emisji jest stosunkowo stała w porównaniu do obecnej sytuacji.



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:

- zmniejszenie oddziaływania spowodowanego tworzeniem się pyłu zawieszonego (kg PM_{10-eq}), zakwaszenia gleby (kg SO_{2-eq}) i eutrofizacji wód słodkich (kg P_{eq}) na GJ energii brutto.
- zwiększenie oddziaływania kategorii oddziaływania zmian klimatu (kg CO_{2-eq}) na GJ energii brutto.

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}	1,24E+02	1,42E+02	+15%
Tworzenie się pyłu zawieszonego	kg PM _{10-eq}	2,55E-01	2,15E-01	-16%
Zakwaszenie gleby	kg SO _{2-eq}	5,90E-01	5,74E-01	-3%
Eutrofizacja wód słodkich	kg P _{eq}	5,24E-02	5,13E-02	-2%

Ulepszenie pewnych kategorii oddziaływań kosztem innych określa się w LCA zwrotem przeniesienia problemu. Jest to dobrze zauważalne w porównaniach. W takich sytuacjach, każda kategoria oddziaływania powinna być ostrożnie rozważona. Pokazuje to

jak ważne jest jednocześnie 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:

- 5,6% odnawialnych w gminnym mieszkaniu energetycznym gminy,
- 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 okresy rotacyjne 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 mieszkaniem 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 zużyciu 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 /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.

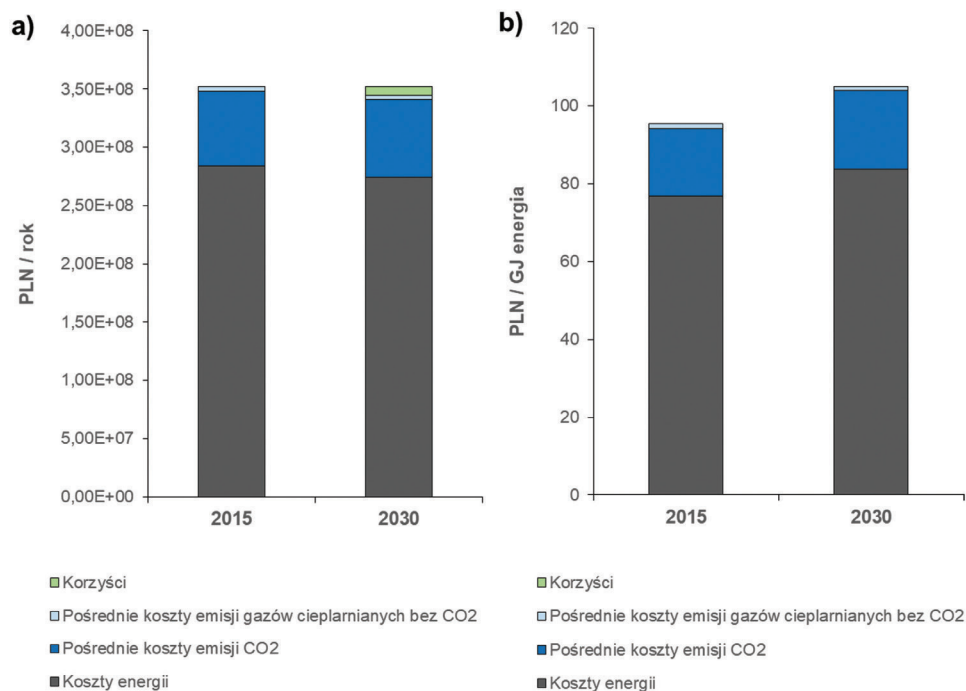
Ze względu na fakt, że powszechnie używane zintegrowane modele oceny nie są dostępne od ręki, społeczny koszt emisji CO₂ został w niniejszym opracowaniu oszacowany przy użyciu podejścia i narzędzia modelującego stworzonego przez van den Bijgaart i in. [14]. Celem niniejszego podejścia było połączenie 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:
- jest społeczno-ekonomiczna korzyść w zmianie miksu energetycznego gminy w przypadku gdy brany jest pod uwagę całkowity bilans energetyczny. Może to być spowodowane głównie zwiększonym zapotrzebowaniem na energię (-11% całkowitego zużycia energii w GJ),
 - nie istnieje korzyść społeczno-ekonomiczna w zmianie miksu energetycznego gminy kiedy 1 GJ odnośnie sytuacji obecnej i projekcji na 2030 r. są porównane bezpośrednio. To odzwierciedla zwiększony koszt miksu energetycznego na 1 GJ dla projekcji na 2030 r. (w porównaniu do sytuacji bieżącej). Pośrednie koszty emisji CO₂ za 1 GJ także ulegają delikatnemu zwiększeniu dla projekcji na 2030 r.



Rys. 7.7. Podział bezpośrednich kosztów energii (szary) i pośrednich kosztów cyklu życia CO₂ (ciemnoniebieski) i CO_{2-ek} (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 Łomża 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

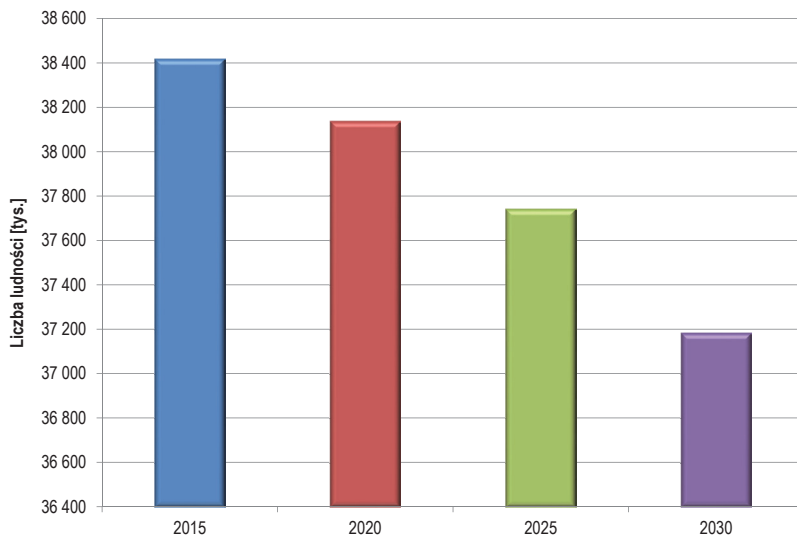
Polska	2015	2020	2025	2030
Ogółem	38 419 000	38 137 800	37 741 500	37 185 100

Źródło: GUS.

Tab. 8.2. Prognoza ludności w gminie Łomża

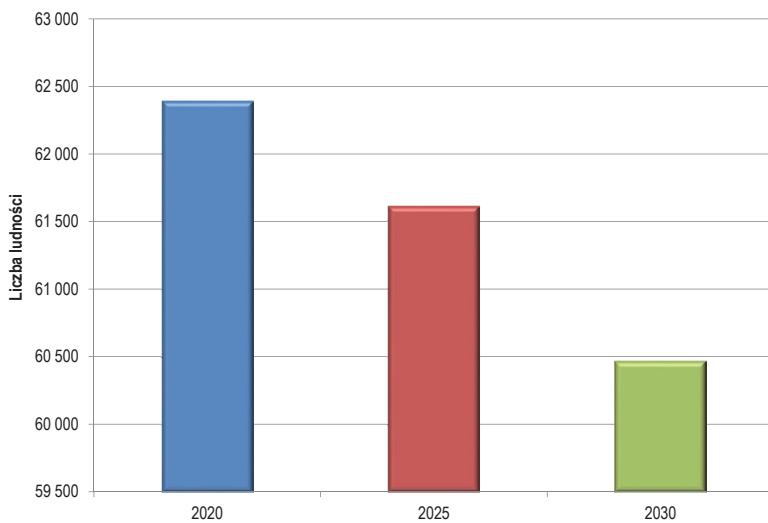
Gmina	Typ	Województwo	Powiat	2020	2025	2030
Łomża	miejska	podlaskie	łomżyński	62 395	61 612	60 466

Źródło: GUS.



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

Źródło: GUS.



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

Źródło: GUS.

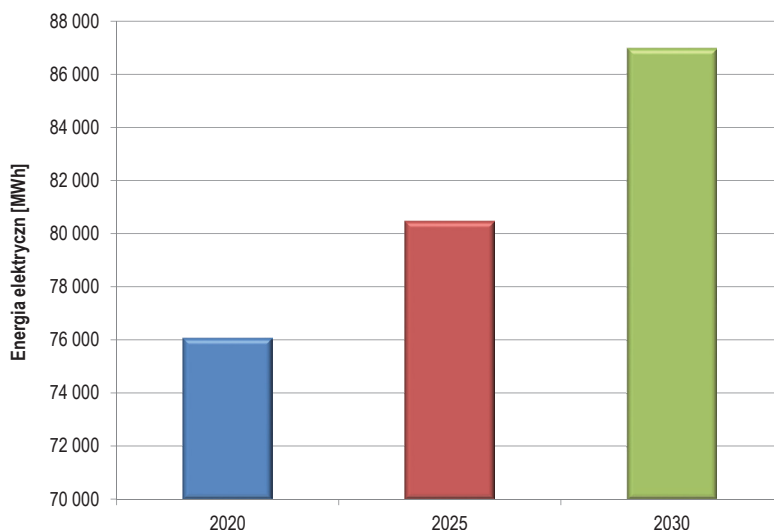
8.2. Prognoza dla gminy Łomża

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 [MWh] w podziale na sektory gospodarki dla gminy Łomża

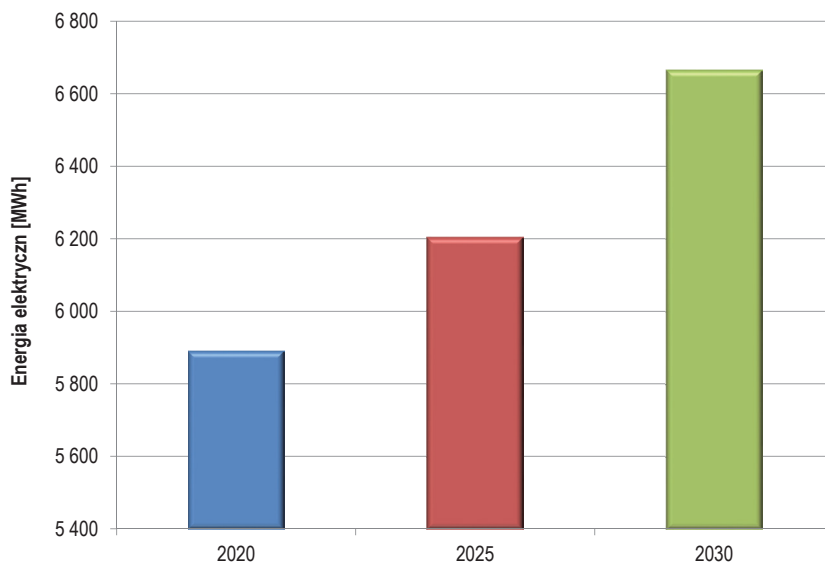
Sektory gospodarki	2020	2025	2030
Przemysł i budownictwo	76 075,9	80 480,9	86 995,4
Transport	5 889,7	6 203,4	6 666,9
Rolnictwo	2 781,3	2 938,5	3 089,6
Handel i usługi	85 892,1	94 520,2	103 744,0
Gospodarstwa domowe	52 844,1	57 299,8	62 116,3
Razem	223 483,2	241 279,6	262 449,5

Źródło: GUS.

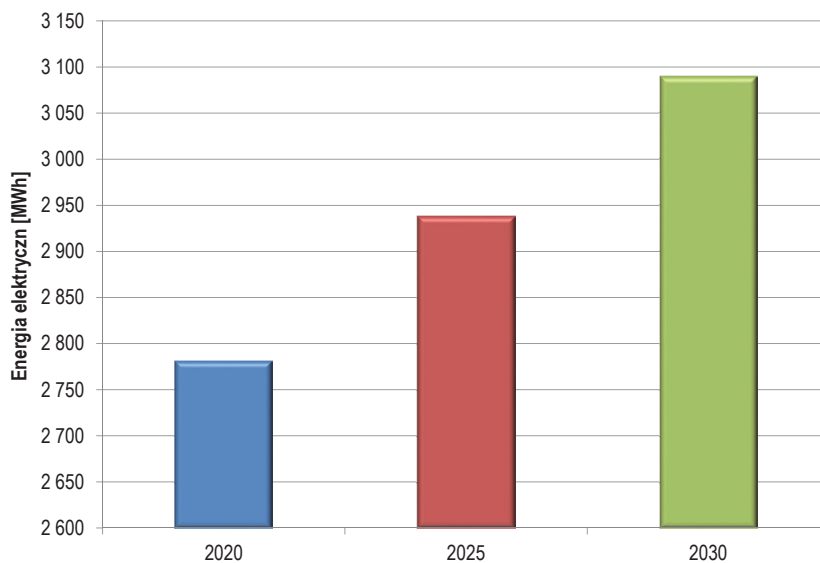


Rys. 8.3. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze przemysł i budownictwo dla gminy Łomża do 2030 r.

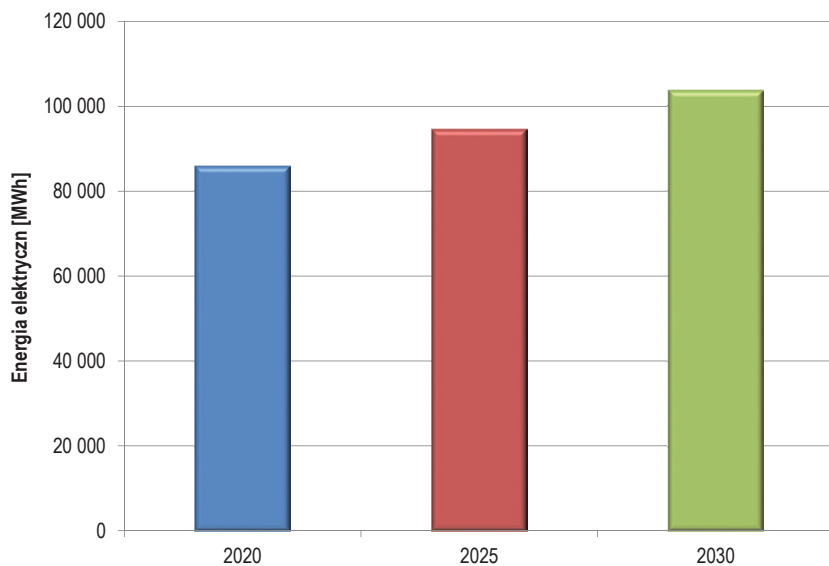
Źródło: GUS.



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

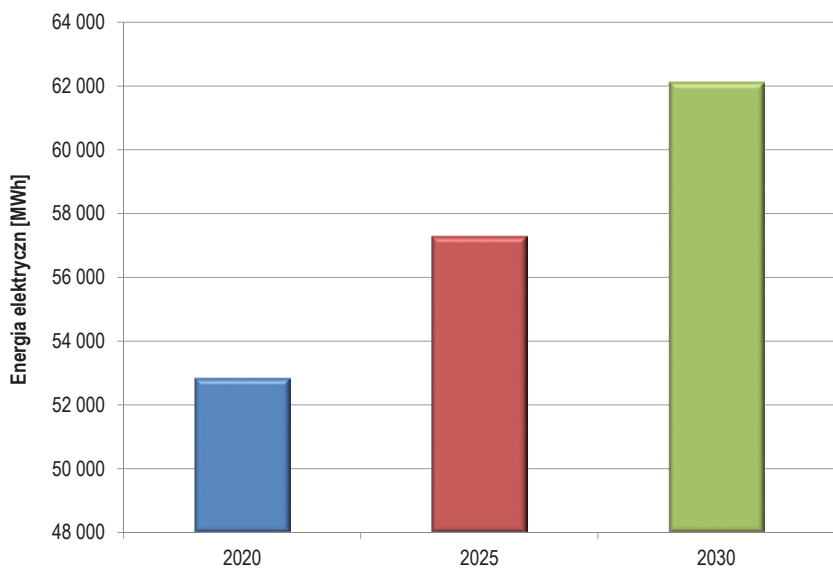


Rys. 8.5. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze rolnictwo dla gminy Łomża do 2030 r.
Źródło: GUS.



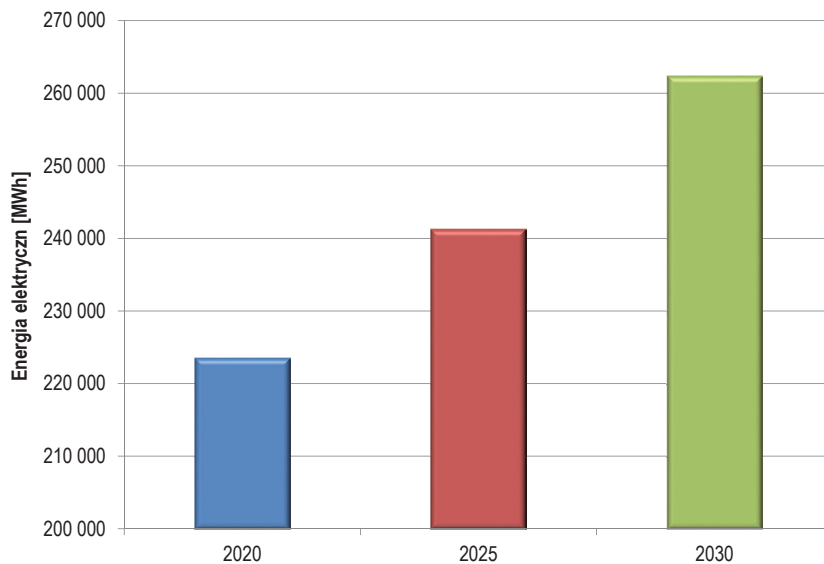
Rys. 8.6. Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze handel i usługi dla gminy Łomża do 2030 r.

Źródło: GUS.



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

Źródło: GUS.



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

Źródło: GUS.

9. PODSUMOWANIE

Gmina nie jest samowystarczalna energetycznie.

Możliwość uzyskania przez gminę samowystarczalności energetycznej wymaga przede wszystkim określenia potencjału technicznego. Potencjał techniczny określa się jako udział procentowy energii możliwej do wytworzenia na określonym obszarze w rozproszonych źródłach w stosunku do obecnego poziomu zużycia odpowiednio energii elektrycznej, ciepła i gazu na tym obszarze. Z uzyskanych dokumentów strategicznych i informacji z Miasta Łomża, a także z ogólnodostępnych dokumentów o randze regionalnej i ogólnopolskiej, możliwości uzyskania energii elektrycznej i ciepła można rozważyć w obszarach: energii słonecznej (fotowoltaika, kolektory słoneczne), rozbudowy sieci gazowej, oraz możliwe jest dla celów ciepłowniczych pozyskiwane RDF z sąsiednich gmin. Realizacja każdego z proponowanych działań wymaga uprzednio wykonania szczegółowych analiz, audytów oraz ocen opłacalności inwestycji.

Analizując zabudowę w ocenianym mieście należy zauważyć dość duży potencjał poprawy efektywności energetycznej w obszarze termomodernizacji budynków mieszkalnych i usługowych. Niestety analizowane dokumenty nie zawierają zapisów wskazujących na preferowany sposób zaopatrzenia w ciepło tych budynków. Brak rozbudowanej sieci ciepłowniczej, niewielki potencjał wykorzystania biomasy oraz położenie w strefie nieopłacalnej do inwestowania w energetykę wiatrową.

Dużą szansą dla gminy na realizację projektu mogą być środki europejskie przewidziane w perspektywie finansowej na lata 2014–2020, oraz środki pochodzące z regionalnych programów wojewódzkich i funduszy norweskich. Po stronie zagrożeń należy zauważyć, że wszystkie środki zewnętrzne wymagają wkładu własnego, który może wykraczać za możliwości finansowe gminy. Jednocześnie należy wspomnieć, że wsparcie takich działań może być obciążone zbyt wysokimi wymaganiami/warunkami, których gmina może nie spełnić. Ponadto wszelkie działania wymagają akceptacji zarówno ze strony sąsiednich gmin, jak i samych mieszkańców.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w gminie w 2013 r. wyniosło 1 026 803 MWh, z trendem wzrostowym z uwagi na to, że gmina cały czas się rozbudowuje – przy czym zabudowa jest dość rozproszona. Część zabudowy objęta jest systemem ciepłowniczym składającym się z sieci ciepłowniczej i centralnego źródła ciepła. Na terenie gminy jest możliwość produkcji energii elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej kogeneracji. Indywidualni odbiorcy ciepła najczęściej pokrywają swoje potrzeby grzewcze poprzez spalanie

paliw we własnych kotłach węglowych lub piecach kaflowych. Tego rodzaju źródła ciepła są głównym emitorem zanieczyszczeń do atmosfery i w dużej mierze przyczyniają się do występowania zjawiska niskiej emisji na terenie gminy. Spalanie paliw o niskiej jakości oraz również częsty proceder spalania odpadów powoduje, że niska emisja zanieczyszczeń powietrza, pochodząca z ogrzewania budynków mieszkalnych, osiąga bardzo dużą wartość.

Poprawa jakości powietrza poprzez ograniczenie tzw. niskiej emisji można przeprowadzić poprzez wdrożenie następujących działań:

- Dotychczasowe pozaklasowe paleniska węglowe można sukcesywnie wymieniać na kotły piątej klasy, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz. U. 2017 poz. 1690), które wprowadza od 1 października br. zakaz wprowadzania do obrotu innych kotłów niż kotły klasy 5. Kotły takie charakteryzują się wysoką sprawnością i niskimi emisjami substancji do powietrza.
- Rozwój i modernizacja sieci ciepłowniczej – zwiększenie liczby odbiorców sieci, jak również zmniejszenie zapotrzebowania na energię ciepłą w konsekwencji modernizacji systemu przesyłu jak i też efektywniejszego zużycia tejże energii u odbiorców końcowych.
- Zastosowanie niskoemisyjnych źródeł energii pracujących w kogeneracji lub trigeneracji.
- Rozwój indywidualnych niskoemisyjnych źródeł ciepła w sektorach, gdzie rozwój sieci ciepłowniczej jest niemożliwy lub nieuzasadniony ekonomicznie lub środowiskowo, oparty na źródłach niekonwencjonalnych (OZE) jak też konwencjonalnych w postaci niskoemisyjnych źródeł kopalnych (np. gaz ziemny).
- Wykorzystanie efektywnej ekonomicznie energii ze źródeł odnawialnych – szczególnie energii słonecznej w postaci kolektorów i paneli fotowoltaicznych jak też energii geotermalnej czy biopaliw.
- Zwiększenie stopnia wykorzystania OZE. Należy zachęcać mieszkańców do prowadzenia działań na rzecz pozyskiwania energii z OZE poprzez zwiększenie wsparcia gminy w tym zakresie poprzez pozyskiwanie funduszy na takie przedsięwzięcia (osoby indywidualne mają ograniczone możliwości w tym zakresie).
- Modernizacja oświetlenia publicznego – całkowita modernizacja systemu oświetlenia ulic, sygnalizacji ulicznej i podświetlenia budynków, z uwzględnieniem technologii najbardziej efektywnych ekonomicznie i środowiskowo.
- Poprawa efektywności energetycznej i ograniczenie emisji w budynkach użyteczności publicznej oraz w budynkach w zasobie gminy poprzez termomodernizację oraz zastosowanie innych technicznych i organizacyjnych rozwiązań.
- Poprawa efektywności energetycznej i ograniczenie emisji w budynkach mieszkalnych, w zarządzie spółdzielni, wspólnot i indywidualnych właścicieli poprzez termomodernizację oraz zastosowanie innych technicznych i organizacyjnych rozwiązań.
- Poprawa efektywności energetycznej i ograniczenie emisji w budynkach mieszkalnych, w pozostałych budynkach (handel, usługi, przemysł i in.) poprzez termomodernizację oraz zastosowanie innych technicznych i organizacyjnych rozwiązań.

- Budowa/rozbudowa nowych budynków użyteczności publicznej oraz sektora mieszkaniowego i pozostałych z uwzględnieniem wysokich standardów efektywności energetycznej (budynki niskoenergetyczne oraz pasywne) z zastosowaniem technologii opartych na niekonwencjonalnej produkcji energii (OZE).
- Systemy wsparcia mieszkańców w zakresie poprawy efektywności energetycznej i ograniczania emisji i zanieczyszczeń do powietrza budynków prywatnych (m.in. realizacja programów ograniczania niskiej emisji, np. wymiana kotłów na te o wyższej sprawności lub zmiana źródła ogrzewania budynków na te mniej uciążliwe dla środowiska, mechanizmy finansowania, udostępnianie wiedzy i narzędzi).
- Wdrażanie systemów certyfikacji energetycznej i środowiskowej budynków.
- Redukcję ilości odpadów poprzez promocję i wdrażanie technologii ograniczających ich powstawanie w procesie produkcji.
- Minimalizowanie emisji związanej z obiosem i transportem odpadów, wdrażanie odpowiednich systemów organizacyjnych oraz niskoemisyjnych pojazdów.
- Ponowne wykorzystanie odpadów w procesie odzysku, w tym wykorzystanie energetyczne – budowa i rozbudowa instalacji do przetwarzania i zagospodarowania odpadów, opartych na technologiach ograniczających emisję (w tym zagospodarowanie biogazu).
- Likwidację dzikich wysypisk.
- Inwestycje w infrastrukturę w zakresie systemów selektywnego zbierania odpadów komunalnych, mechanicznego, biologicznego, termicznego przekształcania wraz z odzyskiem energii.
- Inwestycje w instalacje do produkcji paliw alternatywnych oraz do wykorzystania biogazu.

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. Analiza 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 podlaskiego
Raport roczny: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku
Sprawozdanie z pomiarów jakości powietrza: stacje pomiarowe Łomża, Suwałki

Dokumenty gminne:

Plan gospodarki mniskoemisyjnej dla miasta ŁOMŻA
Strategia zrównoważonego rozwoju miasta ŁOMŻA do roku 2020
Planów zagospodarowania przestrzennego miasta ŁOMŻA
Program ochrony środowiska miasta ŁOMŻA przyjęty Uchwałą nr 286/XXXIV/16 Rady Miejskiej w Łomży z dnia 14 grudnia 2016 roku

Dane z portalu internetowego

<http://biznes.um.lomza.pl/>
<http://mlomza.e-mapa.net/>
<http://www.pga.org.pl/geotermia-zasoby-polskie.html>
<https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artykul/geotermia-w-polsce,35,0,2295331.html>
<http://www.ekologia.pl/wywiady/polska-ma-olbrzymi-potencjal-energii-geotermalnej-wywiad-z-piotrem-dlugozem,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.	Położenie Miasta Łomża	13
Rys. 2.2.	Miasto Łomża – mapa centrum	15
Rys. 2.3.	Rozkład nasłonecznienia w Polsce	21
Rys. 2.4.	Rozkład godzin słonecznych w ciągu roku	22
Rys. 2.5.	Mapa Polski obrazująca rozkład temperatury wody na głębokości 2000 m	24
Rys. 2.6.	Rozkład średnich prędkości wiatru na terenie Polski	26
Rys. 2.7.	Mapa odpływów średnich, krzywe zamykające obszary podają liczby w litrach na sekundę na km ²	27
Rys. 5.1.	Udział mieszkańców Gminy zainteresowanych wymianą źródeł ciepła	39
Rys. 5.2.	Bilans energetyczny dla Polski w 2015 r.	45
Rys. 5.3.	Bilans energetyczny dla Norwegii w 2015 r.	46
Rys. 5.4.	Całkowite zużycie wewnętrzne brutto dla: a) Polski, b) Norwegii w 2015 r.	47
Rys. 5.5.	Całkowite wewnętrzne zużycie energii odnawialnej brutto w tonach ekwiwalentu ropy (TOE) dla Polski i Norwegii. Dane z lat 2006–2015	48
Rys. 5.6.	Energia odnawialna (%) w zużyciu końcowym energii brutto, transport, elektryczność oraz ciepło i chłód dla: a) Polski, b) Norwegii. Dane z lat 2006–2015	49
Rys. 7.1.	Struktura LCA wg SO 14040	54
Rys. 7.2.	Granice systemowe zastosowane w ocenie LCA	56
Rys. 7.3.	Bilans energetyczny dla gminy, pokazujący udział: a) każdy sektor zużycia energii, b) każdy nośnik energii, w drodze do całkowitego obecnego zużycia energii.	57
Rys. 7.4.	Wyszczególnienie oddziaływania zmian klimatu per GJ zużytej energii w gminie (odnośnie obecnego zużycia energii), według sektora zużycia i procesu	59
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.	59

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	61
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.	65
Rys. 8.1.	Prognoza ludności w Polsce do 2030 r.	68
Rys. 8.2.	Prognoza ludności dla gminy Łomża do 2030 r.	68
Rys. 8.3.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze przemysł i budownictwo dla gminy Łomża do 2030 r.	69
Rys. 8.4.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze transport dla gminy Łomża do 2030 r.	70
Rys. 8.5.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze rolnictwo dla gminy Łomża do 2030 r.	70
Rys. 8.6.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze handel i usługi dla gminy Łomża do 2030 r.	71
Rys. 8.7.	Prognoza zapotrzebowania na energię w sektorze gospodarstwa domowe dla gminy Łomża do 2030 r.	71
Rys. 8.8.	Prognoza zapotrzebowania na energię łącznie dla wszystkich sektorów dla gminy Łomża do 2030 r.	72

SPIS TABEL

Tab. 2.1.	Struktura zatrudnienia	14
Tab. 2.2.	Zestawienie liczby mieszkańców Miasta Łomża w latach 2006–2016	16
Tab. 2.3.	Zestawienie liczby odbiorców i ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2015 r.	17
Tab. 2.4.	Rodzaje i ilość punktów świetlnych na terenie Gminy	18
Tab. 2.5.	Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2015 r. z podziałem na sektory – obiekty mieszkalne	19
Tab. 2.6.	Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2013 r. z podziałem na sektory – sektor handlu i usług	19
Tab. 2.7.	Zestawienie ilości dostarczanej energii na terenie Miasta w 2013 r. z podziałem na sektory – przemysł	20
Tab. 2.8.	Klasyfikacja wiatru ze względu na prędkość	25
Tab. 2.9.	Pomiar zanieczyszczenia powietrza	28
Tab. 4.1.	Analiza SWOT – uwarunkowania realizacji celu redukcji emisji gazów cieplarnianych w Gminie do 2020 r.	36
Tab. 5.1.	Bilans zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy Łomża w 2013 r.	41
Tab. 5.2.	Bilans emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy Łomża w 2013 r.	42
Tab. 5.3.	Scenariusz zapotrzebowania energetycznego na terenie Gminy Łomża na rok 2030.	43
Tab. 5.4.	Scenariusz emisji dwutlenku węgla na terenie Gminy Łomża na rok 2030 .	43
Tab. 6.1.	Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO ₂ dla różnych paliw	52
Tab. 7.1.	Ocena oddziaływania dla gminy, odnośnie obecnego zużycia energii	58
Tab. 7.2.	Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, odnośnie projekcji zużycia energii na 2030 r..	60
Tab. 7.3.	Wartości całkowite oceny oddziaływania dla gminy, w odniesieniu do projekcji zapotrzebowania na energię w 2030 r.	61
Tab. 7.4.	Bezpośredni koszt nośników energii wykorzystany w analizie kosztów i korzyści	63
Tab. 8.1.	Prognoza ludności	67
Tab. 8.2.	Prognoza ludności w gminie Łomża	67
Tab. 8.3.	Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną w podziale na sektory gospodarki dla gminy Łomża	69

