

Międzysamorządowy

# Plan energetyczny, zachowania czystości powietrza i ochrony klimatu

dla Powiatu Hajnowskiego i jego gmin



## Część 2

Bilans energetyczny, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń -  
Analiza potencjału

*Nowe energie  
w zgodzie z naturą*

Na zlecenie:

**euRONATUR**

Sfinansowane przez:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



Wykonane przez:





## Impressum

- Okres opracowania: 10/2016 – 04/2018
- Tytuł projektu: Międzysamorządowy Plan energetyczny, zachowania czystości powietrza i ochrony klimatu dla Powiatu Hajnowskiego i jego gmin
- Projekt ramowy: Zasobooszczędny rozwój regionalny na Podlasiu
- Zleceniodawca: EuroNatur Stiftung (Fundacja EuroNatur )  
Westendstr. 3  
78315 Radolfzell  
Tel.: +49 7732 9272 0  
Fax: +49 7732 9272 22  
e-mail: [info@euronatur.org](mailto:info@euronatur.org)  
Strona internetowa: [www.euronatur.org](http://www.euronatur.org)
- Opracowanie: EVF – Energievision Franken GmbH  
Schwarzenbacher Str. 2  
95237 Weißdorf  
Tel.: +49 9251 85 99 99 0  
Fax: +49 9251 85 99 99 8  
e-mail: [mail@energievision-franken.de](mailto:mail@energievision-franken.de)  
Strona internetowa: [www.energievision-franken.de](http://www.energievision-franken.de)
- Autorzy: Dyplomowany geograf Ralf Deuerling  
Dominik Böhlein (mgr inż. ekologii miejskiej i krajobrazowej)  
Dyplomowany geograf Rainer Schütz  
Dyplomowany geograf Frank Hoffmann  
Dominik Gottschalk (inżynieria środowiska naturalnego)  
Nadja Keller (inżynieria lądowa i wodna)  
Thomas Obermeyer (geografia kulturowa)
- Dokumentacja zdjęciowa: Jeśli nie oznaczono inaczej: EVF – Energievision Franken GmbH  
Zdjęcie tytułowe: Widok z wieży widokowej Białowieskiego Parku Narodowego wykonany przez Ralfa Deuerlinga
- Sfinansowany przez: Federalny Urząd Ochrony Środowiska (UBA)  
w ramach projektu "Zasobooszczędny rozwój regionalny na Podlasiu" (UBA numer projektu: 7319)  
Tłumaczenie i druk tej publikacji jest wspomagany przez niemieckie Federalne Ministerstwo Środowiska ze środków programów pomocowych w zakresie poradnictwa na rzecz ochrony środowiska w państwach Europy Środkowej i Wschodniej, Kaukazu i Azji Centralnej jak również innych państw sąsiadujących z Unią Europejską i pilotowany przez Federalny Urząd Środowiska. Odpowiedzialność za treść tej publikacji leży po stronie autorów.
- Informacja o prawach autorskich: Niniejsze opracowanie podlega obowiązującym prawom autorskim.  
Bez wyraźnej zgody autorów i zleceniodawcy, całość lub jego fragmenty nie mogą być publikowane, powielane i/lub przekazywane osobom trzecim. Jeżeli



takie wykorzystanie zostanie uzgodnione, autorzy zostaną wymienieni zgodnie z przyjętymi praktykami naukowymi.

Ponadto należy przestrzegać innych praw autorskich i licencji wymienionych w literaturze i wykazie źródeł!

#### Wyłączenie

#### odpowiedzialności:

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane zgodnie z aktualnym stanem techniki, uznanymi zasadami nauki oraz najlepszą wiedzą i przekonaniami autorów. Omyłki zastrzeżone.

Źródła obce zostały odpowiednio oznaczone. Wyniki opierają się ponadto na oświadczeniach i danych uzyskanych w drodze wywiadów. Wszystkie informacje i źródła zostały dokładnie sprawdzone pod kątem wiarygodności. Autorzy nie mogą jednak zagwarantować wiarygodności przedstawionych wyników.

Ponadto wyniki badania oparte są na warunkach ramowych wynikających z przedstawionych ustaw, rozporządzeń i norm prawnych. Mogą one lub ich wykładnia prawna ulec zmianie. W tym względzie badanie nie może zastępować porady prawnej i nie może być wyraźnie rozumiane jako takie.

#### **Ważna wskazówka:**

Ze względu na zachowanie przejrzystości niniejszy Plan energetyczny, zachowania czystości powietrza i ochrony klimatu został podzielony na cztery części:

#### **Część 1**

1. Podsumowanie
2. Daty ramowe
3. Infrastruktura energetyczna
4. Kataster ciepła

#### **Część 2**

5. Bilans energetyczny, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń
6. Analizy potencjału

#### **Część 3**

7. Rozważania szczegółowe
8. Prognozy i scenariusze
9. Uczestnictwo osób zaangażowanych

#### **Część 4**

10. Środki i zalecenia

**Pomimo tego podziału ze względu na zachowanie przejrzystości i łatwości obsługi chodzi o całościową koncepcję, na którą składają się poszczególne części. Fragmenty pojedynczych części muszą być postrzegane w ogólnym kontekście i nie mogą być rozpatrywane osobno.**



## Spis treści

Impressum.....	II
Spis treści.....	IV
5 Bilans energetyczny, gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń.....	1
5.1 Informacje ogólne .....	1
5.1.1 Zasada terytorialna.....	1
5.1.2 Zróżnicowanie tematyczne.....	1
5.1.3 Grupy konsumentów .....	1
5.1.4 Formy energii.....	2
5.1.5 Emisje gazów cieplarnianych (ekwiwalenty CO <sub>2</sub> ) .....	3
5.1.6 Zanieczyszczenia powietrza.....	3
5.1.6.1 Potencjał zakwaszania (ekwiwalent SO <sub>2</sub> ) .....	4
5.1.6.2 Potencjał tworzenia ozonu (ekwiwalenty TOPP).....	5
5.1.6.3 Potencjał zubożenia ozonu (ekwiwalenty R11) .....	5
5.1.6.4 Drobnny pył .....	6
5.1.6.5 Zjawisko mieszane „Smog“ .....	6
5.1.6.6 Podsumowanie porównawcze .....	6
5.1.7 Ocena cyklu życia.....	8
5.2 Podstawa danych.....	9
5.3 Końcowy bilans energetyczny .....	12
5.3.1 Energia termiczna.....	12
5.3.2 Energia elektryczna .....	14
5.3.3 Mobilność .....	16
5.3.4 Podsumowanie .....	18
5.4 Bilans energii pierwotnej, gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza .....	20
5.4.1 Energia termiczna.....	20
5.4.2 Energia elektryczna .....	21
5.4.3 Mobilność .....	23
5.4.4 Podsumowanie .....	24
6 Analizy potencjału .....	26
6.1 Potencjały oszczędności i zwiększenia wydajności .....	26
6.1.1 Prywatne gospodarstwa domowe.....	26
6.1.1.1 Ciepło.....	26
6.1.1.2 Mobilność .....	33
6.1.1.3 Prąd.....	38
6.1.2 Samorządowy obszar działania .....	42
6.1.2.1 Analiza nieruchomości.....	42
6.1.2.2 Mobilność .....	52
6.1.2.3 Zaopatrzenie w wodę pitną i oczyszczanie ścieków .....	53
6.1.2.4 Oświetlenie uliczne.....	53



6.1.3	Instytucje publiczne niesamorządowe, przedsiębiorstwa, handel, usługi i przemysł...	56
6.1.4	Podsumowanie .....	57
6.2	Potencjał energii odnawialnych .....	59
6.2.1	Energia promieniowania słonecznego.....	60
6.2.1.1	Zasady metodologii .....	62
6.2.1.2	Systemy solarne.....	64
6.2.1.3	Fotowoltaika na powierzchniach dachowych .....	65
6.2.1.4	Fotowoltaika na wolnych przestrzeniach .....	67
6.2.2	Biomasa .....	70
6.2.2.1	Drewno energetyczne .....	70
6.2.2.2	Biogaz .....	75
6.2.2.3	Biomasa odpadowa .....	77
6.2.3	Energia wodna .....	81
6.2.4	Energia wiatrowa.....	82
6.2.4.1	Mikroturbiny wiatrowe .....	85
6.2.4.2	Małe turbiny wiatrowe .....	87
6.2.4.3	Duże turbiny wiatrowe .....	88
6.2.5	Geotermia.....	95
6.2.5.1	Energia geotermalna w pobliżu powierzchni .....	95
6.2.5.2	Geotermia głęboka .....	97
6.2.6	Utylizacja śmieci i ścieków.....	100
6.2.6.1	Gaz składowiskowy.....	100
6.2.6.2	Gaz ściekowy/osady ściekowe.....	101
6.2.7	Ciepło odpadowe.....	102
6.2.7.1	Ciepło odpadowe przemysłowe do użytku zewnętrznego.....	102
6.2.7.2	Ciepło odpadowe ze ścieków .....	103
6.2.8	Podsumowanie wszystkich potencjałów energii odnawialnej .....	106
6.2.8.1	Potencjał odnawialnych źródeł energii w obszarze energii elektrycznej .....	106
6.2.8.2	Potencjał energii odnawialnych w obszarze produkcji ciepła .....	108
6.2.8.3	Wnioski końcowe .....	109
	Zastosowane skróty.....	VII
	Skróty nazw własnych .....	VII
	Przepisy ustawowe i wykonawcze.....	VII
	Jednostki fizyczne i matematyczne .....	VII
	Słownik .....	X
	Bibliografia i źródła .....	XII
	Ważne informacje o prawach użytkownika i prawach autorskich oraz stosowanych licencjach osób trzecich .....	XIV
	Wykaz rysunków.....	XV
	Katalog tabelaryczny .....	XVIII





## 5 Bilans energetyczny, gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń

Poniżej przedstawiono bilans energii, gazów cieplarnianych (GHG) i zanieczyszczeń powietrza Powiatu Hajnowskiego i jego gmin. Po opisie sposobu postępowania przedstawiono energię końcową, energię pierwotną oraz bilanse gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza.

### 5.1 Informacje ogólne

#### 5.1.1 Zasada terytorialna

Bilans energii, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza opiera się na zasadzie terytorialnej. Oznacza to, że granicą systemu jest granica Powiatu Hajnowskiego lub granice gmin. Bilans uwzględnia np. jedynie fizyczne występujące na terenie powiatu elektrownie wykorzystujące energię odnawialną. Instalacje, które dostarczają energię elektryczną do analizowanego obszaru z zewnątrz na podstawie bilansu (lub fizycznie, jeżeli znajdują się w pobliżu) na podstawie przepisów umownych, nie są brane pod uwagę, ponieważ zostały one uwzględnione zgodnie z zasadą terytorialną w granicach gminy, w której zostały zbudowane. Zastosowana metodologia zapobiega podwójnemu uwzględnieniu jednej i tej samej inwestycji w różnych bilansach. Jest to zgodne z wytycznymi Planu wykorzystania energii Rządu Bawarskiego (patrz STMUG 2011, ARGE ENP 2014), Praktycznym przewodnikiem "Ochrona klimatu w gminach"; (DIFU 2011) oraz systemem BSKO (Miejski System Bilansujący) opracowanym przez Instytut Badań nad energią i środowiskiem w Heidelbergu (IfEU), który jest uważany za rekomendację w zakresie metodyki bilansowania gminnych emisji gazów cieplarnianych w sektorze energii i transportu w Niemczech (IfEU 2016). Zasada terytorialna odpowiada obecnemu paradygmatowi w odniesieniu do procedury opracowywania koncepcji energetycznych i dlatego została wykorzystana również w niniejszym planie energetycznym.

#### 5.1.2 Zróżnicowanie tematyczne

W bilansie należy dokonać rozróżnienia między następującymi obszarami:

- Zużycie energii termicznej (ciepło)
- Zużycie energii elektrycznej (prąd)
- Zużycie energii na potrzeby mobilności

Dokładniejsza analiza mobilności pokazuje, że chodzi o formę mieszaną zużycia energii przede wszystkim ciepłej, ale także elektrycznej. Można je byłoby również tematycznie przyporządkować do odpowiedniego zużycia energii ciepłej (silnik spalinowy) i elektrycznej (silnik elektryczny).

**Wskazówka:** Na przykład w oddzielnej analizie sektora mobilności w bilansie zapotrzebowanie na energię elektryczną dla pojazdów elektrycznych przypisano nie sektorowi energii elektrycznej, ale sektorowi mobilności.

#### 5.1.3 Grupy konsumentów

Niniejszy bilans rozróżnia następujące grupy konsumentów:



- **Prywatne gospodarstwa domowe**

Ze względu na dostępność danych grupa konsumentów prywatnych gospodarstw domowych obejmuje obok gospodarstw domowych pewną część mikroprzedsiębiorstw. Podział nie był możliwy z powodu częściowego mieszanego wykorzystania budynków prywatnych na piętrze i małych pomieszczeń służących do sprzedaży w piwnicy.

- **Samorząd**

W przypadku budynków komunalnych chodzi o wszystkie budynki komunalne na terenie gminy. Szczególnie w przypadku miasta Hajnówka, ta grupa konsumentów może obejmować budynki komunalne różnych jednostek prowadzących i o różnych kompetencjach. Ponadto grupa ta nie obejmuje żadnych budynków państwowych niebędących budynkami komunalnymi, ponieważ w niniejszym opracowaniu podjęto próbę oceny jedynie budynków komunalnych, na które badane gminy mają bezpośredni wpływ.

- **Publiczne, takie jak przedsiębiorstwa, handel, usługi i przemysł**

Ponieważ w wielu przypadkach trudno jest wyodrębnić grupy konsumenckie - publiczne, przedsiębiorstwa i przemysł - są one rozpatrywane łącznie. Oprócz komercyjnych budynków użyteczności publicznej, do tej grupy konsumentów należą również inne budynki państwowe, takie jak budynek Białowieckiego Parku Narodowego (ale nie budynki komunalne badanych gmin lub będące pod bezpośrednią administracją Powiatu Hajnowskiego).

#### 5.1.4 Formy energii

Ponadto w bilansie energetycznym rozróżnia się następujące formy energii:

- Energia końcowa
- Energia pierwotna

*(W poniższym tekście termin „energia pierwotna” jest w naukowym znaczeniu zawsze utożsamiany z „nieodnawialnym” lub „kopalnym” udziałem energii pierwotnej)*

Różnicę pomiędzy tymi dwoma formami energii obrazuje przykładowe porównanie oleju opałowego (kopalne źródło energii) i pelletu drzewnego (odnawialne źródło energii). Podobnie postępuje się z innymi odnawialnymi i kopalnymi źródłami energii.

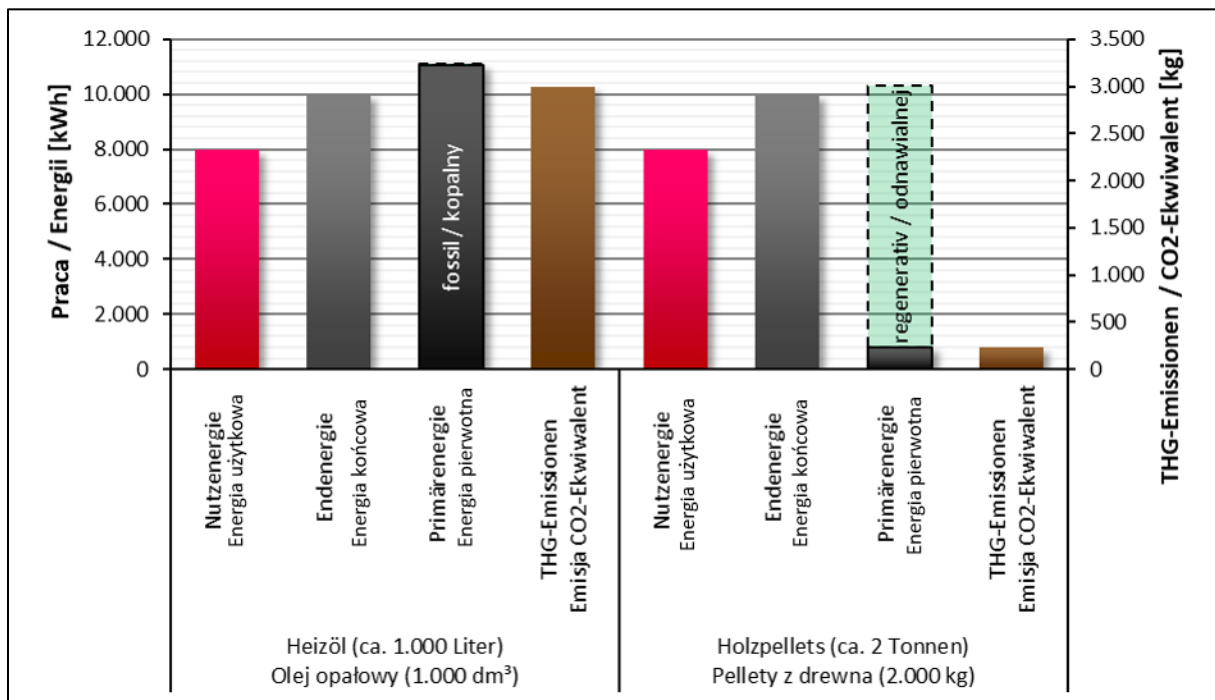
Energia końcowa to ilość energii, która jest bezpośrednio zmagazynowana w nośniku energii. Na przykład 1.000 litrów oleju opałowego lub ok. 2 tony pelletu drzewnego zawiera taką samą ilość energii końcowej, czyli ok. 10.000 kWh<sub>Hu</sub>. Zakładając, że oba systemy grzewcze mają taką samą sprawność i takie same straty na danej linii, mogą dostarczyć każdorazowo poprzez jeden grzejnik ok. 8.000 kWh energii użytkowej (energia użytkowa = energia użytkowa - straty systemu).

Zarówno olej opałowy, jak i pellet drzewny zapewniają zatem w tej analizie taką samą ilość energii końcowej i użytkowej. Różnią się one jednak znacznie pod względem zużycia energii pierwotnej. Wskazuje ona, ile energii danego rodzaju w sumie - łącznie ze wszystkimi łańcuchami wyższego szczebla - znajduje się w danym nośniku energii i było potrzebne do produkcji i dystrybucji. Składa się ona razem z „kopalnej” energii pierwotnej i „odnawialnej” energii pierwotnej. Podczas gdy energia pierwotna pochodząca z paliw kopalnych jest udziałem energii pierwotnej, która powstała w warstwach skalnych na przestrzeni wielu milionów lat historii Ziemi (ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel), energia pierwotna odnawialna jest udziałem zapewnianym przez słońce, wiatr i inne formy energii odnawialnej. W tym kontekście drewno jest źródłem energii pochodzącym z energii słonecznej, która dzięki fotosyntezie pozwoliła drzewu rosnąć. Często jednak pewne ilości kopalnej energii pierwotnej są nadal potrzebne





do pozyskiwania drewna jako źródła energii, np. do pozyskania go z lasu za pomocą maszyn do pozyskiwania drewna lub do dostarczenia go konsumentowi końcowemu (np. benzyny lub oleju napędowego do transportu).



Rys. 39: Porównanie form energii użytkowej, końcowej i pierwotnej

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

W obecnym bilansie energetycznym do obliczenia końcowego i pierwotnego zużycia energii wykorzystano parametry GEMIS w wersji 4. 95 (stan na kwiecień 2017 r.) (por. IINAS 2017).

### 5.1.5 Emisje gazów cieplarnianych (ekwiwalenty CO2)

Rozróżnienie pomiędzy energią końcową i pierwotną jest ważne, ponieważ udział energii pierwotnej pochodzącej z paliw kopalnych jest odpowiedzialny za dodatkowe emisje gazów cieplarnianych i powoduje zmiany klimatu. Podczas gdy zużycie regeneratywnej części energii pierwotnej uwalnia tylko te emisje gazów cieplarnianych, które np. podczas wzrostu drzewa były pobierane z atmosfery i w których bilans CO<sub>2</sub> jest neutralny, to zużycie energii pierwotnej z paliw kopalnych uwalnia emisje gazów cieplarnianych, które były związane w warstwach ziemi przez miliony lat i jak udowodniono obecnie zmieniają nieodwracalnie globalny klimat (por. IPCC 2014).

W poniższej analizie opartej na znanym na całym świecie „Globalnym modelu emisji systemów zintegrowanych” (GEMIS) pod pojęciem emisje gazów cieplarnianych rozumie się uwalnianie gazów: dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>) i podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O). Suma tych emisji określana jest również jako „ekwiwalenty CO<sub>2</sub>”. W niniejszym bilansie gazów cieplarnianych do obliczania ich emisji wykorzystano wersję 4. 95 GEMIS (stan na kwiecień 2017) (por. IINAS 2017).

### 5.1.6 Zanieczyszczenia powietrza

Zanieczyszczenia powietrza mogą powstawać na różne sposoby. Są one rozpraszane w powietrzu i w ten sposób mogą być wchłaniane przez ludzi i i szkodzić. Podczas gdy istnieje duża liczba różnych



zanieczyszczeń powietrza, które są związane z dostarczaniem energii i mogą one powstawać na wiele różnych sposobów, niniejsze badania dotyczą w szczególności zanieczyszczeń powietrza związanych z dostarczaniem energii. Koncepcja ta nie uwzględnia tych, które mogą pochodzić z innych źródeł, np. źródeł przemysłowych. Podczas gdy te, które powstają np. w trakcie procesów przemysłowych lub poprzez kontakt z chemikaliami oraz występują zazwyczaj punktowo (tzn. w bezpośrednim sąsiedztwie źródła), to zanieczyszczenia związane z produkcją energii są zazwyczaj zjawiskami na dużym obszarze, który może obejmować całe zamieszkałe obszary i regiony. Przy odpowiednim występowaniu i warunkach przepływu mas powietrza takie zanieczyszczenia mogą nawet przekraczać granice i pokonywać odległości kilkuset kilometrów.

„Globalny model emisji systemów zintegrowanych”(GEMIS), na którym bazuje niniejsze opracowanie poprzez wspólną, kompleksową bazę danych, wymienia wiele różnych zanieczyszczeń powietrza. Ten dokument ogranicza się jednak tylko do głównych emisji zanieczyszczeń powietrza. Są to w szczególności zanieczyszczenia,

- które prowadzą do zakwaszenia („potencjał zakwaszenia”),
- które sprzyjają tworzeniu się ozonu w glebie („potencjał tworzenia ozonu”),
- które powodują zubożenie warstwy ozonowej w atmosferze („potencjał zubożenia warstwy ozonowej”),
- lub określane są jako pył respirabilny („drobny pył”).

Są one poniżej opisane bardziej szczegółowo.

#### 5.1.6.1 Potencjał zakwaszania (ekwiwalent $\text{SO}_2$ )

„Potencjał zakwaszenia” opiera się na emisji zanieczyszczeń powietrza spowodowanych zakwaszaniem spalin. Są to w szczególności następujące potencjalnie kwasotwórcze substancje chemiczne:

- dwutlenek siarki ( $\text{SO}_2$ )
- tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ )
- chlorowodór ( $\text{HCl}$ )
- fluorowodór ( $\text{HF}$ )
- siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ )
- amoniak ( $\text{NH}_3$ )

Jeśli chemikalia te występują w powietrzu i zostaną wyplukane przez wodę (lub deszcz), opadają i poprzez gromadzenie się w glebie prowadzą do zakwaszenia. Prowadzi to do wielu problemów, takich jak śmierć roślin, itp. Wdychanie wysokich stężeń tych zanieczyszczeń powietrza może również powodować choroby układu oddechowego. Sumę wszystkich wyżej wymienionych substancji chemicznych w powietrzu podaje się w tzw. „ekwiwalentach  $\text{SO}_2$ ”. Jest to rodzaj „wspólnego określenia” dla tych emisji. W związku z tym w niniejszym studium podano jedynie ekwiwalenty  $\text{SO}_2$  zamiast sumy wszystkich indywidualnych emisji wymienionych powyżej. W niniejszym bilansie zanieczyszczeń powietrza do obliczania ekwiwalentów  $\text{SO}_2$  wykorzystano wersję GEMIS 4.95 (stan na kwiecień 2017 r. ) (por. IINAS 2017).



#### 5.1.6.2 Potencjał tworzenia ozonu (ekwiwalenty TOPP)

Podczas procesów spalania w systemach grzewczych lub silnikach wytwarzana jest duża ilość substancji, które sprzyjają powstawaniu ozonu w warstwie przyziemnej ( $O_3$ ). Ozon w warstwie przyziemnej wnika głęboko do płuc jako gaz drażniący i może powodować stany zapalne. W zależności od czasu trwania narażenia i stężenia, mogą wystąpić negatywne skutki zdrowotne, takie jak kaszel, podrażnienie oczu, bóle głowy lub dysfunkcja płuc. Zgodnie z trzecią dyrektywą UE 2002/3/WE w sprawie wartości dopuszczalnych dla zdrowia ludność powinna być informowana publicznie np. od koncentracji ozonu  $>180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnia wartość 1-godzinna), a od  $>240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ostrzegana publicznie. Bardziej wrażliwi ludzie mogą wówczas odczuwać pierwsze niedogodności. Od  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  poważniejsze zagrożenia mogą również pojawić się u osób mniej wrażliwych.

Ozon powstaje z następujących gazów lub w pewnych warunkach jego tworzenie się uwarunkowane jest obecnością następujących gazów:

- tlenek węgla (CO)
- lotne związki organiczne (ang. „volatile organic compounds“ [VOCs])
- tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ )
- metan ( $\text{CH}_4$ )

Gazy te ze względu na ich potencjał w zakresie tworzenia ozonu nazywane są również „ekwiwalentami ozonu troposferycznego”. Skrót „ekwiwalent TOPP” pochodzi od angielskiego terminu „tropospheric ozone precursor potential equivalents”. W niniejszym bilansie zanieczyszczeń powietrza do obliczania ekwiwalentów TOPP zastosowano wartości GEMIS w wersji 4. 95 (stan na kwiecień 2017 r.) (por. IINAS 2017).

#### 5.1.6.3 Potencjał zubożenia ozonu (ekwiwalenty R11)

O ile ozon w warstwie przyziemnej może być szkodliwy dla ludzkiego zdrowia (patrz punkt 5.1.6.2), to również potencjał zubożenia ozonu może mieć szkodliwe skutki, jeśli występuje w górnych warstwach atmosfery. To tutaj znajduje się warstwa ozonowa, która chroni Ziemię i istoty żywe przed niebezpiecznym promieniowaniem słonecznym UV. W latach 80-tych i 90-tych ubiegłego tysiąclecia problem ten stał się znany jako „dziura ozonowa” nad Arktyką, która spowodowana była głównie przez różne chlorofluorowęglowodory (ale także tlenki azotu). Wprawdzie dziura ozonowa przestała się już powiększać i widoczne są pierwsze oznaki odbudowy powstałej wówczas dziury ozonowej, ale chodzi o bardzo długotrwałe procesy niszczenia warstwy ozonowej, które odbudowują się bardzo powoli przez dziesięciolecia.

Do gazów, które potencjalnie mogą prowadzić do zubożenia warstwy ozonowej należą w szczególności:

- trichlorofluorometan (R11)
- fluorometan chlorku fluoru (R12)
- chlordifluorometan (R22)
- inne fluorowęglowodory (stosowane głównie jako czynnik chłodniczy)
- tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ )

Efektywność tego gazu jest powiązana w nazwie „ekwiwalent R11” z gazem R11 (trichlorofluorometanem). Suma tych gazów może być podawana jako „ekwiwalent R11”. W



niniejszym bilansie zanieczyszczeń powietrza do obliczania ekwiwalentów R11 zastosowano wersję GEMIS 4.95 (stan z kwietnia 2017 r.) (por. IINAS 2017).

#### 5.1.6.4 Drobny pył

Podczas spalania i procesów produkcyjnych takich źródeł energii jak węgiel kamienny, olej opałowy czy biomasa, powstaje pył, który może mieć negatywny wpływ na zdrowie, jeśli jest obecny w powietrzu, którym oddychamy. W szczególności najmniejsze frakcje o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż  $10\ \mu\text{m}$  (PM10, ang. „Particular Matter”) i mniejsze niż  $2,5\ \mu\text{m}$  mogą dostać się do płuc, a nawet do krwioobiegu. W zależności od składu pyłu mogą powodować różnorodne dolegliwości, takie jak alergie, inne choroby układu oddechowego lub nawet raka. W niniejszym bilansie zanieczyszczeń powietrza do obliczania emisji pyłów wykorzystuje się wersję GEMIS 4.95 (stan na kwiecień 2017 r.) (por. IINAS 2017).

#### 5.1.6.5 Zjawisko mieszane „Smog”

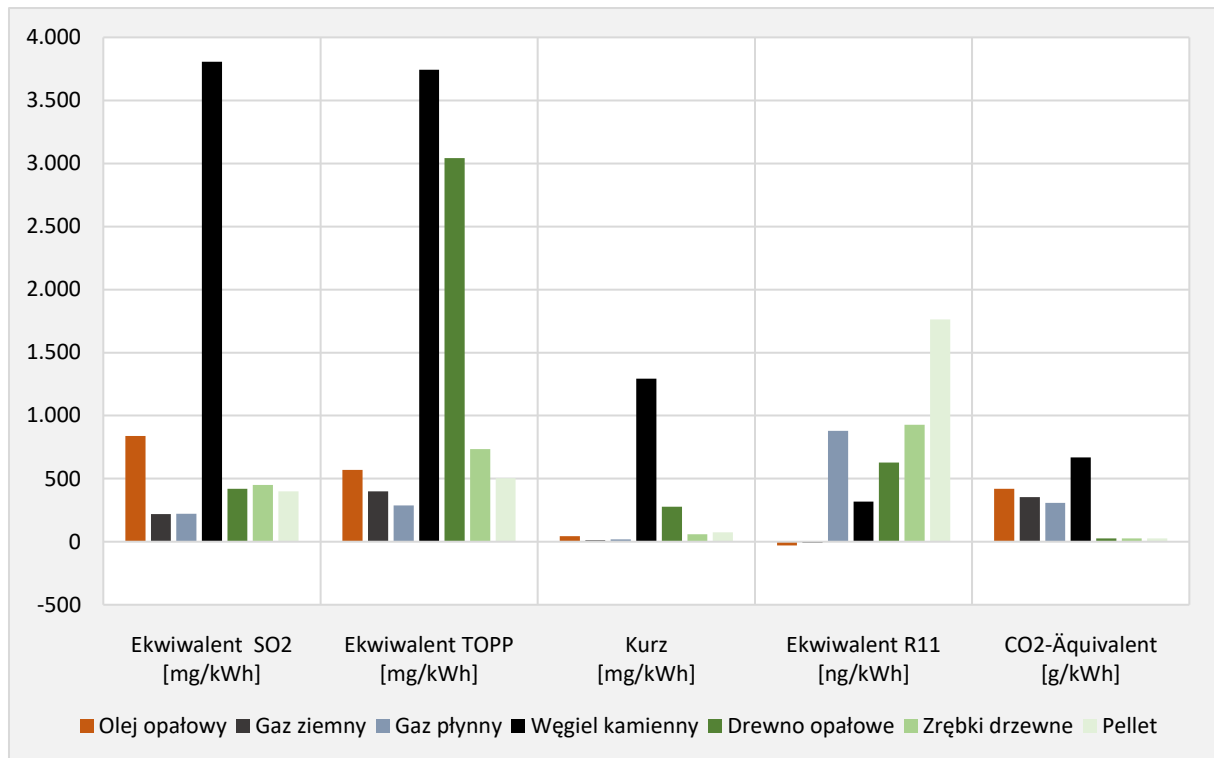
„Smog” jest zjawiskiem mieszanym różnych zanieczyszczeń powietrza. Powstaje, gdy sadza, kurz, dwutlenek siarki, mgła i inne zanieczyszczenia powietrza w niesprzyjających warunkach i w warunkach inwersji pogodowej utrzymują się długo nad daną miejscowością. Zanieczyszczenia powietrza pozostają wówczas przez długi czas na miejscu, gromadzą się blisko ziemi w powietrzu i nie są mieszają się oraz nie wymieniają się tak jak zazwyczaj z masami świeżego powietrza. Prowadzi to do szczególnie wysokich obciążeń zdrowotnych dla ludności.

Rozróżnia się kilka rodzajów smogu. Przede wszystkim jednak rozróżnia się tzw. „smog zimowy” i tzw. „smog letni”. Podczas gdy smog zimowy jest spowodowany głównie emisjami z systemów grzewczych (w tym przypadku mieszanina ww. zanieczyszczeń powietrza), smog letni jest spowodowany głównie wysokim stężeniem ozonu w warstwach powietrza w pobliżu ziemi.

W GEMIS nie ma wskaźników tworzenia się smogu, ponieważ jest to mieszanina zanieczyszczeń powietrza opisanych powyżej w szczególnych warunkach pogodowych. Jednakże poprzez ograniczenie wszystkich wyżej wymienionych zanieczyszczeń powietrza zmniejsza się również potencjał smogu zimowego i letniego.

#### 5.1.6.6 Podsumowanie porównawcze

W niniejszym opracowaniu porównano wykorzystywane źródła energii w odniesieniu do emisji wyżej wymienionych zanieczyszczeń powietrza i emisji gazów cieplarnianych. Poszukuje ono możliwości zminimalizowania zarówno emisji gazów cieplarnianych, jak i zanieczyszczeń powietrza i w związku z tym proponuje potencjały, które przez zastosowanie bardziej zrównoważonych paliw ograniczą odpowiednią emisję. Poniższa ilustracja przedstawia krótki i przybliżony wgląd w powstające emisje, które są emitowane przez dostarczenie 1 kilowatogodziny ( $\text{kWh}_{\text{th}}$ ) ciepła do pomieszczeń.



Rys. 40: Porównanie emisji zanieczyszczeń powietrza i gazów cieplarnianych z różnych paliw w celu wygenerowania 1 kWh ciepła do pomieszczeń

(ŹRÓDŁO: IINAS 2017; PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

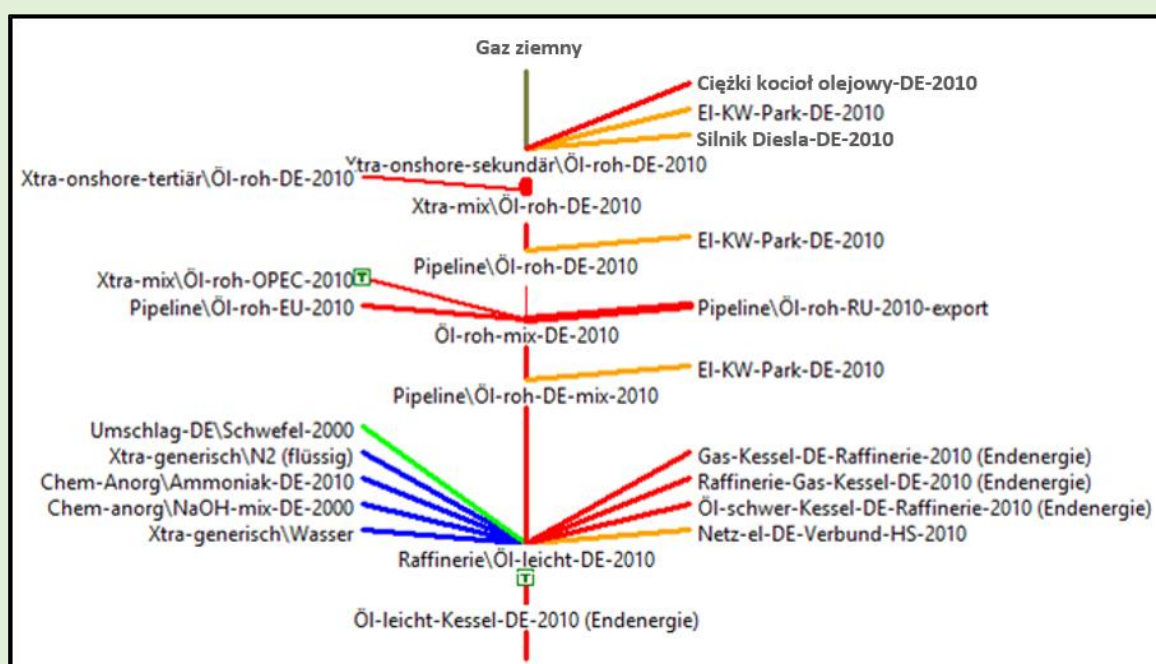
Widać wyraźnie, że węgiel kamienny jest zwykle najgorszym paliwem. Dzięki najwyższym wartościom emisji równoważników CO<sub>2</sub> (gazy cieplarniane) nie tylko przyczynia się najbardziej do zmian klimatycznych, ale również posiada największy potencjał zakwaszania oraz przyczynia się w największym stopniu do powstawania i uwalniania ozonu w warstwie przyziemnej oraz pyłu zawieszonego. Ze względu na niekompletny proces spalania („tli się”) również drewno opałowe w postaci większych kawałków i kłód ma porównywalnie wysoki potencjał do tworzenia ozonu w warstwie przyziemnej i drobnego pyłu. Jednak w przypadku tego źródła energii im proces spalania jest drobniejszy i bardziej kontrolowany (zrębki drzewne i pellet tlą się mniej i spalają w sposób bardziej kontrolowany), tym mniejsze są emisje i są one bardziej zbliżone do tych źródeł energii, które mają szczególnie niskie emisje w tych dziedzinach (zwłaszcza gazowych). W odniesieniu do globalnego wyzwania, jakim jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i ograniczenie globalnego ocieplenia do celu 2 stopni, wyłania się następujący obraz: Ponieważ odnawialna biomasa charakteryzuje się szczególnie niską emisją gazów cieplarnianych (ekwiwalenty CO<sub>2</sub>) i pod względem emisji zanieczyszczeń w kontrolowanych procesach spalania wykazuje nie gorsze wyniki niż gazowe (kopalne) źródła energii, to w niniejszym opracowaniu, jeśli istnieją odpowiednie potencjały, preferuje się biomasę i inne odnawialne źródła energii w porównaniu do kopalnych źródeł energii.

Powyższy rysunek przedstawia jednak tylko niewielki przekrój. Wszystkie inne źródła energii - zarówno kopalne jak i odnawialne - są analogicznie zrównoważone. Jako bazę danych zastosowano wersję GEMIS 4.95 (stan na kwiecień 2017 r. ) (por. IINAS 2017).



### 5.1.7 Ocena cyklu życia

Podczas gdy do uwzględnienia końcowego zużycia energii i potencjału odnawialnych źródeł energii w Powiecie Hajnowskim odnosi się zasada terytorialna (por. pkt 5. 1. 1), to do analizy zużycia energii pierwotnej i związanej z tym emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza zastosowano ocenę cyklu życia (ang. Life Cycle-Assessment [LCA]). Oznacza to, że wszelkie zużycie energii i emisje od produkcji wymaganego surowca aż po zużycie, a w razie potrzeby także późniejsze usuwanie, są poprzez istniejące badania i analizy w miarę możliwości uwzględniane na poziomie globalnym. W ten sposób uwzględnione zostały łańcuchy dostaw. Może to być np. wydobycie i przerób ropy naftowej do produkcji oleju opałowego, oleju napędowego lub benzyny, ale także wyższe emisje gazów cieplarnianych powstające przy produkcji pojazdów elektrycznych (wysokie nakłady energetyczne na produkcję akumulatorów) w porównaniu z pojazdami z silnikiem spalinowym.



Rys. 41: Przykład łańcucha dostaw (tutaj: lekki olej opałowy), który jest brany pod uwagę w obliczeniach zapotrzebowania na energię pierwotną i sumy emisji

(ŹRÓDŁO: IINAS 2017)

*Oprócz energii końcowej w produkcji końcowym - tutaj lekki olej opałowy - w procesie i w łańcuchu dostaw ukrywa się znacznie więcej energii. I tak wyprodukowany olej musi być przetworzony i przetransportowany, aby mógł być wykorzystany w Europie przez konsumenta końcowego do dostarczania ciepła. Wymaga to chemikaliów, energii elektrycznej i paliw. Suma tej energii nazywana jest energią pierwotną. Zostało to obliczone i uwzględnione w bilansie energii pierwotnej na podstawie obowiązujących w skali międzynarodowej wskaźników z bazy danych GEMIS.*

W przypadku zużycia energii uwzględnienie łańcucha dostaw wyraża się przede wszystkim poprzez wskazanie zużycia energii pierwotnej. Emisje gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza również uwzględniają te emisje zgodnie z LCA. Zawsze podaje się całkowitą wielkość emisji. Są to te, które są produkowane lokalnie i te, które są emitowane wzdłuż całego łańcucha dostaw.



## 5.2 Podstawa danych

Zużycie energii Powiatu Hajnowskiego określono na podstawie wielu różnych źródeł. Tabela 9 pokazuje, które zużycie energii zostało określone za pomocą jakiej metody i za pomocą jakiej jakości danych.

Tab. 9: Baza danych - Badanie zużycia energii

Zużycie energii	Metodyka/Źródło danych	Dostępne lub zankietowane hierarchie	Jakość danych
<b>Zużycie prądu</b>	Zapytanie operatora sieci elektroenergetycznej o dane dotyczące sprzedaży  <b>Samorządy:</b> Zapytanie o zużycie energii w gminach	Zużycia dla miasta Hajnowki i dla wszystkich społeczności wiejskich w sumie, w podziale na umowy państwowe i niepaństwowe.  <b>Samorządy :</b> Częściowo konkretne zużycia, częściowo oszacowania ze względu na brak danych	Całkowite końcowe zużycie energii, ale bez podziału na grupy użytkowników i poszczególne gminy  <b>Samorządy:</b> W dużej mierze konkretne zużycia prądu, częściowo oszacowania
<b>Zasilanie prądu i energia odnawialna</b>	Dane z Urzędu Regulacji Energetyki ( <a href="http://www.ure.gov.pl/uremapoze/mapa.html">www.ure.gov.pl/uremapoze/mapa.html</a> ) oraz wyniki programów dofinansowania realizowanych przez samorządy (prywatne i komunalne instalacje fotowoltaiczne)	Dane punktowe dla większych instalacji (energia wiatrowa, biomasa, energia wodna) oraz sumy instalacji dofinansowanych (prywatne i komunalne instalacje fotowoltaiczne)	Dane dla dużych instalacji oraz suma zarządzanych przez samorządy i dofinansowanych instalacji fotowoltaicznych  Ponieważ inne instalacje nie były widoczne na zdjęciu lotniczym przy użyciu metod teledetekcji (stare zdjęcia lotnicze z 2014 r. lub starsze), nie znaleziono innych mniejszych instalacji energii odnawialnej.
<b>Całkowite zużycie energii grzewczej: procedura podstawowa</b>	<b>Zasadniczo:</b> Ustalenie na podstawie obliczeń statystycznych w trakcie tworzenia rejestru ciepła (nie dotyczy jednak, jeżeli znane są konkretne zużycia) <b>Samorządy:</b>	Każdy pojedynczy budynek	<b>Zasadniczo:</b> Oszacowanie statyczne  <b>Samorządy :</b> Częściowo konkretne zużycia,



	Z ankiety, jeśli podano odpowiedzi. W innym przypadku: oszacowanie na podstawie katastru ciepła		częściowo oszacowania
<b>Zużycie energii cieplej: nośniki energii</b>	<b>Prywatne gospodarstwa domowe:</b> Podział sumy z katastru ciepłego na podstawie wyników badań z BRZOSTOWSKI I INNI 2014  <b>Samorządy:</b> Z ankiet, jeśli podano dane  <b>Budynki publiczne, działalność gospodarcza, przemysł:</b> Badania z wykorzystaniem metod teledetekcji i kluczowych danych statystycznych dla większych przedsiębiorstw	Każdy pojedynczy budynek  <b>Prywatne gospodarstwa domowe:</b> Rodzaj zużycia energii zróżnicowany na podstawie wyników badania z BRZOSTOWSKI I INNI 2014  <b>Samorządy:</b> Z ankiet, jeśli podano dane  <b>Budynki publiczne, działalność gospodarcza, przemysł:</b> Określone metodą teledetekcji (najczęstszy przypadek) lub zużycie jest równomiernie rozłożone pomiędzy inne przedsiębiorstwa (rzadko: podane przez gminę).	<b>Prywatne gospodarstwa domowe</b> Statystyczne oszacowanie na podstawie wyników badań z roku 2014  <b>Samorządy:</b> Z ankiet, jeśli podano dane  <b>Budynki publiczne, działalność gospodarcza, przemysł:</b> Często skuteczną teledetekcją (zbiornik gazu płynnego/magazyn węgla na zdjęciu lotniczym itp.) Poziom zużycia został jednak oszacowany statystycznie
<b>Zużycie energii cieplej:</b> ankietowanie prywatnych gospodarstw domowych na terenach wiejskich	Za BRZOSTOWSKI I INNI 2014 w ramach niniejszego opracowania przeprowadzono badanie gospodarstw domowych w miejscowości Stary Kornin (gmina Dybicz Cerkiewne)  Dane te służyły m.in. jako próba kontrolna dla statystycznie obliczonego zużycia energii cieplej przez prywatne gospodarstwa domowe na terenach wiejskich.	Rodzaj i zakres zużycia energii cieplej oraz produkcja ciepła ogółem 40 mieszkańców	Absolutne wartości o rodzaju i zakresie zużycia energii
<b>Samorządowe zużycia energii</b> (prąd/ciepło/mobilność)	Zapytanie o dane dotyczące zużycia	Konkretne końcowe zużycia energii zróżnicowane w obszarze ciepła, prądu, mobilności oraz nośników energii, jeśli podano	<b>Podane w dużej mierze:</b> konkretne końcowe zużycie energii  <b>Jednak:</b> W odniesieniu do kilku nieruchomości brak konkretnych zużyć. W tym przypadku oszacowano na podstawie katastru ciepła.





<p><b>Zużycie energii cieplnej sieci ciepłowniczej w Hajnówce (PEC)</b></p>	<p>Zapytanie operatora sieci o dane dotyczące sprzedaży</p>	<p>Całkowity rodzaj i zakres zużycia oraz zakup z zewnętrznego źródła ciepła (Rindipol).</p> <p><b>Ponadto:</b> anonimowe zużycie energii grzewczej przez wszystkich większych podłączonych odbiorców.</p>	<p>Całkowite końcowe zużycie energii jako całość, jak również ustalenia dotyczące lokalizacji poszczególnych dużych odbiorców</p>
<p><b>Pozostałe dalsze i lokalne sieci ciepłownicze (jeśli określono)</b></p>	<p>Zapytanie o zużycie energii w gminach (często chodzi o sieci gminne), w przypadku braku danych: oszacowanie w ramach katastru ciepła</p>	<p>Rodzaj i zakres końcowego zużycia energii</p>	<p>Konkretne końcowe zużycia energii</p>
<p><b>Zużycie energii cieplnej w istniejących sieciach gazu płynnego</b></p>	<p>Tylko w przypadku, jeśli zostało podane przez gminę. Zużycie budynków komunalnych zostało przyjęte zgodnie z danymi. W niektórych przypadkach określono również zużycie odbiorców prywatnych. Pozostałe zużycie podłączonych odbiorców trzecich zostało oszacowane głównie za pomocą metodyki katastru ciepła.</p>	<p>Rodzaj i zakres końcowego zużycia energii</p>	<p>Częściowo konkretne zużycia, częściowo bazujące na oszacowaniu</p>
<p><b>Istniejące instalacje solarne</b></p>	<p>Wyniki programów wspierających realizowanych przez samorządy (prywatne i gminne instalacje solarne)</p>	<p>Sumy dofinansowanych prywatnych i gminnych instalacji (prognoza mocy i zysków)</p>	<p>Konkretne sumy dofinansowanych instalacji</p>
<p><b>Zużycie energii końcowej mobilność</b></p>	<p>Wyszukiwanie homologowanych pojazdów według typu i typu silnika; obliczanie zużycia paliwa na podstawie średniego przebiegu i zużycia paliwa</p> <p><b>Samorządy:</b> Zapytanie na podstawie ankiety</p>	<p>Motocykle, samochody osobowe, ciężarówki, autobusy, ciągniki (pozostałe, rolnictwo, leśnictwo), pozostałe; dalszy podział według benzyny, oleju napędowego, gazu płynnego i innych</p>	<p>Bezwzględna liczba pojazdów; przebieg i zużycie paliwa w typowych przebiegach oraz wartości średnie</p> <p><b>Samorządy:</b> Konkretna moc pojazdu uzyskana poprzez ankietę</p>

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Jak opisano powyżej, wiele z końcowego zużycia energii cieplnej zostało określone w ramach tworzenia katastru ciepła. Procedura ta została opisana bardziej szczegółowo w rozdziale 4.

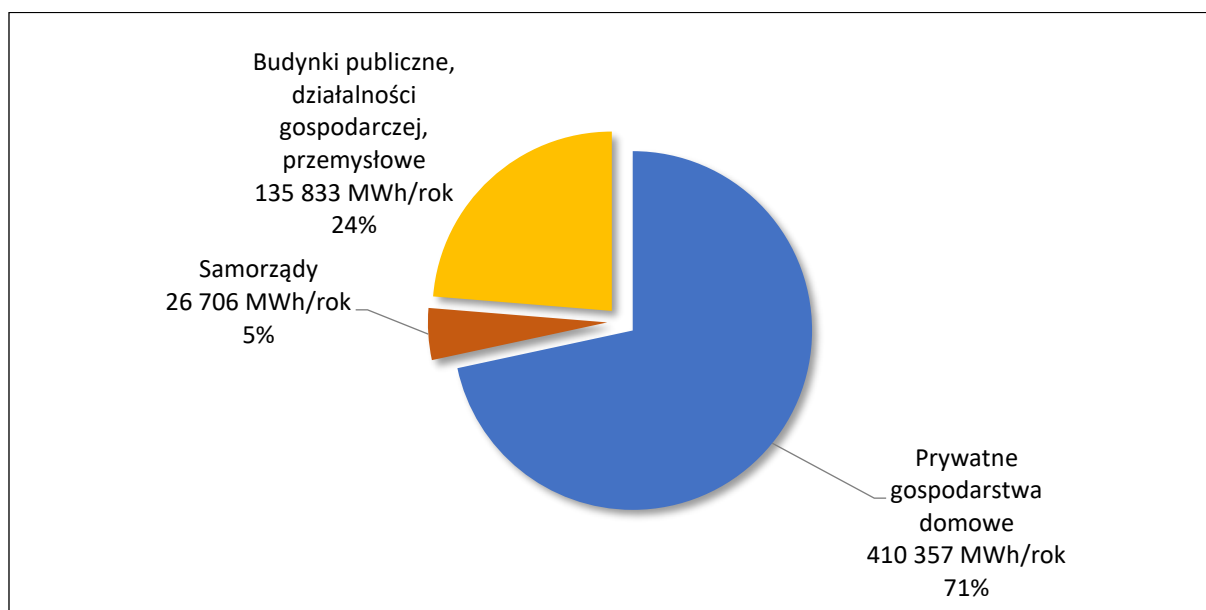


### 5.3 Końcowy bilans energetyczny

Poniższy rozdział przedstawia końcowy bilans energetyczny Powiatu Hajnowskiego. Bilanse energetyczne dla poszczególnych gmin można znaleźć w załączniku.

#### 5.3.1 Energia termiczna

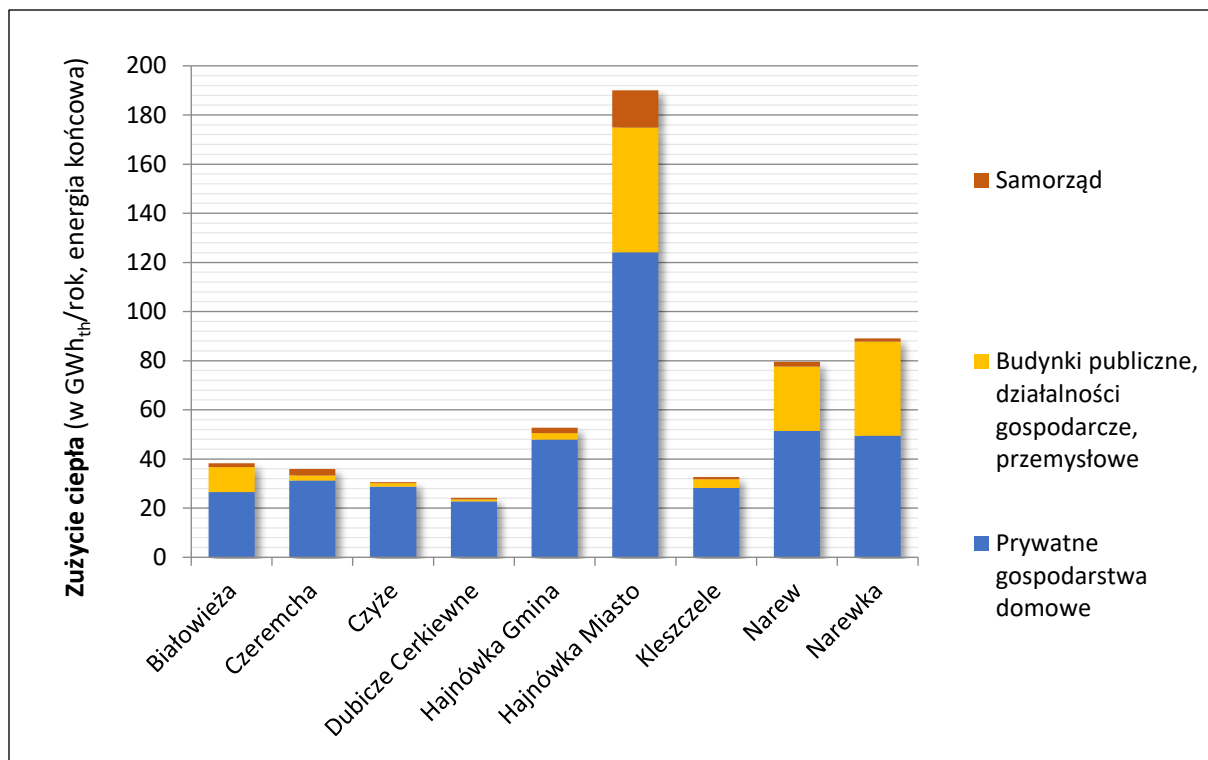
W celu obliczenia końcowego zużycia energii cieplnej sięgnięto do różnych źródeł w zależności od grupy odbiorców. Dla gospodarstw domowych podstawą była powierzchnia mieszkania z cyfrowej mapy katastralnej. Zostało to obliczone na podstawie własnych badań liczby kondygnacji i mapy katastralnej otrzymanej ze Starostwa Powiatowego w Hajnówce. Pozwoliło to określić objętość ogrzewanego budynku i wymagane do tego celu zapotrzebowanie na ciepło. Informacje na temat zużycia w budynkach komunalnych uzyskano w dużej mierze od gmin. Ponieważ jednak w niektórych miejscach nie były dostępne wystarczające dane, zostały one również obliczone na podstawie wcześniej określonej kubatury budynku. Obliczenia zapotrzebowania na energię cieplną innych budynków użyteczności publicznej, budynków działalności gospodarczej, usługowych i handlowych, jak również budynków przemysłowych, zostały zbadane odpowiednio dla największych odbiorców i konkretnie obliczone na podstawie wskaźników. Na podstawie wskaźników obliczono również ryczałtowe stawki dla typów budynków. Dane te zostały uzupełnione o informacje z gmin odnośnie dotowanych słonecznych systemów grzewczych.



Rys. 42: Udział grup użytkowników w łącznym zapotrzebowaniu na ciepło w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W Powiecie Hajnowskim zużywa się zatem łącznie ok. 572.895 MWh<sub>th</sub>/rok (2.062 TJ). Prywatne gospodarstwa domowe odpowiadają za nieco ponad dwie trzecie całkowitego zużycia ciepła, przy zużyciu ok. 410.357 MWh<sub>th</sub>/rok (1.477 TJ). Z 135.833 MWh<sub>th</sub>/rok (489 TJ), budynki publiczne, działalność gospodarcza, usługowa, handlowa i przemysłowa zużywają jedną czwartą całkowitego zużycia ciepła. Pozostałe 5 % zużycia ciepła (26.706 MWh<sub>th</sub>/rok lub 96 TJ) dotyczy badanych budynków komunalnych.

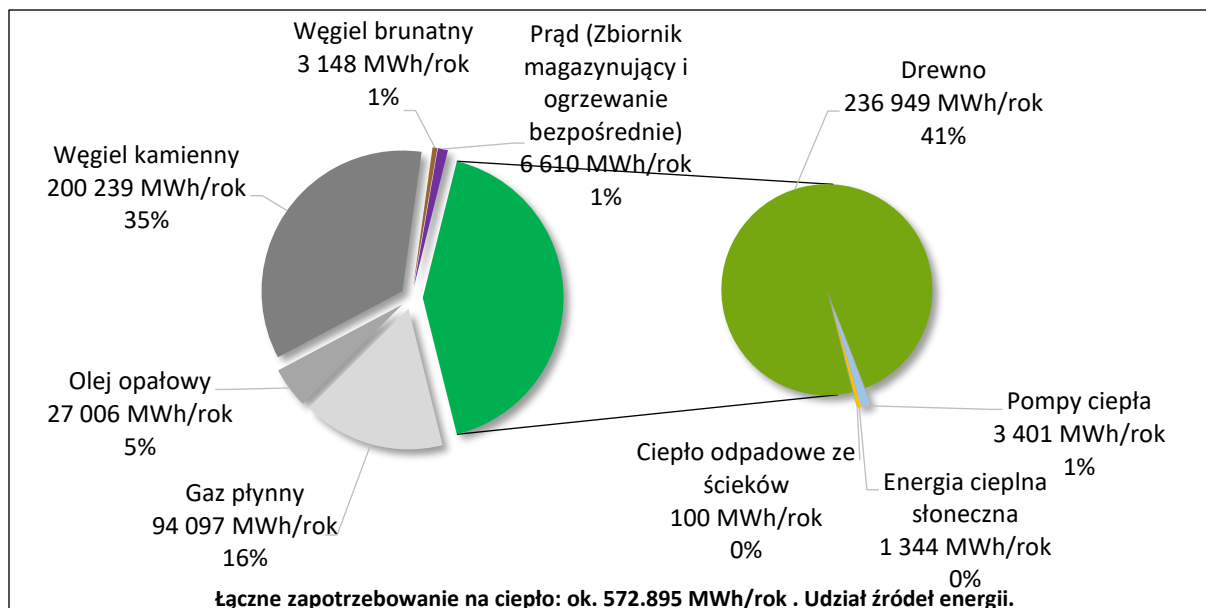


Rys. 43: Roczne zużycie energii grup odbiorców w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASN EVF 2018)

W zależności od gminy poszczególne grupy użytkowników mają różne udziały w zużyciu ciepła. Najwyższe zużycie ciepła ma Miasto Hajnowka z 190.054 MWh<sub>th</sub>/rok (683 TJ). Według obliczeń najmniej ciepła zużywanego jest w Dubiczach Cerkiewnych z 24.164 MWh<sub>th</sub>/rok (87 TJ). W większych miejscowościach przemysłowych, takich jak Hajnowka Miasto, Narew i Narewka budynki użyteczności publicznej, działalności gospodarczej i przemysłowe mają znacznie większy udział niż w gminach bez większych centrów gospodarczych i przemysłowych. Z kolei w Białowieży firmy hotelarskie i restauracyjne oraz inne instytucje rządowe również mają większy udział w tej grupie użytkowników.

Spojrzenie na wykorzystywane źródła energii pokazuje, że pomimo i tak już dość dużego udziału odnawialnych źródeł energii, paliwa kopalne są w większości przypadków nadal wykorzystywane. Obecnie pokrywają one około 58 % całkowitego zapotrzebowania na ciepło Powiatu Hajnowskiego. Około 35 % zużycia ciepła pokrywa węgiel kamienny, 16 % gaz płynny, a około 5 % olej opałowy. Zasadniczo zużycie węgla kamiennego można w dużej mierze przypisać gospodarstwom domowym i użytkownikom sieci ciepłowniczej w Hajnowce, zużycie gazu płynnego dla dużych przedsiębiorstw przemysłowych i rolniczych (w tym dużych zakładów montażowych, cegielni, hodowli drobiu w północno-zachodniej części powiatu), a zużycie oleju opałowego do budynków komunalnych i innych obiektów publicznych. Ponieważ ani węgiel, ani olej opałowy, ani gaz płynny, ani energia cieplna nie pochodzą z regionu i muszą być zakupione, co roku wydaje się na to około 80 mln złotych. Jednakże około 42 % zapotrzebowania na ciepło jest już pokryte przez odnawialne źródła energii. Oprócz niewielkiego udziału energii słonecznej i pomp ciepła udział ten jest w dużej mierze zapewniony przez drewno w gospodarstwach domowych. Większość drewna pochodzi z regionu.



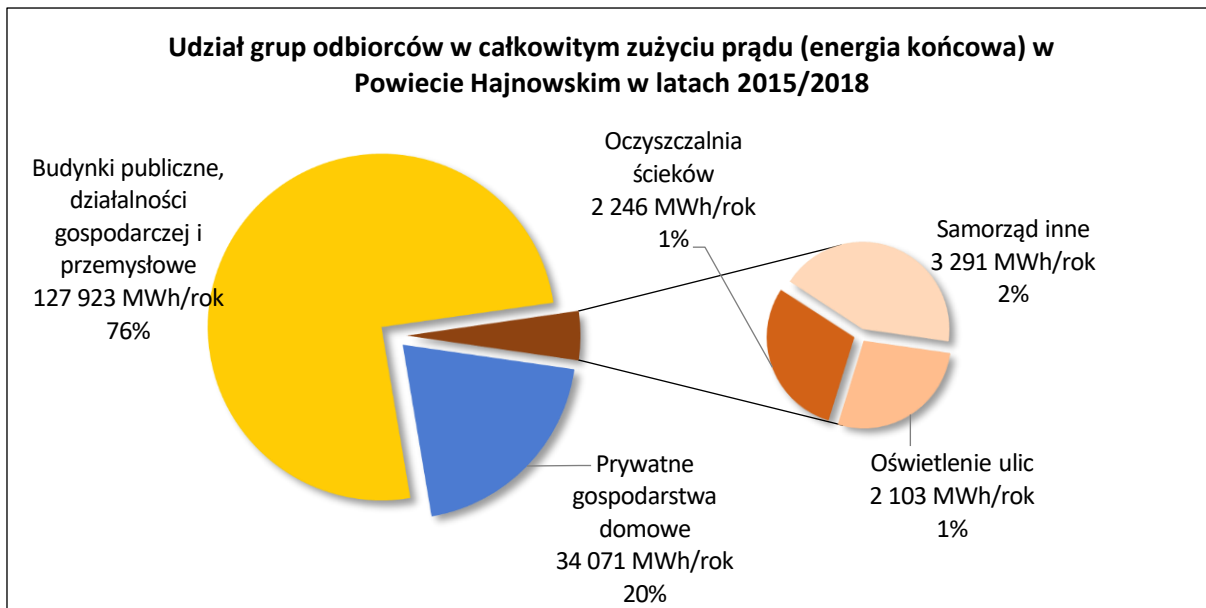
Rys. 44: Podział źródeł energii wykorzystywanych do pokrycia zapotrzebowania na ciepło w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### 5.3.2 Energia elektryczna

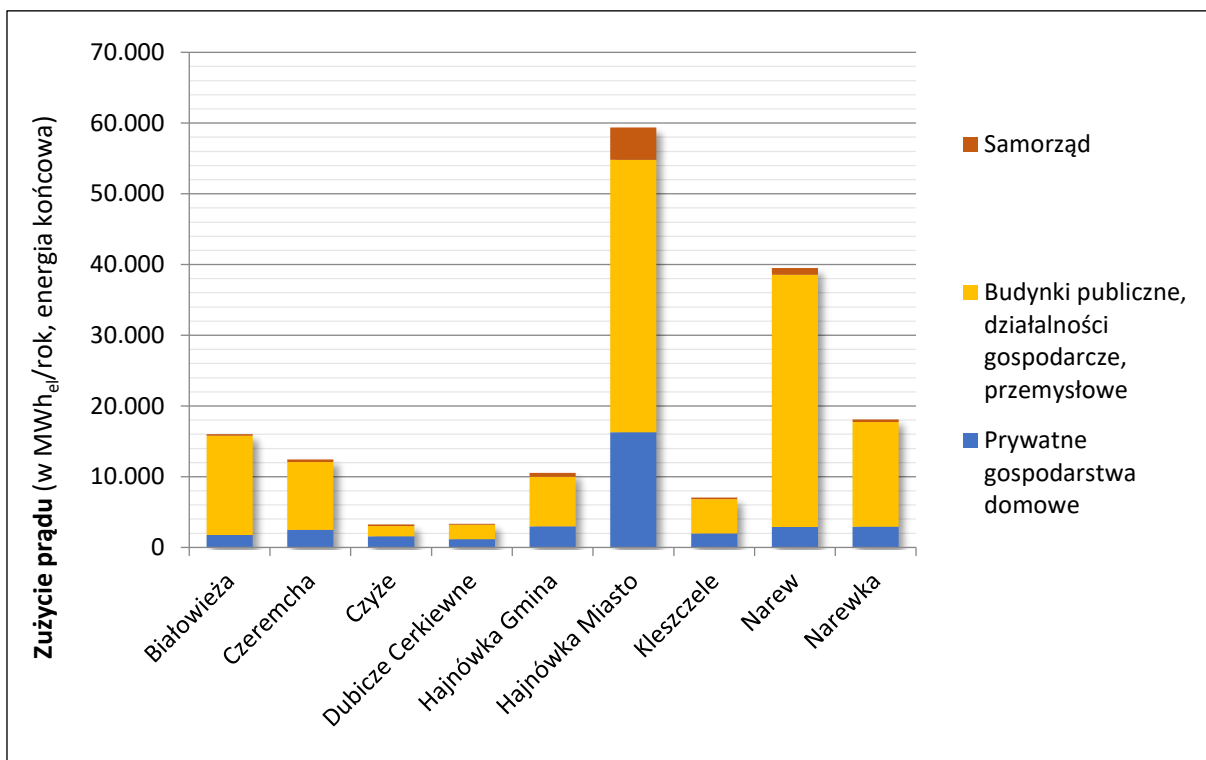
W trakcie oceny znane były tylko zbiorcze sumy zużycia energii elektrycznej w mieście Hajnówka i pozostałych gminach. Wskazówką do podziału zużycia prądu na działalność gospodarczą i przemysł była liczba zatrudnionych w danym miejscu. Z tego powodu gminy Czyże i Dubicze Cerkiewne mają najniższe zużycie energii elektrycznej. Na podstawie wysokiej liczby osób zatrudnionych Miasto Hajnówka i Narew zaliczone zostały do grupy największych odbiorców energii. W przypadku gospodarstw domowych punktem odniesienia do obliczeń było średnie zużycie energii elektrycznej przez gospodarstwa domowe w województwie podlaskim. Zużycie energii elektrycznej w samorządach było w dużej mierze znane, ale w niektórych przypadkach musiało być również oszacowane.

W Powiecie Hajnowskim zużywa się rocznie około 169.634 MWh<sub>el</sub> (610 TJ) energii elektrycznej. Podczas gdy samo miasto Hajnówka zużywa około jednej trzeciej tej ilości (59.352 MWh<sub>el</sub>/rok lub 214 TJ), to pozostałe gminy zużywają łącznie około 110.281 MWh<sub>el</sub>/rok (397 TJ). Grupa odbiorców budynki użyteczności publicznej, działalność gospodarcza i przemysł zużywa około trzech czwartych (127.973 MWh<sub>el</sub>/rok lub 461 TJ) całkowitego zużycia energii elektrycznej. Natomiast tylko około 20 % (34.071 MWh<sub>el</sub>/rok lub 122 TJ) jest zużywane przez gospodarstwa domowe, a tylko nieco poniżej 4 % (7.590 MWh<sub>el</sub>/rok lub 27 TJ) przez samorządy. Te ostatnie można podzielić na około jedną trzecią zużycia energii elektrycznej na oświetlenie ulic, oczyszczalnię ścieków i innych odbiorców w nieruchomościach komunalnych.



Rys. 45: Udział grup odbiorców w całkowitym zużyciu energii elektrycznej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

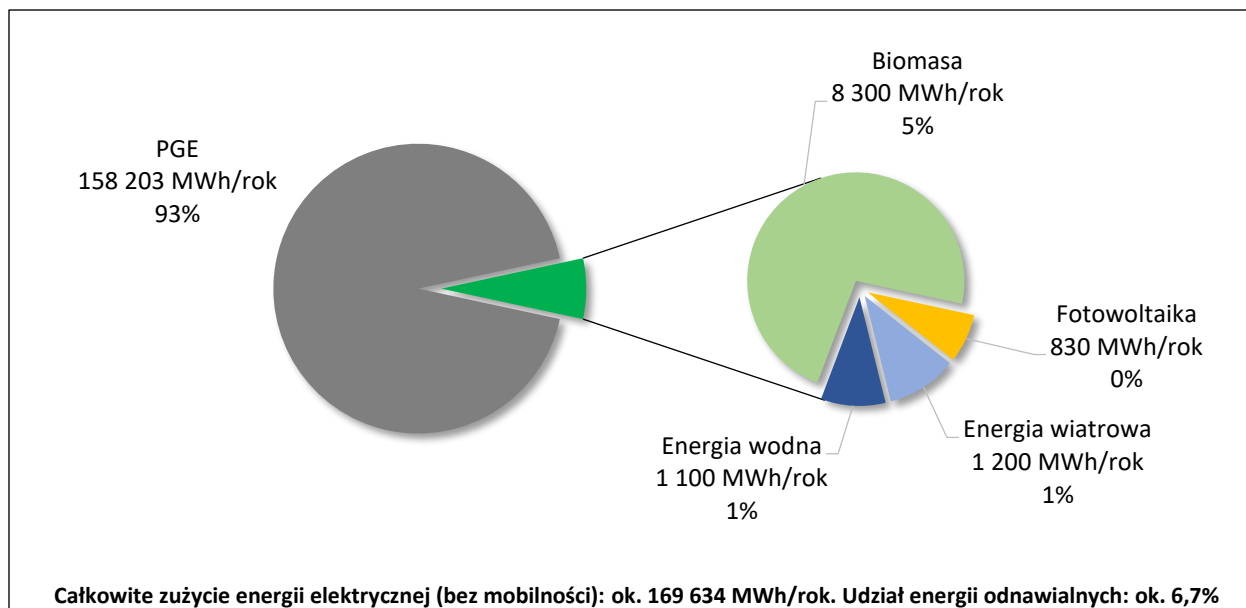
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



Rys. 46: Zużycie energii elektrycznej przez grupy odbiorców na terenie Powiatu Hajnowskiego w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Powstaje zróżnicowany obraz sytuacji, jeśli gminy byłyby rozpatrywane indywidualnie. Hajnówka Miasto zużyło najwięcej energii elektrycznej - łącznie 59.352 MWh<sub>el</sub>/rok (214 TJ), a gmina Czyże zużyła najmniej energii elektrycznej - około 3.254 MWh<sub>el</sub>/rok (12 TJ).



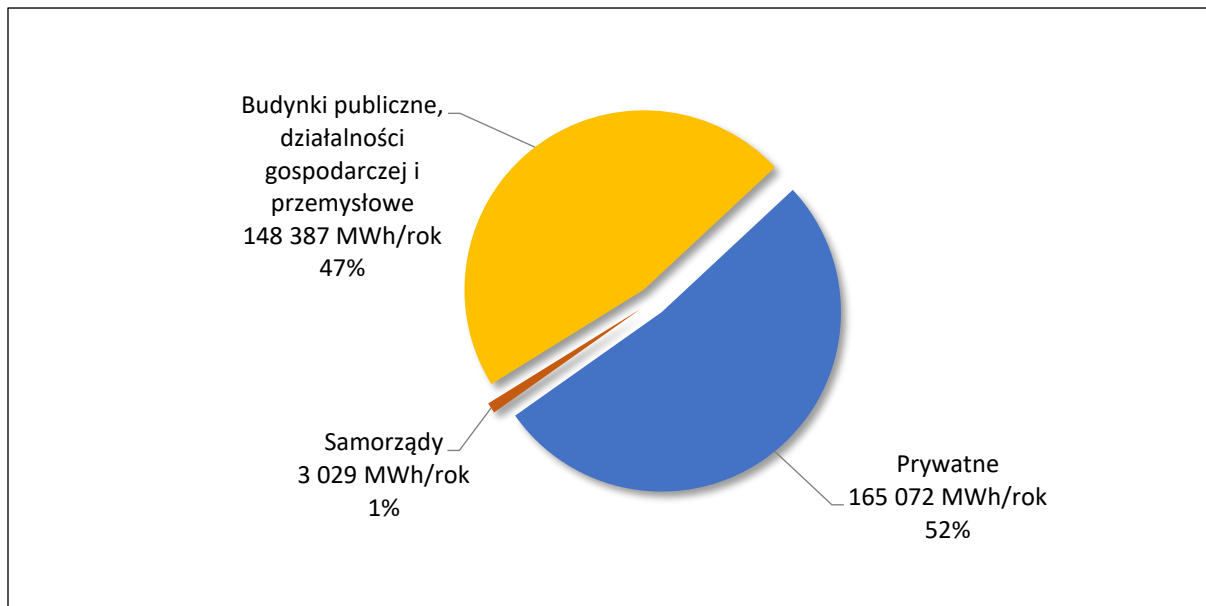
Rys. 47: Podział stosowanych źródeł energii w zużyciu energii elektrycznej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Analiza pochodzenia energii elektrycznej pokazuje, że ponad 93 % energii elektrycznej pochodzi z PGE. Z 169.634 MWh<sub>el</sub>/rok (610 TJ) są to 158.203 MWh<sub>el</sub>/rok (570 TJ). Ponieważ energia elektryczna nie pochodzi z regionu, traconych jest rocznie prawie 95 mln zł, które wypływają poza granicę powiatu. Tylko 6,7 % zużywanej energii elektrycznej pochodzi z terenu Powiatu Hajnowskiego. Jest to jednak wyłącznie energia elektryczna ze źródeł odnawialnych i na tym kończy się ich wartość dodana dla regionu. Lwia część energii elektrycznej wytwarzanej w powiecie (72 %) pochodzi z elektrowni na biomasę w Starym Korninie. Łącznie produkuje ona ok. 8.300 MWh<sub>el</sub> (30 TJ) rocznie. Uzupełnieniem producentów energii jest jedna elektrownia wodna i jedna elektrownia wiatrowa oraz kilka mniejszych elektrowni fotowoltaicznych.

### 5.3.3 Mobilność

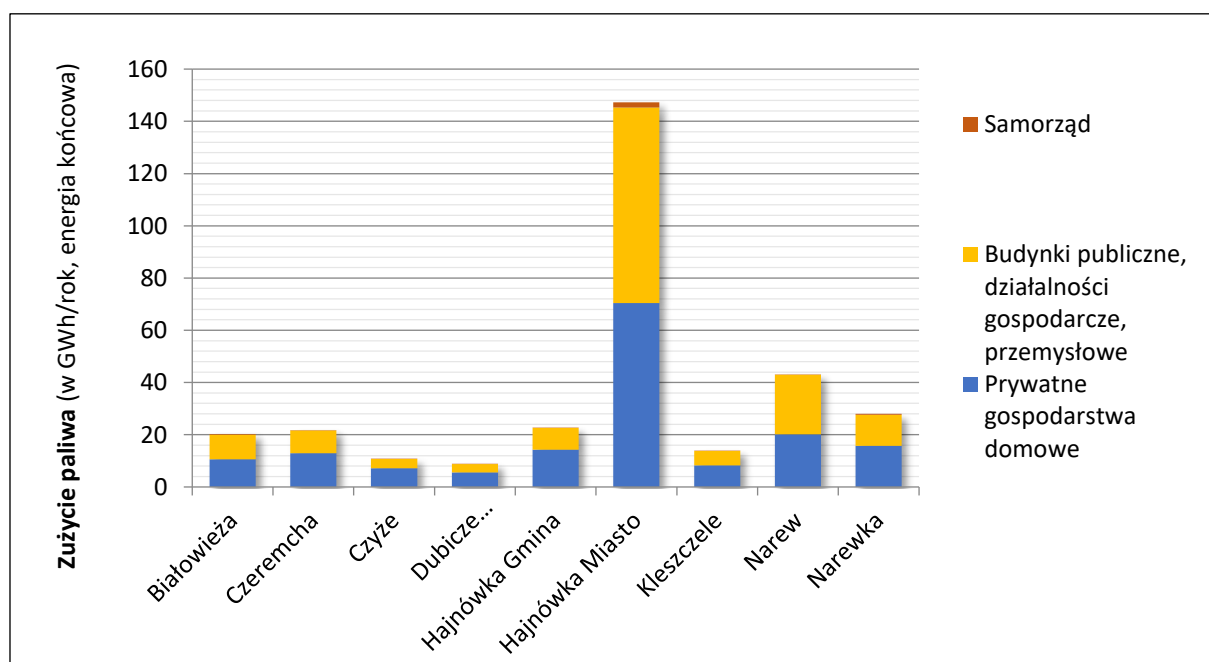
Obliczenie zużycia energii na potrzeby mobilności obejmuje zużycie energii przez wszystkie pojazdy zarejestrowane w Powiecie Hajnowskim. W niniejszej analizie nie uwzględniono zużycia energii w transporcie kolejowym, lotniczym i morskim. Do obliczenia zużycia energii w lokalnych urzędach wykorzystano statystyki dotyczące rejestracji pojazdów oraz średniego przebiegu dla różnych typów pojazdów i paliw. Ponadto w obliczeniach uwzględniono parametry GEMIS dotyczące zużycia energii na przejechany kilometr.



Rys. 48: Udział grup odbiorców w całkowitym zużyciu energii dla mobilności w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W Powiecie Hajnowskim zarejestrowane pojazdy przejeżdżają średnio ok. 424.056.711 km/rok, zużywając na mobilność ok. 316.448 MWh<sub>th</sub>/rok (1.139 TJ). Przy 165.072 MWh<sub>th</sub>/a (594 TJ) największym użytkownikiem są gospodarstwa domowe (52 %). Przejechali oni około 248.276.199 km. Zużycie pozostałych przedsiębiorstw publicznych, działalności gospodarczej i przemysłu wynosi 148.387 MWh<sub>th</sub>/rok (534 TJ). Gminy w niewielkim stopniu przyczyniają się do całkowitego zużycia energii z około 3.029 MWh<sub>th</sub>/rok (11 TJ).

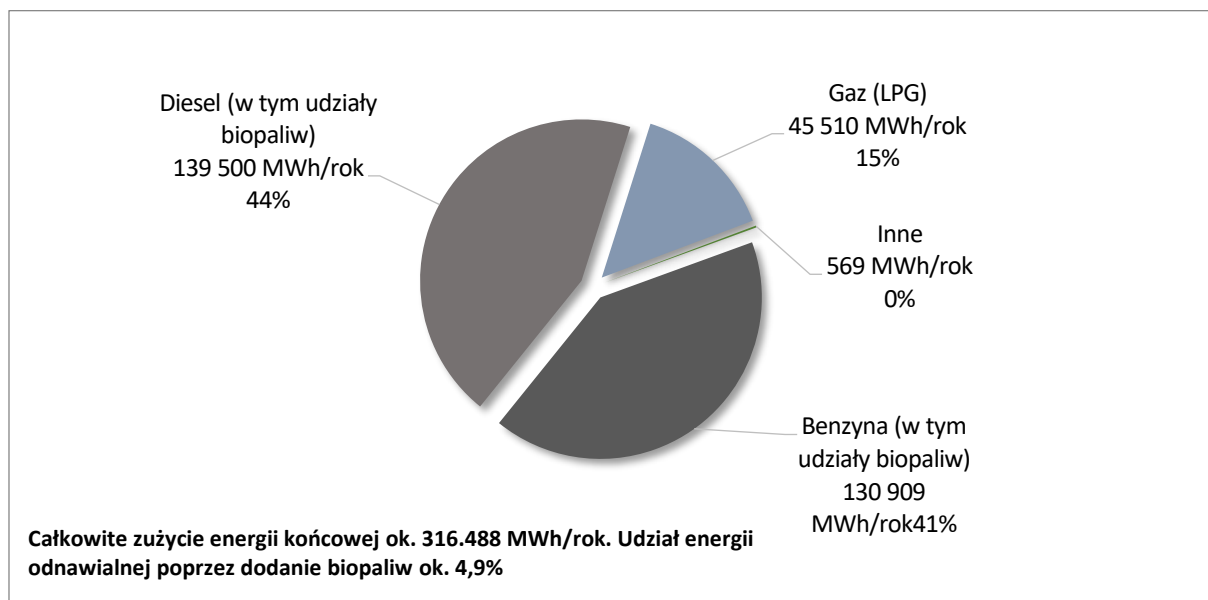


Rys. 49: Roczne zużycie energii na transport grup odbiorców w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



Najwyższe zużycie energii ma Miasto Hajnówka z łącznym przebiegiem ok. 200.449.069 rok oraz zużyciem energii 147.271 MWh<sub>th</sub>/rok (530 TJ). Z kolei w Dubiczach Cerkiewnych przejechano tylko około 11.247.003 rok, używając około 8.754 MWh<sub>th</sub>/rok (31 TJ). Narew i Narewka ze względu na większą liczbę miejsc pracy mają, podobnie jak Miasto Hajnówka, większy udział w sektorze przemysłowym.



Rys. 50: Podział zużycia energii dla komunikacji wg nośnika energii w latach 2015/2018

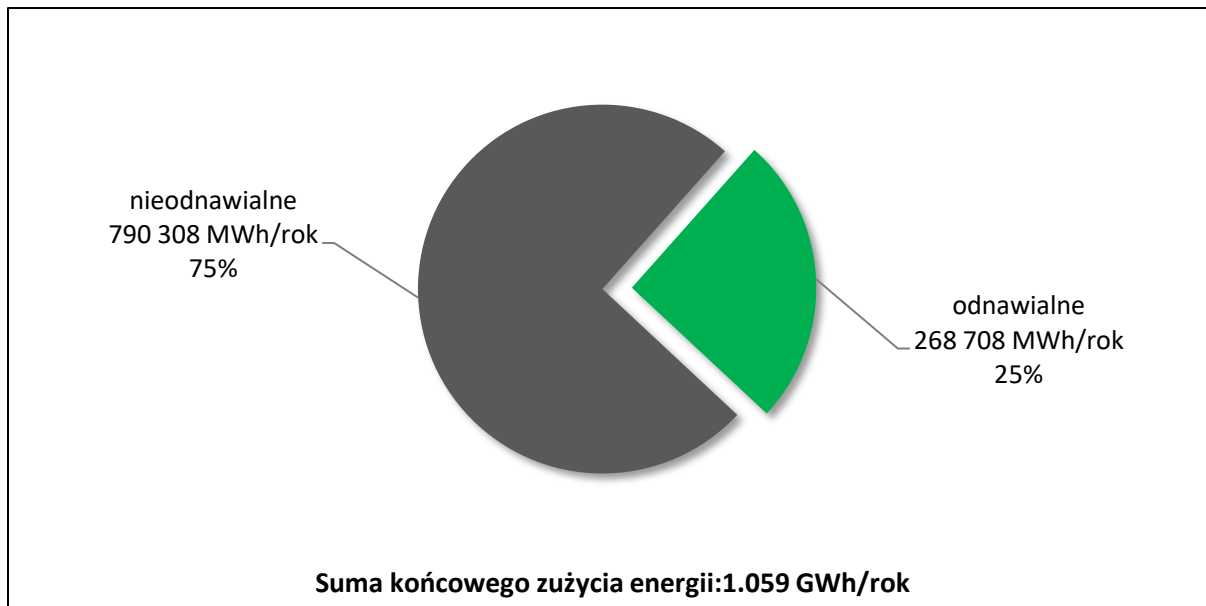
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W Powiecie Hajnowskim jako źródła energii dla mobilności wykorzystuje się głównie olej napędowy i benzynę, ale także płynne paliwa gazowe. Według badań, nie ma jeszcze pojazdów elektrycznych - choć jest to przyszłość obecnego rozwoju sytuacji na świecie oraz ze względu na niskie emisje i efektywność energetyczną. Łącznie zużywa się nieco poniżej 139.500 MWh<sub>th</sub>/rok (502 TJ) oleju napędowego (ok. 14,3 mln litrów), 130.909 MWh<sub>th</sub>/rok (471 TJ) benzyny (ok. 15,4 mln litrów) oraz 45.510 MWh<sub>th</sub>/rok (163 TJ) gazu płynnego (ok. 6,6 mln litrów). Przy obecnych cenach paliw odpowiada to łącznej wartości około 153 mln zł (tylko osoby fizyczne: 79 mln zł), kwota która jest corocznie tankowana jako paliwo i na potrzeby mobilności spalana w silnikach spalinowych.

#### 5.3.4 Podsumowanie

Podsumowująca analiza końcowego zużycia energii na ogrzewanie, energię elektryczną i mobilność pokazuje, że Powiat Hajnowski zużywa obecnie łącznie około 1.059.017 MWh<sub>th/el</sub>/rok (3.812 TJ). Prawie 25 % tej kwoty pochodzi już z odnawialnych źródeł energii. Jest to: 268.708 MWh<sub>th/el</sub>/rok (967 TJ). Największy udział - nieco poniżej 75 % całkowitego końcowego zużycia energii - mają paliwa kopalne, takie jak węgiel kamienny, gaz płynny, olej opałowy, olej napędowy i benzyna. Ponieważ te kopalne źródła energii nie pochodzą z Powiatu Hajnowskiego lub okolic, co roku traci się łącznie 327 mln zł.

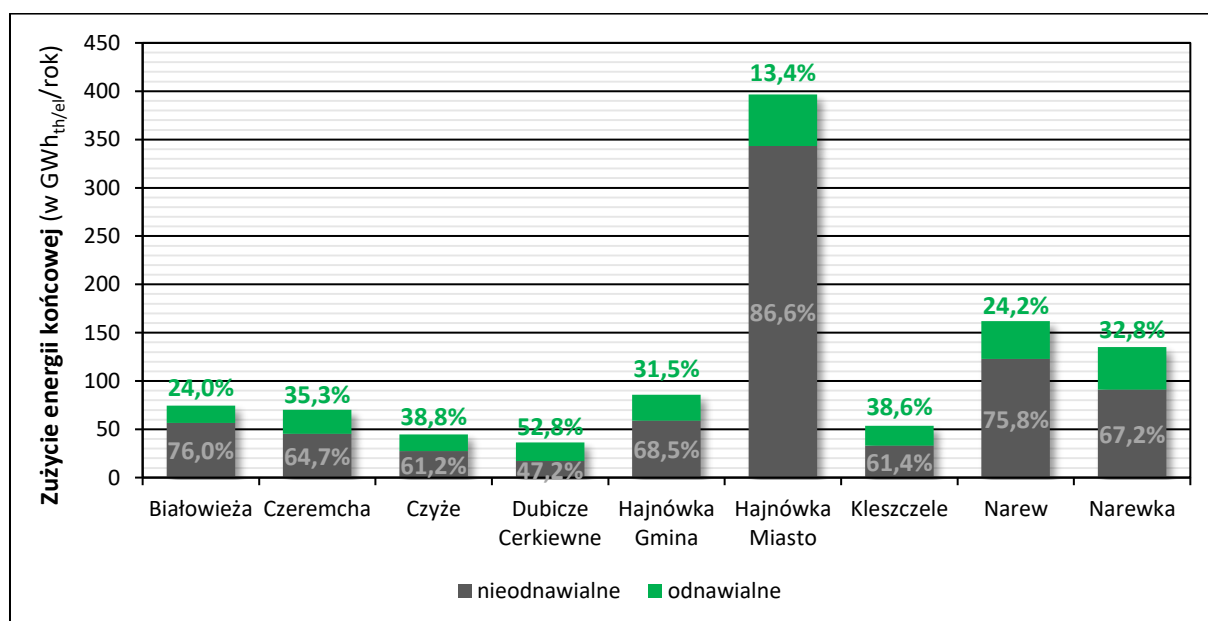




Rys. 51: Aktualne roczne zużycie energii końcowej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Dla porównania gmina Dubicze Cerkiewne zużywa najmniej energii końcowej. Ponadto Dubicze Cerkiewne mają również największy udział energii odnawialnej. Zawdzięcza to nie tylko lokalnej biogazowni, która już teraz wytwarza więcej energii elektrycznej niż zużywa cała społeczność. Z całkowitego końcowego zużycia energii wynoszącego około 36.276 MWh<sub>th/el</sub>/rok (131 TJ), 52,8 % - czyli 19.148 MWh<sub>th/el</sub>/rok (69 TJ) - pochodzi ze źródeł odnawialnych. Z kolei w mieście Hajnówka odnawialne źródła energii w najmniejszym stopniu przyczyniają się do zaspokojenia zapotrzebowania. Z wymaganej łącznej ilości 396.578 MWh<sub>th/el</sub>/rok (1 428 TJ) tylko 53.262 MWh<sub>th/el</sub>/rok (191 TJ) pochodzi z energii odnawialnych. Wszystkie pozostałe gminy mają wskaźniki pokrycia między 20 % a 40 %.



Rys. 52: Zużycie energii końcowej w porównaniu samorządowym w Powiecie Hajnowskim

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIA WŁASNE EVF 2018)

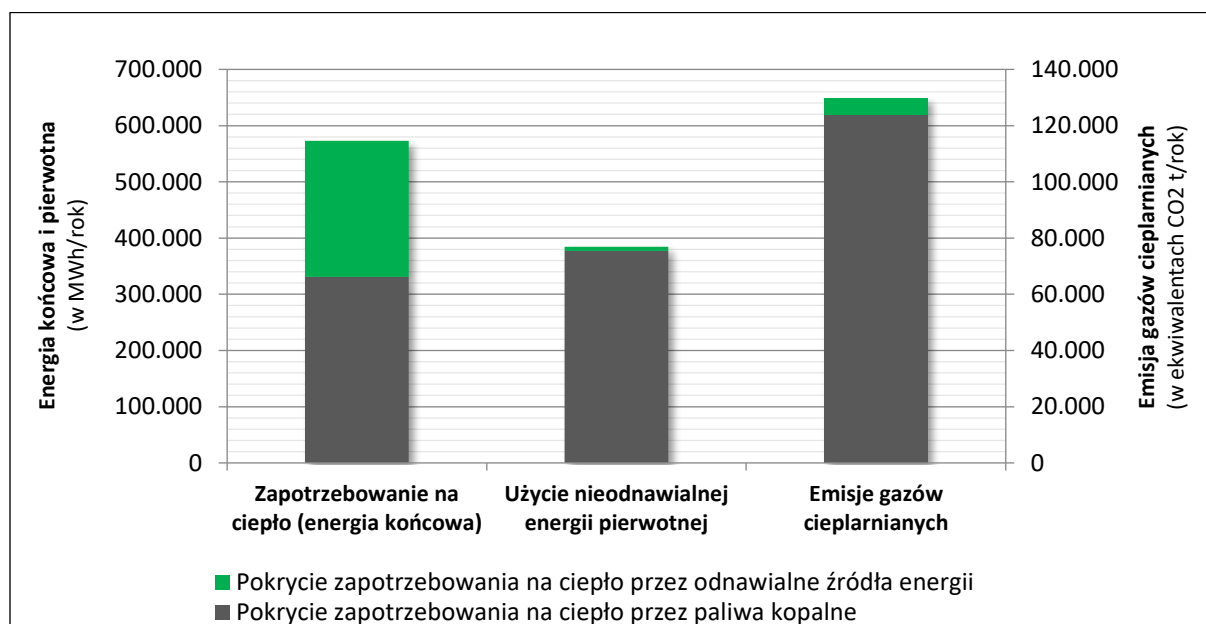


## 5.4 Bilans energii pierwotnej, gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza

Powiat Hajnowski zużywa obecnie około 1.058 GWh<sub>th/el</sub>/rok energii końcowej. Poniżej zbadane zostanie, jakie zużycie energii pierwotnej związane jest z wykorzystaniem energii końcowej i jakie ilości gazów cieplarnianych (GHG) i zanieczyszczeń są emitowane poprzez zastosowane źródła energii.

### 5.4.1 Energia termiczna

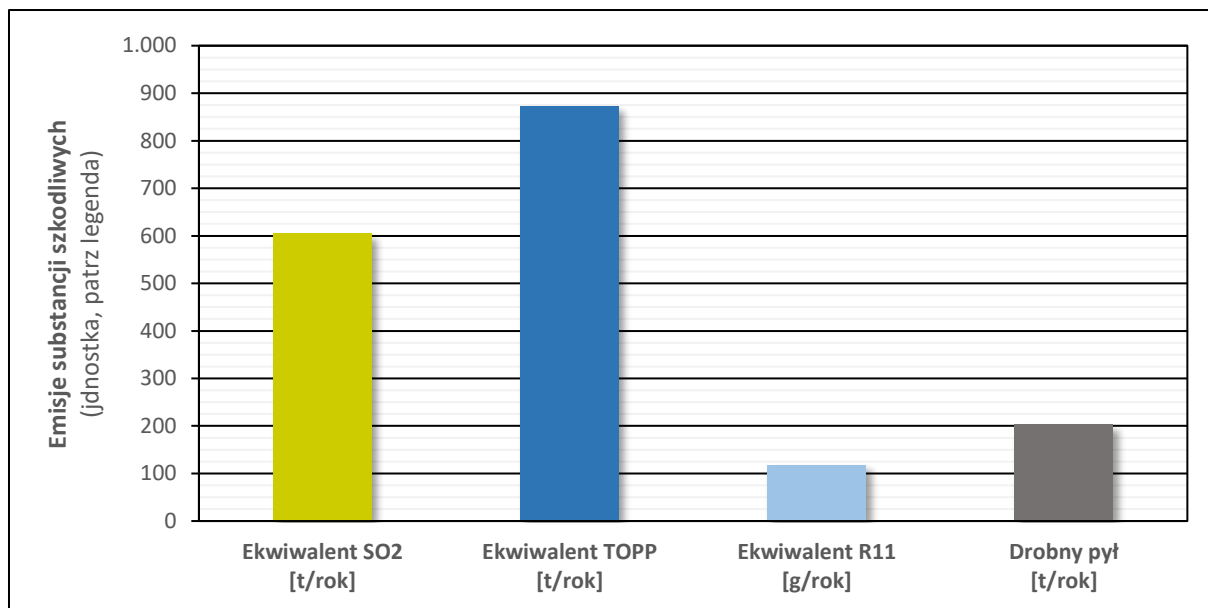
W celu dostarczenia wymienionego w rozdziale 5.3.1 około 572.795 MWh<sub>th</sub>/rok (2.062 TJ) ciepła zużywa się łącznie około 384.211 MWh/rok (1.383 TJ) nieodnawialnej energii pierwotnej. Wynika to głównie z wciąż szeroko rozpowszechnionych źródeł energii - węgla i gazu płynnego. W wyniku tego nieodnawialnego zużycia energii pierwotnej emitowane są łącznie ok. 129.882 t gazów cieplarnianych rocznie. Oznacza to, że 75 % kopalnych źródeł energii wykorzystywanych do pokrycia zapotrzebowania na ciepło odpowiada za ponad 95 % emisji gazów cieplarnianych.



Rys. 53: Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło (zużycie energii końcowej i pierwotnej z uwzględnieniem warunków atmosferycznych) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w ogromnym stopniu ograniczyłoby nieodnawialne zużycie energii pierwotnej i emisje gazów cieplarnianych. W przypadku zastosowania drewna energetycznego szkodliwe dla klimatu emisje gazów cieplarnianych na jednostkę zużywanej energii byłyby np. do 93 % niższe (por. rozdział 5.1.4). Wszechobecne źródło energii drzewnej w Powiecie Hajnowskim ma zatem szczególne znaczenie dla redukcji emisji gazów cieplarnianych w sektorze ciepłowniczym. Teoretycznie ciepło regeneratywne mogłoby być również dostarczane przez energię elektryczną wytwarzaną ze źródeł odnawialnych w elektrycznych systemach grzewczych lub, w zależności od lokalizacji, przez znacznie bardziej wydajne pompy ciepła.



Rys. 54: Suma emisji zanieczyszczeń związanych ze zużyciem ciepła w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przez zużycie energii powstaje łącznie ok. 604 ekwiwalentu SO<sub>2</sub>, ok. 873 t ekwiwalentu TOPP, ok. 117 kg ekwiwalentu R11 i łącznie ok. 203 t cząstek stałych rocznie. Ponieważ większość zapotrzebowania na ciepło występuje w miesiącach zimowych, emisje te nie są rozkładane w ciągu roku, ale uwalniane do środowiska w postaci skoncentrowanej w ciągu zaledwie kilku miesięcy. W szczególnych warunkach pogodowych emisje te mogą prowadzić do smogu i skrajnego zanieczyszczenia. Jednak nawet bez takich ekstremalnych zdarzeń emisje te są odpowiedzialne za częściej występujące dolegliwości zdrowotne i dlatego należy je w jak największym stopniu zminimalizować.

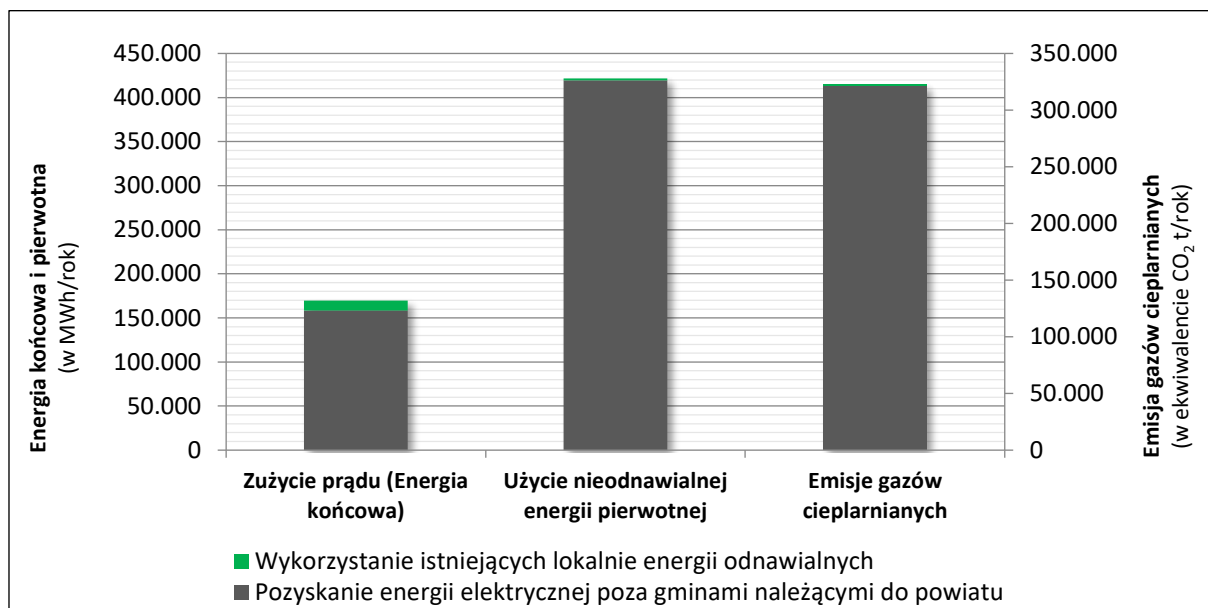
**Wskazówka:** Gdyby na przykład najbardziej rozpowszechnione źródło energii, jakim jest węgiel kamienny, zostało zastąpione przez odnawialne źródła energii o niższej emisji, można by już teraz znacznie ograniczyć wyżej wymienione emisje. Chociaż drewno w zależności od jego rodzaju (drewno w kawałkach, pellet, zrębki drewniane) jako źródło energii jest również odpowiedzialne za stosunkowo wysoką emisję pyłu drobnego i TOPP, (por. rozdział 5.1.6), to poprzez zastąpienie węgla drewnem można już teraz zredukować emisję TOPP o około 20 %, a emisję pyłu drobnego o 80 % (drewno opałowe w kawałkach). W przypadku zastosowania drewna energetycznego w formie zoptymalizowanej, tj. w postaci zrębków lub pelletu emisja TOPP może zostać zredukowana o około 86 %, a emisja drobnego pyłu o około 94 %.

#### 5.4.2 Energia elektryczna

Aby zapewnić 169.634 MWh<sub>el</sub>/rok (610 TJ) energii elektrycznej, o której mowa w rozdziale 5.3.2, potrzeba łącznie 421.525 MWh/rok (1.517 TJ) - ponad dwukrotnie więcej - nieodnawialnej energii pierwotnej. Wynika to głównie z faktu, że tylko 6,7 % energii elektrycznej na obszarze Powiatu Hajnowskiego pochodzi ze źródeł odnawialnych, a pozostałe 93,3 % pochodzi z różnych polskich elektrowni i jest do powiatu "importowane". Polskie elektrownie wytwarzają duże ilości energii elektrycznej z węgla i odpowiadają za wysoki udział energii pierwotnej nieodnawialnej oraz bardzo wysoką emisję gazów cieplarnianych w porównaniu z odnawialnymi źródłami energii. Wynika to z



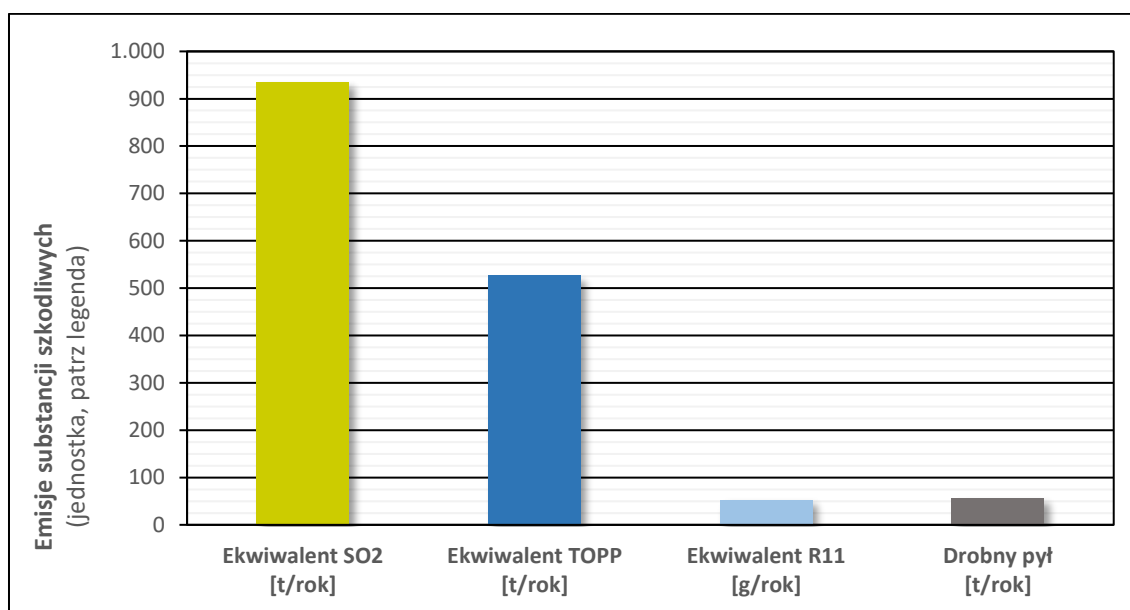
faktu, że zużycie 421.525 MWh/rok (1.517 TJ) nieodnawialnej energii pierwotnej daje w sumie około 321.503 t/rok gazów cieplarnianych w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>.



Rys. 55: Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną (zużycie energii końcowej i energii pierwotnej) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Dalsza rozbudowa instalacji energii odnawialnej w Powiecie Hajnowskim do produkcji energii elektrycznej spowodowałaby ogromne zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Dla każdej jednostki energetycznej systemy fotowoltaiczne ograniczyłyby emisję gazów cieplarnianych o 85 % - 95 %, a nowoczesne wydajne turbiny wiatrowe klasy megawat o ponad 99 %.



Rys. 56: Suma związanych ze zużyciem energii elektrycznej emisjami substancji szkodliwych w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

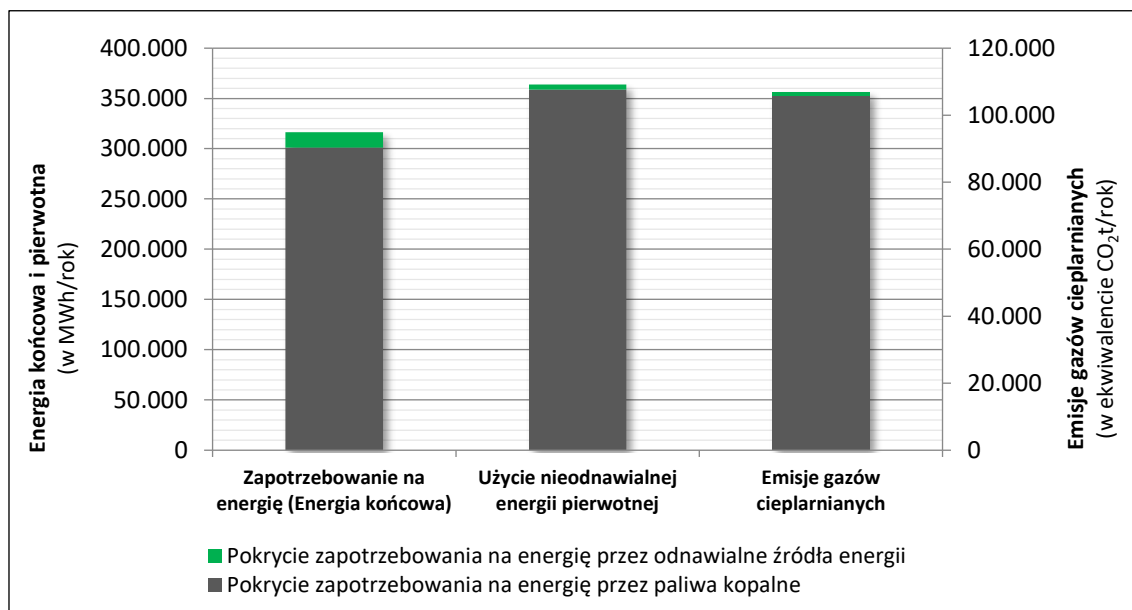
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



Przez zużycie energii powstaje w sumie ok. 935 ton ekwiwalentu  $SO_2$ , ok. 526 ton ekwiwalentu TOPP, ok. 52 kg ekwiwalentu R11 i łącznie ok. 56 ton pyłu zawieszonego rocznie. Ze względu na niski udział energii odnawialnych, emisje te są głównie emitowane przez elektrownie węglowe w innych miejscach. Emisje zanieczyszczeń są jednak przenoszone ze źródła do innych miejsc przez wiatry, co przy odpowiednich warunkach pogodowych może stać się również bezpośrednim obciążeniem dla Powiatu Hajnowskiego.

### 5.4.3 Mobilność

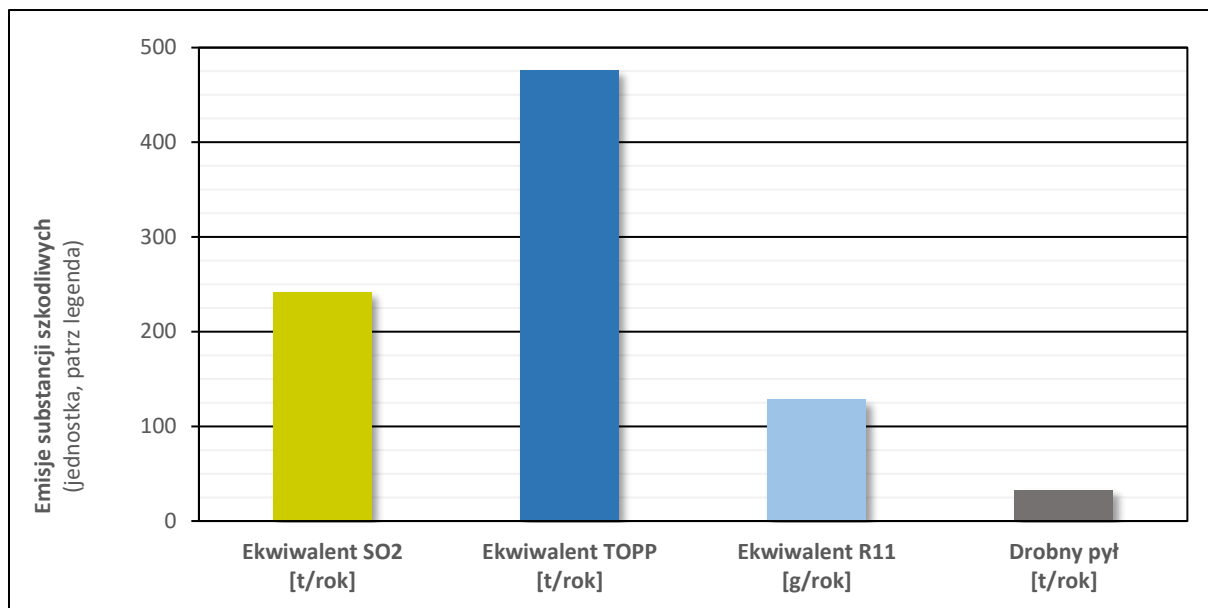
Aby zapewnić 316.488 MWh<sub>th</sub>/rok (1.139 TJ), o których mowa w rozdziale 5.3.3, potrzebne jest łącznie około 364.000 MWh/rok (1.310 TJ) nieodnawialnej energii pierwotnej. Wyższe zużycie energii pierwotnej z paliw kopalnych wynika głównie ze zużycia oleju napędowego, benzyny i gazu płynnego. W przeszłości udział energii pierwotnej pochodzącej z paliw kopalnych był już wcześniej zmniejszany przez ustawodawcę poprzez prawnie przewidziane dodawanie biopaliw. Na przykład w przypadku zwykłej benzyny (95E) udział ten wynosi do 5 %. Podobnie jest w przypadku oleju napędowego. Niemniej jednak największy udział mają paliwa kopalne, których spalanie wiąże się z emisją gazów cieplarnianych. Na przykład nieodnawialna część energii pierwotnej emituje ok. 106.933 t gazów cieplarnianych w ekwiwalencie  $CO_2$  rocznie.



Rys. 57: Średnie roczne zapotrzebowanie na energię na potrzeby mobilności (zużycie energii końcowej i pierwotnej) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W dziedzinie prywatnego transportu zmotoryzowanego największy potencjał istnieje w zakresie zastępowania benzyny (kopalnej) i oleju napędowego przez elektromobilność. Jednak tylko wtedy, gdy energia elektryczna będzie dostarczana z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, można zaoszczędzić duże ilości gazów cieplarnianych. Najlepiej byłoby, gdyby cel ten został osiągnięty za pomocą lokalnych lub regionalnych źródeł energii odnawialnej. Jeśli akumulatory przyszłych pojazdów elektrycznych miałyby być ładowane energią elektryczną pochodzącą z paliw kopalnych (węgla), oznaczałoby to prawdopodobnie w przyszłości wzrost emisji gazów cieplarnianych w sektorze mobilności, ponieważ zużycie energii elektrycznej z elektrowni skutkowałoby wyższymi emisjami gazów cieplarnianych niż w przypadku benzyny czy oleju napędowego.



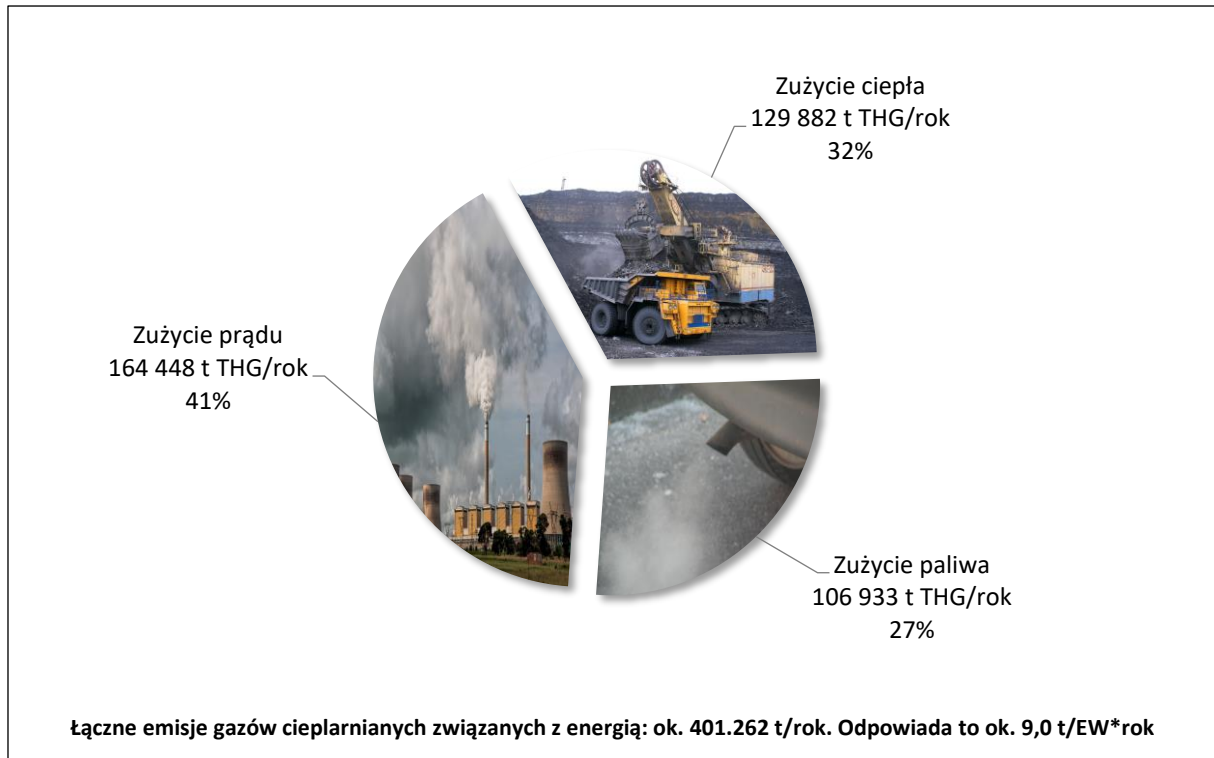
Rys. 58: Suma emisji substancji szkodliwych związanych z mobilnością w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przez zużycie energii powstaje w sumie ok. 242 t ekwiwalentu SO<sub>2</sub>, ok. 476 t ekwiwalentu TOPP, tylko ok. 0,13 kg ekwiwalentu R11 i łącznie ok. 33 t drobnego pyłu na rok. W szczególności wysokie emisje pyłu zawieszonego i tlenków azotu (które stanowią znaczną część ekwiwalentów TOPP) z pojazdów z silnikami wysokoprężnymi, ale również z pojazdów napędzanych benzyną, bezpośrednio przyczyniają się do negatywnych skutków dla ludzi. W szczególnych warunkach pogodowych emisje te mogą prowadzić do tzw. smogu. Jednak nawet bez takich ekstremalnych zdarzeń emisje te są odpowiedzialne za częstsze skutki zdrowotne i dlatego należy je w jak największym stopniu zminimalizować. Natomiast pojazdy elektryczne nie powodowałyby żadnych bezpośrednich emisji. Ewentualne emisje w procesie produkcji pojazdów elektrycznych można by również zminimalizować za pomocą odpowiednich filtrów, dlatego też pojazdy elektryczne miałyby znacznie mniej emisji zanieczyszczeń niż silniki spalinowe z paliw kopalnych. Wówczas musiałyby jednak być ładowane odnawialną energią elektryczną.

#### 5.4.4 Podsumowanie

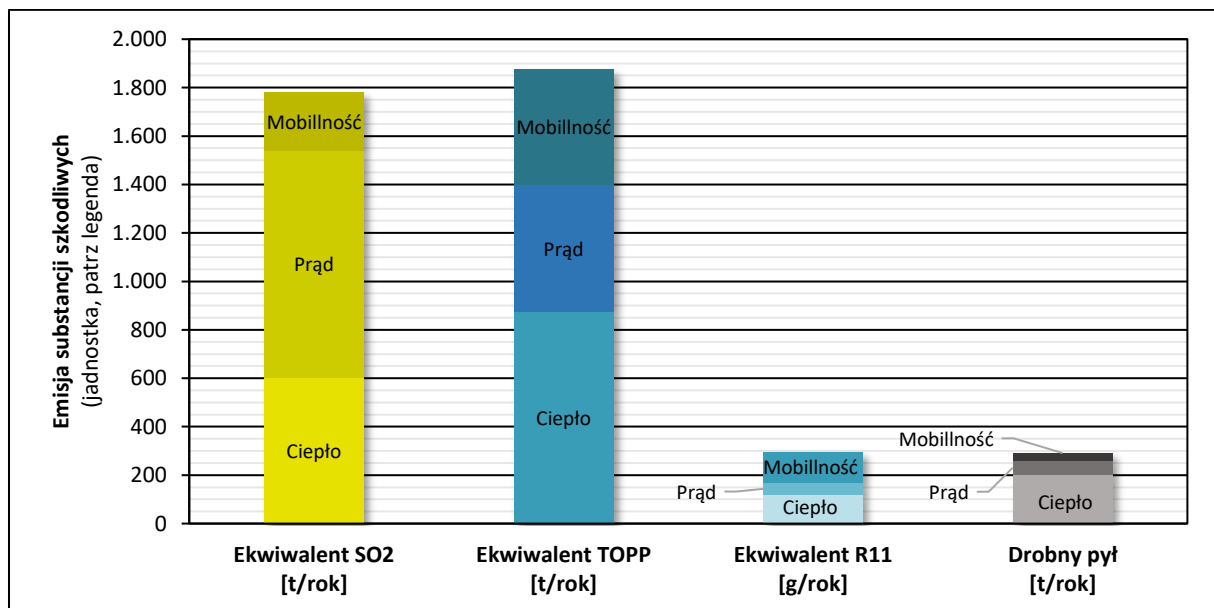
Całkowite końcowe zużycie energii w wysokości 1.058.917 MWh<sub>th/el</sub>/rok (3.812 TJ) odpowiada około 1.169.735 rok (4.211 TJ) nieodnawialnej produkcji energii pierwotnej rocznie. W ten sposób uwalnia się łącznie 401.260 ton gazów cieplarnianych w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>. Głównym tego powodem jest zużycie energii elektrycznej (41 % emisji gazów cieplarnianych), chociaż stanowi to jedynie nieco poniżej 16 % całkowitego końcowego zużycia energii. Przy łącznej liczbie około 44.567 mieszkańców w 2015 r. odpowiada to całkowitej emisji gazów cieplarnianych na mieszkańca wynoszącej 9,0 t/EW\*rok.



Rys. 59: Pochodzenie emisji gazów cieplarnianych związanych z energią w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ponadto zużycie energii wytwarza obecnie około 1.780 ton ekwiwalentu SO<sub>2</sub>, około 1.875 ton ekwiwalentu TOPP, około 170 kg ekwiwalentu R11 i w sumie około 291 ton pyłu zawieszonego rocznie. Większość ekwiwalentów SO<sub>2</sub> (52 %) wynika z zużycia energii elektrycznej. Zużycie ciepła jest głównie odpowiedzialne za pozostałe emisje zanieczyszczeń.



Rys. 60: Podział emisji substancji szkodliwych wg rodzajów w latach 2015/2018

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



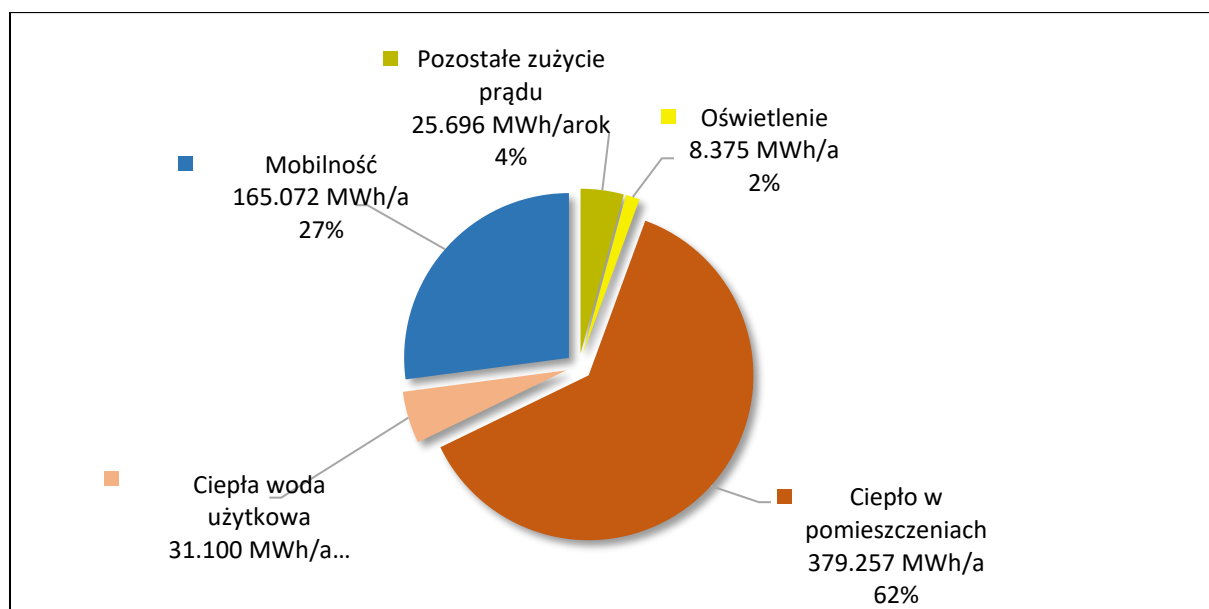
## 6 Analizy potencjału

W tym rozdziale zostaną omówione potencjały wszystkich grup użytkowników z jednej strony w zakresie oszczędzania energii i jej bardziej efektywnego wykorzystania, a z drugiej strony pozostałe zapotrzebowanie, o ile jest możliwe za pomocą odnawialnych źródeł energii zapewnić przyjazne dla środowiska nośniki energii jako alternatywę dla paliw kopalnych.

### 6.1 Potencjały oszczędności i zwiększenia wydajności

#### 6.1.1 Prywatne gospodarstwa domowe

Prywatne gospodarstwa domowe w Powiecie Hajnowskim odpowiadają za prawie 58 % całkowitego końcowego zużycia energii. Tak więc to właśnie tutaj wysokie oszczędności mogą przynieść ogromne efekty. Skład pojedynczych zużyć energii końcowej pokazuje największe „dźwignie”, w których można osiągnąć oszczędności.



Rys. 61: Skład zapotrzebowania gospodarstw domowych na energię końcową

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Z łącznej sumy prawie 609.500 MWh<sub>el</sub>/th na rok końcowego zużycia energii, gospodarstwa domowe potrzebują łącznie około 62 % (379.257 MWh<sub>th</sub>/rok lub 1.365 TJ) na ogrzewanie pomieszczeń i dalszych 5 % (31.100 MWh<sub>th</sub>/rok lub 112 TJ) na ciepłą wodę. Około 27 % (165.072 MWh<sub>th</sub>/rok lub 594 TJ) wynika z potrzeby mobilności, a jedynie nieco poniżej 6 % (34.071 MWh<sub>el</sub>/rok lub 123 TJ) wynika ze zużycia energii elektrycznej. Przy łącznym udziale około 67 % całkowitego zużycia energii, największym pochłaniaczem energii jest zatem zapotrzebowanie na ciepło. Jeśli pozyska się tutaj duże potencjały oszczędności, to właśnie tutaj można zaoszczędzić najwięcej energii końcowej.

##### 6.1.1.1 Ciepło

Obszar ogrzewania prywatnych gospodarstw domowych składa się z zapotrzebowania na ciepło dla ciepłej wody użytkowej i ogrzewania pomieszczeń. Podczas gdy zapotrzebowanie na ciepłą wodę





użytkową zależy od wielkości gospodarstwa domowego i można tu zaoszczędzić tylko w ograniczonym zakresie (zawsze istnieje zapotrzebowanie na prysznic, pranie itp. w zależności od wielkości gospodarstwa domowego), to większe oszczędności w sektorze energii pierwotnej można tu osiągnąć dzięki wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii (w szczególności systemów solarnych). Potencjał ten należy jednak omówić w innym miejscu (porównaj rozdział 6.1.2.2).

Zapotrzebowanie na energię w obszarze ogrzewania można zmniejszyć przede wszystkim w obszarze ogrzewania pomieszczeń. Najważniejszymi obszarami, w których można osiągnąć takie oszczędności, są zachowania użytkowników, technika grzewcza i przegrody zewnętrzne budynku. Potencjał oszczędności zostanie omówiony poniżej.

#### Zachowanie użytkownika

Zużycie energii grzewczej może być również w znacznym stopniu kontrolowane przez zachowanie użytkownika. Pomieszczenia powinny się ogrzewać tylko w takim stopniu, w jakim jest to rzeczywiście konieczne. Podczas gdy w budynkach ze starszą technologią jest to zwykle trudne, poniższe wskazówki mogą być stosowane w budynkach z nowoczesnym centralnym ogrzewaniem, aby zaoszczędzić do 10 % energii grzewczej:

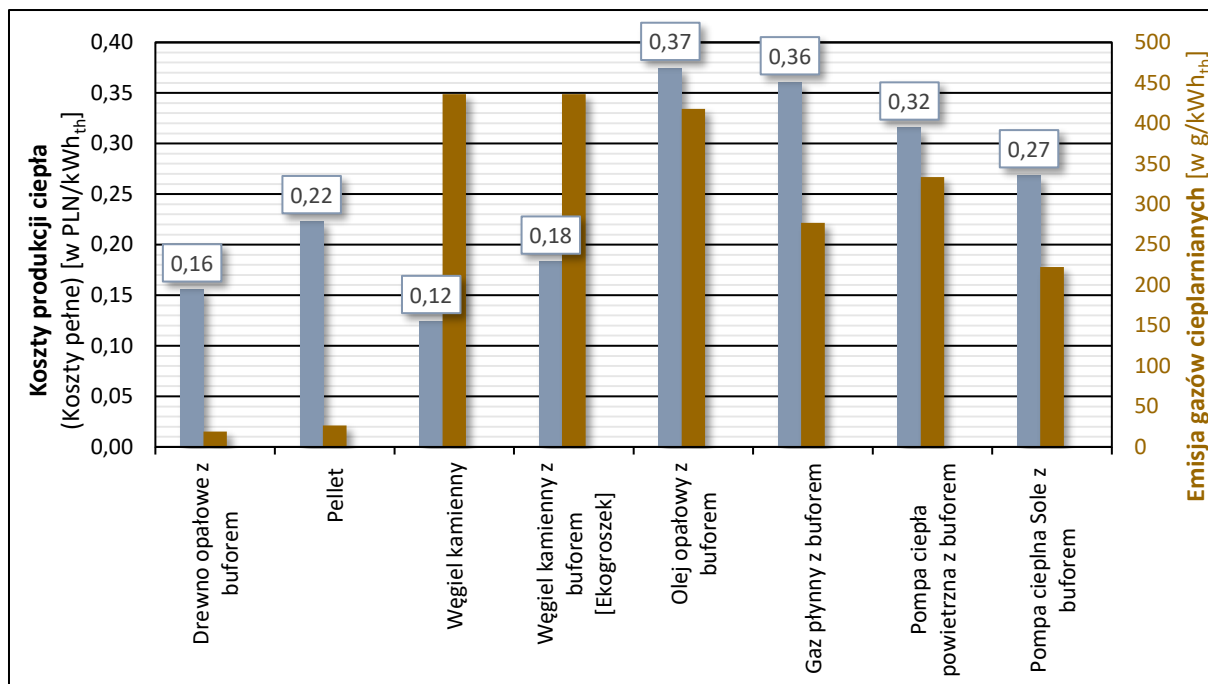
- Zimą obniżenie temperatury w pomieszczeniu o 1 °C może zaoszczędzić około 6 % całkowitego zużycia energii grzewczej. Niemniej jednak we wszystkich pomieszczeniach należy utrzymywać minimalną temperaturę (ok. 16 °C).
- Rozszczelnione okna nie zapewniają cyrkulacji powietrza, ale pozwalają na ucieczkę ciepła. Wietrzenie dwa do trzech razy dziennie przez 5 minut jest zazwyczaj wystarczające i pozwala zaoszczędzić na kosztach ogrzewania.
- Należy zwrócić uwagę, aby grzejniki były wolnostojące i nie były zasłonięte większymi meblami lub zasłonami.
- Nowoczesne systemy grzewcze mogą być zazwyczaj obsługiwane w kilku programach czasowych. W wielu przypadkach producent zaprogramował już wcześniej niewielki spadek temperatury w nocy. Najważniejsze jest jednak dostosowanie programu do konkretnych potrzeb użytkownika. Jeśli na przykład w określonych porach dnia (np. rano: rodzice są w pracy, dzieci w szkole) mieszkanie nie musi być w pełni ogrzewane, można to również uwzględnić w programie ogrzewania.
- Wiele starych termostatów grzewczych nie jest sterowanych przez temperaturę pokojową, lecz wyłącznie przez otwarcie zaworu. Nawet jeśli w pomieszczeniu jest ciepło, należy je zawsze regulować ręcznie. Jest to nie tylko uciążliwe, ale także najczęściej marnotrawi się energię cieplną. Nowoczesne termostaty regulują grzejnik w zależności od żądanej temperatury pomieszczenia (np. stopień 2: 16 °C lub stopień 3: 20 °C), dzięki czemu nie nagrzewają się one zbyt mocno i tym samym oszczędzają dużo energii. Obecnie dostępne są nawet termostaty cyfrowe, których profil temperaturowy można zaprogramować na cały dzień. Ma to sens przede wszystkim wtedy, gdy nie można mieć wpływu na programowanie samego ogrzewania (np. w poszczególnych mieszkaniach domów wielorodzinnych). Jeśli taki termostat jest zainstalowany, to działa nie tylko jako regulator temperatury, ale prawie w pełni automatycznie sterowanie ciepłem.
- Grzejniki powinny być również regularnie odpowietrzane. Jeśli powietrze nagromadzi się w obiegu grzewczym, ciepło nie może być dłużej efektywnie rozprowadzane. Regularne odpowietrzanie przyczynia się w ten sposób do oszczędności energii.



- Ustawiając indywidualne temperatury pokojowe można również zaoszczędzić sporo energii. Ponieważ w sypialni nie musi być komfortowo ciepło przez cały dzień, zazwyczaj wystarczające jest krótkie nagrzewanie rano i wieczorem. Najprostszym sposobem jest zastosowanie nowoczesnego, programowalnego termostatu grzewczego. Ważne jest jednak, aby drzwi pozostawały zawsze zamknięte przy różnych poziomach temperatury w pomieszczeniach, ponieważ w przeciwnym razie masy powietrza są rozdzielane przez różnice ciśnień, a nieogrzewane pomieszczenie jest ogrzewane przez grzejniki ogrzewanego pomieszczenia. Byłoby to nie tylko mniej efektywne i wymagałoby więcej energii (zamiast pożądaných oszczędności nastąpiłby wzrost zużycia), ale również stwarzałoby ryzyko rozwoju pleśni. W najgorszym przypadku cieplejsze, bardziej wilgotne powietrze skrapla się na znacznie chłodniejszych ścianach mniej ogrzewanego pomieszczenia i prowadzi do powstania tej wilgotności, która następnie powoduje powstawanie pleśni. Dlatego też drzwi muszą być zamknięte w przypadku różnych poziomów temperatury w pomieszczeniach. Niemniej jednak każde pomieszczenie należy regularnie wietrzyć.

#### Oszczędności dzięki efektywnej technice grzewczej

W wielu istniejących budynkach wbudowane są stare kominki i kotły grzewcze. Głównym wykorzystywanym źródłem energii jest drewno lub węgiel kamienny. Podczas gdy stare kotły grzewcze mają zazwyczaj rzeczywistą sprawność znacznie niższą niż 80 %, nowoczesne automatycznie doładowywane systemy grzewcze mogą osiągnąć sprawność wyższą niż 90 %, a nawet sprawność wyższą niż 95 % w przypadku (stosunkowo drogiej) systemów grzewczych na olej opałowy i gaz w technologii kotłów kondensacyjnych. Pozwala to na oszczędność energii końcowej, ale także na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń. Podczas gdy stary system grzewczy miał jeszcze sprawność na poziomie 75 %, istnieje potencjał oszczędności na poziomie znacznie ponad 15 % w porównaniu z bardziej nowoczesnym kotłem o sprawności 90 %. Ten potencjał oszczędności można zrealizować tylko poprzez zainstalowanie nowoczesnego i wydajnego kotła. Dzięki oszczędnościom osiągniętym na wymaganym paliwie i możliwym dotacjom, nie są one na ogół znacznie droższe od konwencjonalnych kominków pod względem kosztów całkowitych (tj. sumy wszystkich kosztów inwestycyjnych i operacyjnych).



Rys. 62: Pełne porównanie kosztów różnych systemów ogrzewania

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przedstawione obliczenia statyczne opierają się na zużyciu energii użytecznej 20.000 kWh<sub>th</sub>/rok. Przyszłe podwyżki cen nie są brane pod uwagę. Pełne koszty obejmują typowe szacunki kosztów paliw, energii pomocniczej, pomiarów emisji, kominiarstwa i konserwacji. Zakłada się, że zostanie zainstalowany zasobnik buforowy ciepła. Uwzględniono program wsparcia polskiego Ministerstwa Środowiska i Rolnictwa dla efektywnych systemów grzewczych. W odniesieniu do kosztów energii i emisji gazów cieplarnianych zakłada się, że prąd napędowy pomp ciepła pochodzi w całości z publicznej sieci energetycznej o obecnym składzie źródła energii.

Rysunek 62 przedstawia porównanie kosztów ogrzewania. Oznacza to, że kotły na drewno nie są znacznie droższe od węgla kamiennego. W przypadku konwencjonalnych kotłów na węgiel kamienny należy się jednak spodziewać, że prędzej czy później nie będą one już mogły być stosowane w takiej formie. Z powodu nieciągłego procesu spalania powstaje tu wiele zanieczyszczeń. W porównaniu z wykorzystaniem węgla kamiennego w postaci „ekogroszku” wykorzystanie pelletu nie jest znacznie droższe. Negocjacje cenowe dotyczące kosztów inwestycji lub mądre decyzje zakupowe mogą teoretycznie podnieść pełne koszty do tego samego poziomu. Oznacza to, że pellet drzewny i „ekogroszek” są prawie na tym samym poziomie cenowym. Ponadto rysunek 62 przedstawia statyczny obraz sytuacji, która sprawia, że wszystkie systemy grzewcze są bezpośrednio porównywalne. Inne zapotrzebowanie na energię (mniej lub bardziej) może sprawić, że inne (również odnawialne) systemy grzewcze będą atrakcyjniejsze. Inne urządzenia techniczne, takie jak systemy fotowoltaiczne i instalacje do magazynowania energii elektrycznej, mogą również dodatkowo sprawiać, że stosowanie pomp ciepła poprzez niższe koszty produkcji energii elektrycznej i znacznie niższe emisje gazów cieplarnianych będzie korzystniejsze. W indywidualnych przypadkach zastosowanie pomp ciepła może również przynieść korzyści ekonomiczne i ekologiczne. Szczególne znaczenie ma tu konsultacja z neutralnym konsultantem energetycznym. Tylko ta osoba może określić najkorzystniejszy wariant w konkretnym przypadku.

Szczególne znaczenie ma jednak wymowa ekologiczna rysunku 62, ponieważ wykorzystanie węgla i innych paliw kopalnych (olej opałowy, gaz płynny, energia elektryczna utworzona z węgla itp.) oznacza emisję dużych ilości nieodnawialnych gazów cieplarnianych. Natomiast wykorzystanie



odnawialnych źródeł energii (zwłaszcza drewna) - pomimo mniej więcej takich samych pełnych kosztów - nie emituje prawie wcale gazów cieplarnianych.

Oszczędności dzięki wydajnemu ociepleniu budynku

Nowoczesne materiały do izolacji budynku mogą przyczynić się do dalszych potencjalnych oszczędności:

- **Okna:**

Duże ilości energii grzewczej można zaoszczędzić dzięki specjalnym, podwójnie lub potrójnie izolowanym oknom. W przypadku utraty więcej niż  $5 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$  w starszym, jednokomorowym oknie, energooszczędne okna trzykomorowe tracą dziś tylko mniej niż  $1 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$  (potencjał oszczędnościowy: przez te powierzchnie traci się mniej niż 80 % energii na zewnątrz). Jednak okna powinny być zawsze remontowane po lub jednocześnie z renowacją pozostałej ściany zewnętrznej, a nigdy bez renowacji pozostałych ścian zewnętrznych (niebezpieczeństwo rozwoju pleśni!).

- **Izolacja ścian:**

Znacznie ważniejsza jest jednak izolacja powierzchni ścian. Ponieważ powierzchnie zewnętrzne budynku składają się zazwyczaj głównie z tych ścian zewnętrznych, można tu wykorzystać największy potencjał oszczędności. Podczas gdy nieizolowane ściany zewnętrzne w budownictwie betonowym tracą ponad  $3 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ , ściany murowane z cegły w zależności od ich grubości ponad 0,8 lub nawet  $1,5 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ , a nieizolowane ściany z litego drewna na ogół tracą ponad  $0,5 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$  ciepła na zewnątrz, to takie straty mogą być zmniejszone o  $0,3 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2\cdot\text{K}$  w przypadku dobrze ocieplonych ścian zewnętrznych. W tym celu można stosować materiały sztuczne (np. styropian) lub naturalne (np. miękkie płyty z włókna drzewnego). Te ostatnie ze względów ekologicznych i biologii budynku są znacznie lepiej dostosowane niż sztuczne materiały izolacyjne. W zależności od sytuacji wyjściowej potencjał oszczędności dzięki izolacji może wynieść do 90 %. Ponadto można izolować nie tylko ściany zewnętrzne, ale również najniższe (w piwnicy) i najwyższe piętro (w kierunku dachu, jeśli nie jest zamieszkałe). Szczególnie w tym przypadku można osiągnąć bardzo duży potencjał oszczędności w stosunku do kosztów inwestycji.

- **Wentylacja:**

Efektywna koncepcja wentylacji jest nieodzowna szczególnie wtedy, gdy dużym, energooszczędnym remontom towarzyszy wymiana okien i rozległa izolacja ścian zewnętrznych. Ponieważ obecnie mniej (ciepłego) powietrza może być wymieniane za pomocą tych komponentów, należy zapewnić sztuczną wymianę ze świeżym powietrzem. Dzięki koncepcji wentylacji wymienniki ciepła mogą być wykorzystywane nawet do odzyskiwania energii z powietrza wywiewanego, a tym samym do ogrzewania świeżego powietrza nawiewanego. Ta metoda ponownie oszczędza energię.

Technologia niezbędna do wykorzystania tego potencjału oszczędności jest dostępna i może być stosowana w zależności od dostępnego budżetu. Tzn. w zależności od zakresu działań, budynek może być wyremontowany do takiego stanu energetycznego, że budynek nie będzie wymagał dodatkowego ciepła z systemu ogrzewania (standard "domu pasywnego"). Teoretycznie budynek można by nawet wyremontować w taki sposób, aby generował więcej energii niż zużywa ("dom energetyczny plus").



Niemniej jednak technologia ta nie jest przystępna cenowo dla wszystkich, nawet jeśli zwraca się w długim okresie czasu.

#### Regulacje prawne w sektorze energii pierwotnej

**Tab. 10: Dopuszczalne nieodnawialne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla nowych budynków**

Rodzaj budynku	Maksymalne wartości dla nieodnawialnego zapotrzebowania na energię pierwotną dla nowych budynków odnośnie ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody [w kWh/m <sup>2</sup> *rok]		
	Od 01.01.2014	Od 01.01.2017	Od 01.01.2021
Budynki mieszkalne:			
a) Dom jednorodzinny	120	95	70
b) Dom wielorodzinny	105	85	65
Ośrodki, osiedla mieszkaniowe	95	85	75
Budynki publiczne:			
a) Opieka zdrowotna	390	290	190
b) Inne	65	60	45
Budynki gospodarcze, magazyny i produkcja	110	90	70

(ŹRÓDŁO: OMIR 2015; PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Tabela 10 przedstawia maksymalne dopuszczalne wartości zużycia **nieodnawialnej energii pierwotnej** dla nowych budynków. Wartości te można dziś łatwo osiągnąć dzięki odnawialnym źródłom energii i przegrodom zewnętrznym budynków, które w niewielkim stopniu tracą ciepło na zewnątrz. Zastosowanie odpowiednich materiałów i technologii grzewczych może przewyższyć podane prawnie wskaźniki (dom ogrzewany wyłącznie drewnem i energią słoneczną ma zużycie energii pierwotnej bliskie zeru), a w istniejących budynkach poprzez odpowiednie działania renowacyjne można je poprawić lub nawet w dużym stopniu obniżyć. Zalecane wartości maksymalne dla zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej nie przedstawiają zatem technicznych wyzwań, ale raczej niezbędną i łatwo osiągalną sprawność minimalną.

Oczekuje się również, że po czasie podanym w Tabeli 10 oraz po obecnie obowiązującej ustawie o oszczędzaniu energii w Polsce zostaną prawnie ustalone dalsze redukcje maksymalnego dopuszczalnego zapotrzebowania na energię pierwotną. Taki rozwój sytuacji jest szerzej omówiony w prognozach i scenariuszach w rozdziale 8.

#### Potencjał oszczędności

Podczas gdy w przeszłości nie przywiązywano wagi do stosowania energooszczędnej metody budowlanej, to dzisiaj jest z reguły inaczej. Starsze budynki mają typowe specyficzne zużycie energii grzewczej (energia końcowa) od 100 do czasami nawet ponad 250 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok, ale mogą być łatwo odnowione za pomocą odpowiednich środków renowacyjnych w takim stopniu, że zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania pomieszczeń będzie mniejsze niż 75 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok. Jednak nawet gdyby udało się poprzez modernizację osiągnąć tę wartość zużycia, to potencjał oszczędności już jest olbrzymi! W poniższym obliczeniu zakłada się, że wszystkie budynki mieszkalne zostaną



wyremontowane do wartości zużycia energii charakterystycznej dla ogrzewania pomieszczeń w wysokości  $75 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ :

Tab. 11: Teoretycznie możliwy do osiągnięcia potencjał oszczędności w zakresie ciepła w prywatnych gospodarstwach domowych

Samorządy	Aktualne zużycie energii końcowej na ogrzewanie	Powierzchnia mieszkalna*	Zapotrzebowanie po modernizacji i doprowadzeniu do zapotrzebowania na ciepło do $75 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ i zapotrzebowania na ciepłą wodę $20 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$	Teoretyczny potencjał oszczędności	
				absolutny	względny
Białowieża	26.598 MWh <sub>th</sub> /rok	149.853 m <sup>2</sup>	14.236 MWh <sub>th</sub> /rok	12.362 MWh <sub>th</sub> /rok	- 46 %
Czeremcha	31.267 MWh <sub>th</sub> /rok	163.938 m <sup>2</sup>	15.574 MWh <sub>th</sub> /rok	15.693 MWh <sub>th</sub> /rok	- 50 %
Czyże	28.718 MWh <sub>th</sub> /rok	144.525 m <sup>2</sup>	13.730 MWh <sub>th</sub> /rok	14.989 MWh <sub>th</sub> /rok	- 52 %
Dubicze C.	22.735 MWh <sub>th</sub> /rok	115.261 m <sup>2</sup>	10.950 MWh <sub>th</sub> /rok	11.785 MWh <sub>th</sub> /rok	- 52 %
Hajnowka G.	47.911 MWh <sub>th</sub> /rok	241.148 m <sup>2</sup>	22.909 MWh <sub>th</sub> /rok	25.002 MWh <sub>th</sub> /rok	- 52 %
Hajnowka M.	124.056 MWh <sub>th</sub> /rok	747.138 m <sup>2</sup>	70.978 MWh <sub>th</sub> /rok	53.078 MWh <sub>th</sub> /rok	- 43 %
Kleszczele	28.263 MWh <sub>th</sub> /rok	143.323 m <sup>2</sup>	13.616 MWh <sub>th</sub> /rok	14.647 MWh <sub>th</sub> /rok	- 52 %
Narew	51.376 MWh <sub>th</sub> /rok	255.051 m <sup>2</sup>	24.230 MWh <sub>th</sub> /rok	27.146 MWh <sub>th</sub> /rok	- 53 %
Narewka	49.432 MWh <sub>th</sub> /rok	252.487 m <sup>2</sup>	23.986 MWh <sub>th</sub> /rok	25.446 MWh <sub>th</sub> /rok	- 51 %
<b>Suma</b>	<b>410.357 MWh<sub>th</sub>/rok</b>	<b>2.212.724 m<sup>2</sup></b>	<b>210.209 MWh<sub>th</sub>/rok</b>	<b>200.148 MWh<sub>th</sub>/rok</b>	<b>- 49 %</b>

\*) Przedstawiona tu powierzchnia nie odzwierciedla statystycznie zarejestrowanej powierzchni w budynkach mieszkalnych z CSOP 2017. W 2015 r. wynosi ona tylko 1 554 980 m<sup>2</sup>. Przedstawiona tu powierzchnia mieszkalna to całkowita powierzchnia mieszkalna w budynkach mieszkalnych określona w ramach analiz GIS przeprowadzonych w niniejszym opracowaniu na podstawie kategoryzacji budynków i liczby określonych pięter pomniejszona o różnicę pomiędzy powierzchnią brutto i netto. Obejmuje ono również przestrzeń mieszkalną w budynkach socjalnych sklasyfikowanych jako domy mieszkalne, domy opieki dla osób starszych, inne rodzaje zakwaterowania itp.

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ponieważ teoretycznie możliwe jest również zmodernizowanie do standardu energetycznego niższego niż  $75 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$  przedstawiony teoretyczny potencjał całkowity jest ostrożny. Potencjał oszczędności może być znacznie wyższy wraz ze wzrostem standardu energetycznego. Jednak teoretyczny potencjał nie może być zrealizowany ekonomicznie wszędzie i w każdej chwili.

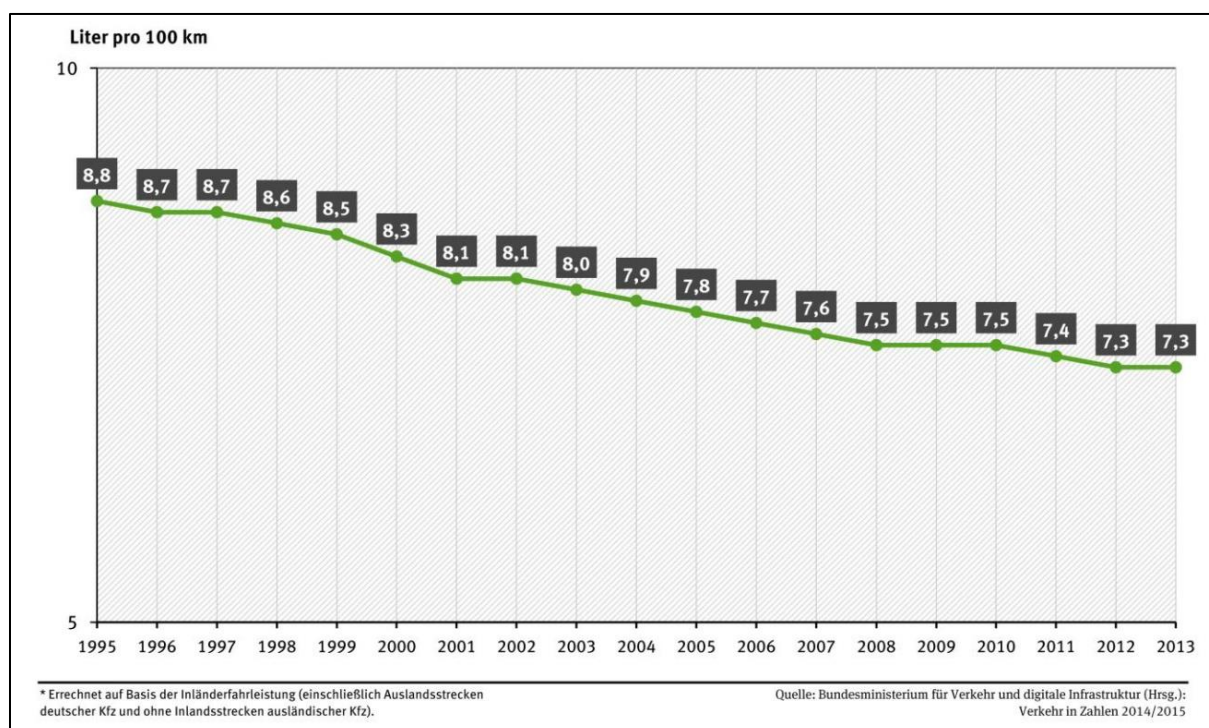
#### Cykle i wskaźniki remontowe

Ponadto mówi się o wskaźnikach lub cyklach remontowych. Z reguły średni cykl remontowy budynku wynosi 30 lat. Dotyczy to również wyposażenia technicznego budynków, takiego jak systemy grzewcze lub okna (por. BARDT 2008). Oznacza to, że budynek mieszkalny będzie energetycznie remontowany po przeciętnie około 30 latach. Z reguły wskaźnik remontowy wynosi około 1,5 % zasobów budowlanych rocznie. Co więcej, tylko przy rosnących cenach energii wiele potencjałów oszczędnościowych staje się przede wszystkim ekonomicznie opłacalnych. Potencjał oszczędności ekonomicznych faktycznie wykorzystany w określonym czasie jest zatem proporcjonalny, jak wykazano w późniejszych analizach scenariuszy (rozdział 8).



### 6.1.1.2 Mobilność

Z około 27 % całkowitego końcowego zużycia energii (por. Rys. 61) gospodarstwa domowe potrzebują nieco ponad jedną czwartą energii końcowej na mobilność. Potencjał oszczędności w tym obszarze zależy w dużym stopniu od indywidualnych wymagań i jest trudny do uogólnienia. Sam postęp technologiczny i sukcesywne odnawianie całości asortymentu pojazdów pozwoliły już w ostatnich latach zaoszczędzić stosunkowo dużą ilość energii końcowej. Podczas gdy przeciętny samochód osobowy (tutaj Kombi) w 1995 r. potrzebował nieco poniżej 8,8 litra paliwa na 100 km, dziś potrzebuje jedynie nieco poniżej 7,3 litra paliwa.



Rys. 63: Średnie zużycie paliwa samochodu osobowego Kombi na 100 km\*

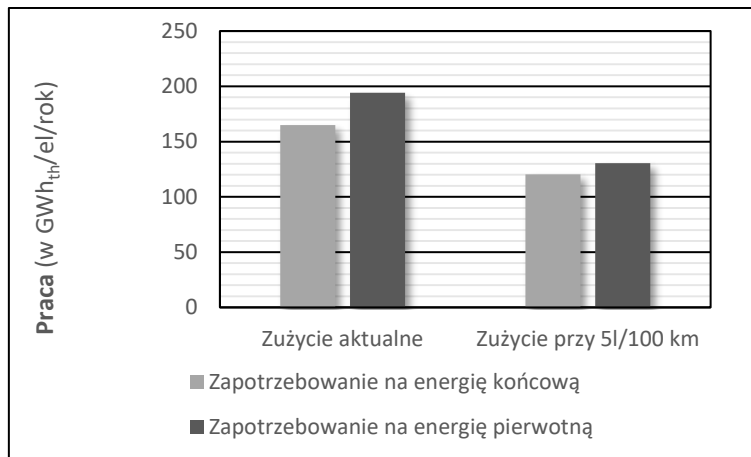
(ŹRÓDŁO: UBA 2016; OPRACOWANE PRZEZ EVF 2018)

Poprzez ten rozwój silniki spalinowe (benzyna/olej napędowy/gaz) w dużej mierze osiągnęły swoje limity sprawności. W przeszłości poprawę efektywności w zakresie zasięgu i zużycia paliwa na 100 km osiągnięto przede wszystkim dzięki lekkiej konstrukcji, efektom aerodynamicznym i innym innowacjom technologicznym. Dzięki temu rozwojowi nowoczesne samochody osobowe średniego zasięgu wymagają dziś tylko ok. 5 litrów na 100 km przebiegu. W zaokrągleniu to około 50 kWh<sub>th</sub> końcowego zużycia energii na 100 km (olej napędowy: około 9,7 kWh<sub>th</sub>/litr). na dzień dzisiejszy nie można przewidzieć dużej efektywności odnośnie końcowego zużycia energii.

Gdyby obecny przebieg pojazdów gospodarstw domowych Powiatu Hajnowskiego wielkości 250.000.000 km (patrz rozdział 5.3.3) odbywałby się dzięki wydajnym silnikom spalinowym (zużycie: 5 litrów na 100 km), obecne końcowe zużycie energii w wysokości 165.072 MWh<sub>th</sub>/rok spadłoby do poziomu nieco poniżej 120.414 MWh<sub>th</sub>/rok. Odpowiada to całkowitym oszczędnościom rzędu 27 % w obszarze końcowego zużycia energii. Teoretycznie dalsze oszczędności można byłoby osiągnąć poprzez zmianę zachowań i większą oszczędność ze strony konsumentów, np. gdyby używane były tylko małe samochody, które potrzebują mniej paliwa. Pozwoliłoby to znacznie zmniejszyć wielkość taboru



pojazdów pod względem wyporności, mocy i masy i w rezultacie wymagałoby mniejszej ilości energii. Jednak taka możliwość zawsze istniała, a rynek nigdy w tym kierunku się nie rozwinął (obserwacje wykazują raczej tendencję odwrotną). Taki rozwój nie powinien być zatem zakładany w kontekście niniejszego studium. Ponieważ skład rodzajów napędu i źródeł energii (benzyna/olej napędowy/gaz/inne) nie zmieniłby się w tej analizie, więc skład zużycia energii pierwotnej, emisji gazów cieplarnianych i emisji zanieczyszczeń zasadniczo nie ulegnie zmianie. Teoretycznie w niniejszej analizie spadają one o około 27 %.



Rys. 64: Zilustrowanie potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności zużycia 5 litrów oleju napędowego na 100 km.

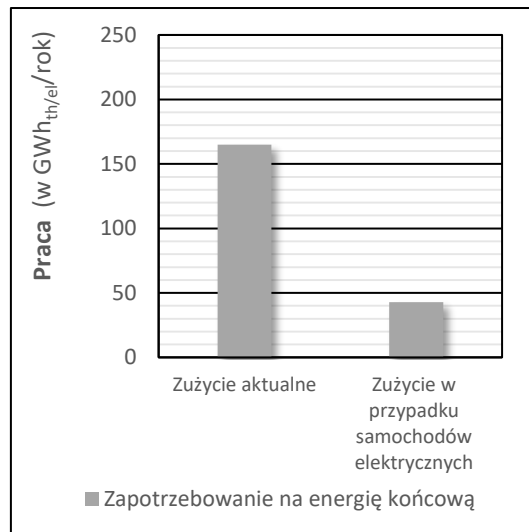
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### Potencjał elektromobilności

W przeciwieństwie do rozwoju technologicznego silników spalinowych, silniki elektryczne pracują znacznie efektywniej. Już dzisiaj średnie zużycie paliwa przez samochód klasy średniej wynosi około 15 kWh<sub>el</sub> na 100 km. Do tego dochodzi jeszcze przeciętnie około 15 % strat podczas ładowania akumulatora. W sumie na 100 km potrzeba więc prawie 17,25 kWh<sub>el</sub>. Ponieważ jednak silnik elektryczny jest znany od dziesięcioleci i również tu należy spodziewać się wzrostu wydajności pod względem końcowego zużycia energii im większy jest przebyty dystans, przede wszystkim dzięki lekkiej konstrukcji, efektom aerodynamicznym i innym innowacjom technologicznym, nie należy ich również brać pod uwagę.

Gdyby prawie 250.000.000 km przejechanych przez pojazdy z gospodarstw domowych (por. rozdział 5.3.3) pokonane byłyby tylko przez pojazdy elektryczne, które wymagają jedynie 17,25 kWh<sub>el</sub> na 100 km, to całkowite końcowe zużycie energii wynoszące obecnie 165.072 MWh<sub>th</sub>/rok spadłoby do prawie 42.828 MWh<sub>el</sub>/rok. Odpowiada to ostatecznej oszczędności energii w wysokości 74 % (zamiast oczekiwanych 27 % dla silników spalinowych).





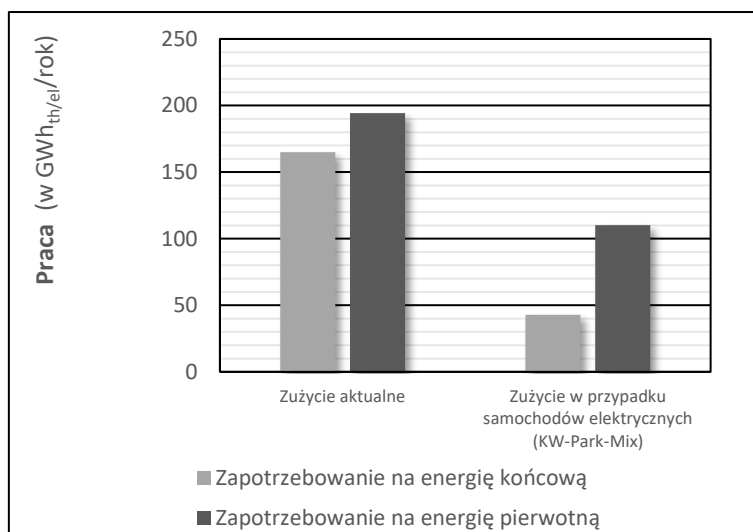
**Rys. 65: Ilustracja potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności dzięki przejściu na elektromobilność**

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ze względu na coraz większy zasięg, który jest osiągnięty w szczególności dzięki wyższym pojemnościom akumulatorów, elektromobilność może w przyszłości stać się znacznie bardziej atrakcyjna. Obecnie różni producenci pojazdów mają już na rynku samochody średniej klasy, które pokonują na napędzie elektrycznym ponad 500 km. Z pewnością w przyszłości będzie ich więcej. Dlatego szczególnie ważne jest, aby ta zmiana strukturalna doprowadziła do stworzenia oferty infrastruktury ładowania. Bez niej przejście na mobilność energooszczędną nastąpi ze znacznym opóźnieniem.

#### Elektromobilność i konieczna w tym kontekście rozbudowa energii odnawialnych

W związku z tym szczególne znaczenie ma dalszy rozwój energii odnawialnych, zwłaszcza w sektorze energii elektrycznej. Jeżeli zapotrzebowanie na energię elektryczną dla elektromobilności opiera się na dzisiejszym średnim mixie energetycznym i aktualnym zużyciu energii pierwotnej oraz emisji gazów cieplarnianych, nie oznacza to konieczności oszczędności w obszarze energii pierwotnej i emisji gazów cieplarnianych. W przeciwieństwie do współczynnika energii pierwotnej benzyny lub oleju napędowego w wysokości 1,17 lub 1,08 energia elektryczna z polskiego parku energetycznego (KW-Park-Mix) wynosi około 2,68 (IINAS 2017). Zamiast obecnego zużycia energii pierwotnej w gospodarstwach domowych wynoszącego 194.221 MWh/rok, przy całkowitym przejściu na elektromobilność przy takich samych czynnikach nadal potrzebne byłoby 110.063 MWh/rok nieodnawialnej energii pierwotnej. Podczas gdy oszczędzane jest 74 % energii końcowej, to z powodu wyższego zapotrzebowania na energię pierwotną do produkcji prądu oszczędza się tylko 43 % energii pierwotnej. Podobnie dzieje się w przypadku redukcji emisji gazów cieplarnianych: Zamiast 54.539 ton rocznie spowodowałoby to jedynie 42.836 ton emisji gazów cieplarnianych rocznie - ale oszczędności wynoszą tylko nieco poniżej 21 %. Analogicznie zmniejszyłaby się również emisja zanieczyszczeń.



**Rys. 66: Ilustracja potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności przy przejściu na elektromobilność (aktualny mix pojazdów)**

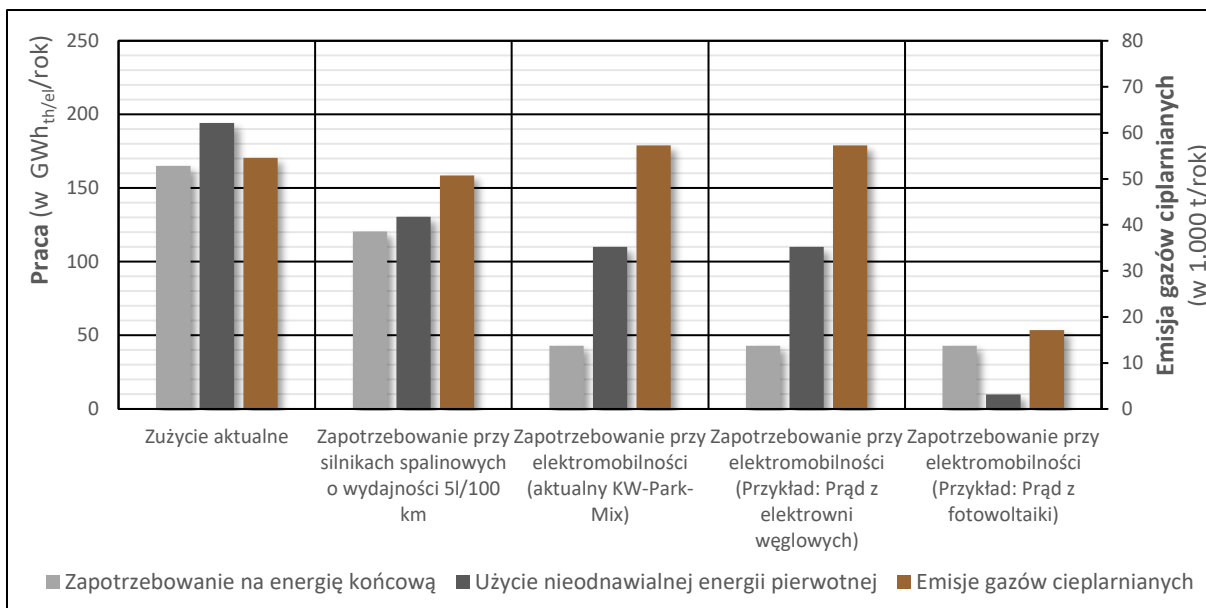
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Całkowite zużycie energii elektrycznej wynoszące obecnie 34.071 MWh<sub>el</sub>/rok wzrosłoby niezależnie od pozostałego rozwoju do poziomu 76.899 MWh<sub>el</sub>/rok (energia elektryczna: 34.071 MWh<sub>el</sub>/a + e-mobilność: 42.828 MWh<sub>el</sub>/a) - czyli ponad dwukrotnie więcej. Pozwoliłoby to nawet o ponad połowę zmniejszyć obecny udział energii odnawialnych w zużyciu energii elektrycznej. Gdyby dodatkowa energia elektryczna na elektromobilność pochodziła z elektrowni na węgiel, to całkowity nieodnawialny wkład energii pierwotnej oraz emisje gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń byłyby nawet nieco wyższe.

Jednakże przy wyżej wymienionych emisjach chodzi o udziały związane ze zużyciem. Produkcja pojazdów emituje kolejne prawie 14.465 ton gazów cieplarnianych - łącznie prawie 57.301 ton emisji gazów cieplarnianych rocznie. W ten sposób, pomimo oszczędności 74 % energii końcowej, emisja gazów cieplarnianych byłaby o ponad 5 % większa niż w przypadku dzisiejszej nieefektywnej w porównaniu z elektromobilnością liczby samochodów osobowych!

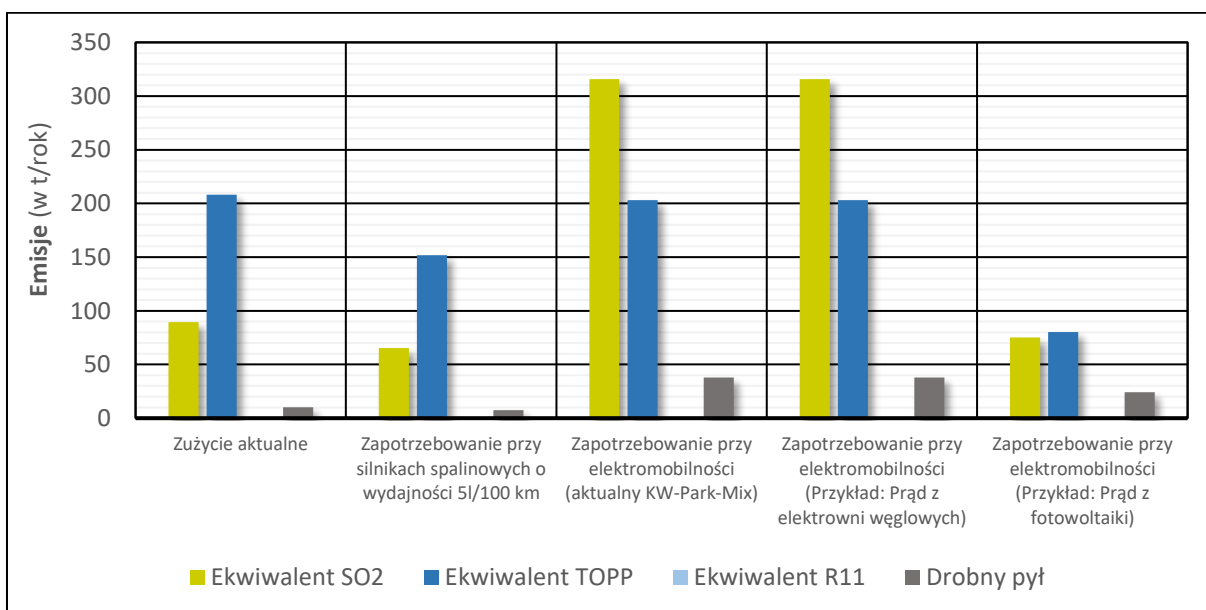
Z tego powodu rozbudowa potencjału dla energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych ma szczególne znaczenie! Gdyby na przykład dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną pochodziło wyłącznie z systemów fotowoltaicznych, zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną spadłoby z 194.221 rok do 9.814 MWh/rok. To potencjał oszczędności na poziomie 95 %! Ponadto emisje gazów cieplarnianych związane ze zużyciem energii zostałyby zredukowane do około 2.686 ton rocznie. Wraz ze średnią roczną produkcją pojazdów wynoszącą 14.465 t, emitowanych byłyby łącznie nieco poniżej 17.152 t gazów cieplarnianych. W porównaniu z dzisiejszą sytuacją można by wówczas zaoszczędzić do 69% emisji gazów cieplarnianych.

W odniesieniu do emisji zanieczyszczeń obraz jest podobny jak w przypadku emisji gazów cieplarnianych. Chociaż pojazdy elektryczne nie powodują żadnych emisji podczas eksploatacji, bliższe przyjrzenie się pokazuje jednak, że w produkcji pojazdów i w produkcji systemów energii odnawialnej emitowana jest również pewna ilość zanieczyszczeń. Chociaż nie pojawiają się one bezpośrednio na miejscu, przyczyniają się w skali globalnej do osłabienia całego systemu i muszą być odpowiednio uwzględnione.



**Rys. 67: Porównanie scenariuszy „Potencjału oszczędności energii i emisji gazów cieplarnianych” prywatnych gospodarstw domowych poprzez wydajne silniki spalinowe i elektromobilność przy różnych założeniach dotyczących pochodzenia energii elektrycznej**

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



**Rys. 68: Porównanie scenariuszy „Potencjalne oszczędności w zakresie emisji zanieczyszczeń” z gospodarstw domowych dzięki wydajnym silnikom spalinowym i mobilności elektrycznej przy różnych założeniach dotyczących pochodzenia energii elektrycznej**

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Gdyby dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną było generowane nie z odnawialnych źródeł energii, ale z obecnych elektrowni lub energii elektrycznej wytwarzanej z węgla, to w niektórych przypadkach byłyby wielokrotnie wyższe niż obecnie. Na przykład ekwiwalenty SO<sub>2</sub>, które są odpowiedzialne za kwaśne deszcze, a także podrażniają drogi oddechowe podczas smogów, byłyby ponad trzy razy wyższe. Ponieważ energia elektryczna z elektrowni składa się głównie z energii elektrycznej wytwarzanej z węgla, nie widać poprawy w przykładzie, w którym cała dodatkowo



potrzebna energia elektryczna byłaby wytwarzana z węgla. Nawet gdyby energia elektryczna pochodziła z elektrowni wykorzystujących energię odnawialną, to w produkcji pojazdów elektrycznych wytwarzane byłyby również większe ilości ekwiwalentów  $SO_2$ .

W skali globalnej nie byłoby więc prawie żadnego odciążenia. Jednak lokalnie nie powstawałyby żadne lokalne emisje. Z drugiej strony, pomimo emisji podczas produkcji pojazdów, na poziomie globalnym emitowana byłaby tylko połowa emisji TOPP. W szczególności poprzez produkcję przyjętych instalacji fotowoltaicznych w przykładzie energii elektrycznej z ogniw fotowoltaicznych nieznacznie - choć ledwo zauważalnie - by wzrosły emisje ekwiwalentów R11. Ponadto więcej pyłu zawieszonego byłoby emitowane wprawdzie nie lokalnie, ale globalnie. Emisje te wynikają przypuszczalnie z warunków podczas produkcji pojazdów. Lepsze metody produkcji baterii, innych pojedynczych części oraz produktów dostawczych prawdopodobnie umożliwią również znaczne ograniczenie tych emisji w przyszłości.

Dlatego też elektromobilność ma sens ekologiczny tylko wtedy, gdy odnawialne źródła energii są jednocześnie rozbudowywane. Zarówno zapotrzebowanie na energię końcową i pierwotną, jak i emisje gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń mogą być wielokrotnie zmniejszane na miejscu, co znacznie odciąża ludność.

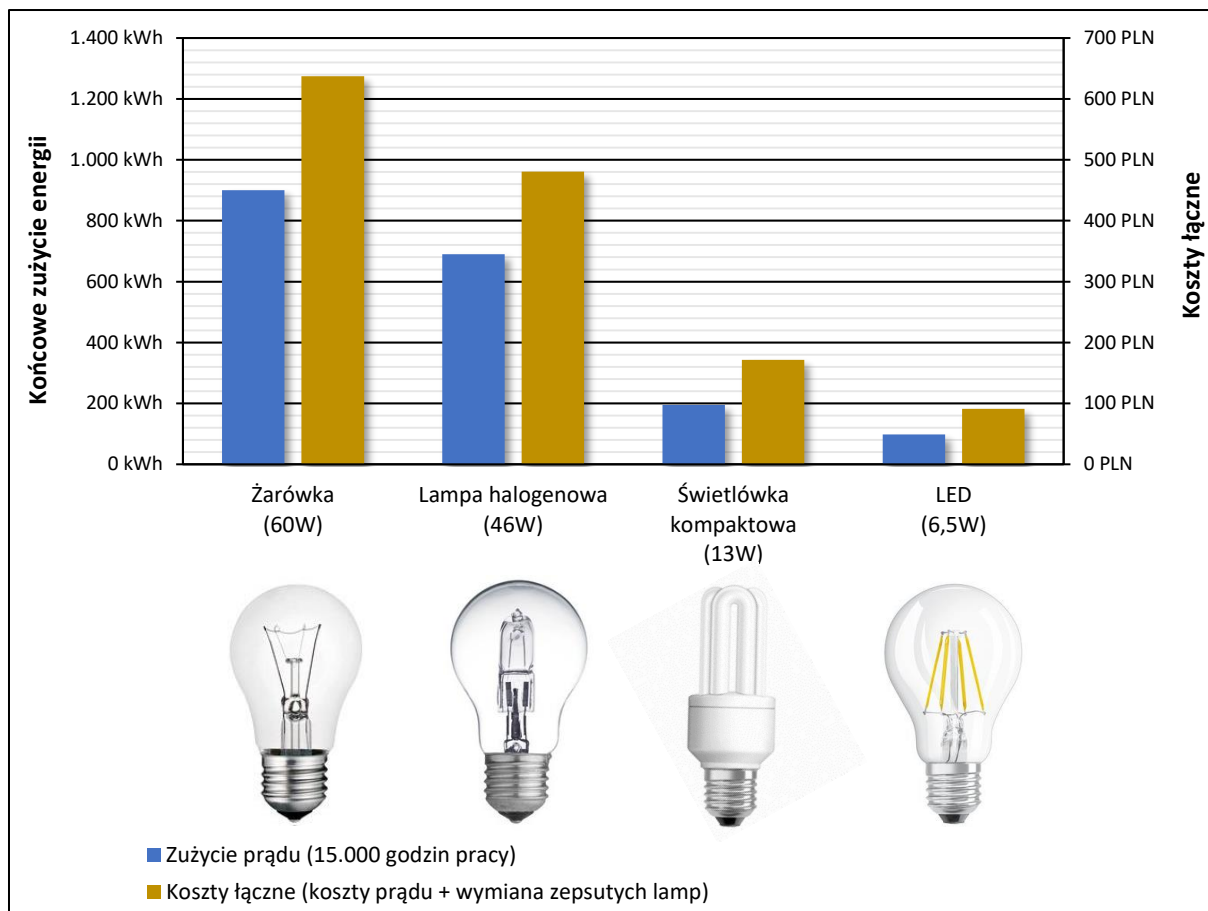
#### 6.1.1.3 Prąd

Około 6 % całkowitego zapotrzebowania gospodarstw domowych na energię końcową przypada na energię elektryczną. Z tego około jedna trzecia (2 % całkowitego końcowego zużycia energii w gospodarstwach domowych) jest potrzebna do oświetlenia, a reszta (4 % całkowitego końcowego zużycia energii w gospodarstwach domowych) dla innych odbiorców energii elektrycznej.

##### Potencjał oszczędności w sektorze oświetleniowym

Potencjał oszczędności w dziedzinie oświetlenia przy przestarzałej technologii jest bardzo duży. Jeżeli nadal stosowane są tradycyjne żarówki, to potencjał oszczędności może wynieść nawet 90 %. W przypadku stosowania żarówek halogenowych potencjał oszczędności wynosi nadal około 85 %. Dzięki wymianie świetlówek kompaktowych można osiągnąć oszczędności sięgające 50 %. Ten potencjał można wykorzystać dzięki nowoczesnej i szczególnie energooszczędnej technologii LED. Ze względu na duże oszczędności w eksploatacji relatywnie droższe lampy LED zwracają się zazwyczaj bardzo szybko. W ciągu jednego roku można zaoszczędzić tak wiele energii elektrycznej, że zwracają się wysokie koszty zakupu. Ponieważ wysokiej jakości lampy LED charakteryzują się szczególnie długą żywotnością przez wiele lat (teoretycznie w sektorze profesjonalnym można osiągnąć od 50.000 do 100.000 godzin pracy; w sektorze gospodarstw domowych żywotność wynosi zazwyczaj 15.000 godzin pracy) potencjał oszczędności jest szczególnie znaczący!

Niniejsze opracowanie opiera się na założeniu, że istnieje już mieszany zasób żarówek, lamp halogenowych, świetlówek kompaktowych, a także lamp LED. Dokładne proporcje w tym studium nie są znane. Dlatego też ogólnie przyjmuje się, że całkowity potencjał oszczędności w dziedzinie oświetlenia wynosi ok. 50 %. Przy całkowitym końcowym zużyciu energii wynoszącym 8.375  $MWh_{el}/rok$  na oświetlenie, potencjał oszczędności wynosi tu nadal około 4. 187  $MWh_{el}/rok$ .



**Rys. 69: Porównanie efektywności energetycznej i kosztowej różnych typów lamp w sektorze gospodarstw domowych**

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018, ZAŁOŻENIA: KOMERCYJNE CENY LAMP, CENA ENERGII ELEKTRYCZNEJ: 0,65 PLN/kWh<sub>el</sub>, 15.000 godzin pracy lub okres użytkowania ok. 7 lat przy średniej 6 godzinach pracy na dobę)

### Potencjał oszczędności dla innych urządzeń elektrycznych

Oprócz oświetlenia, energia elektryczna jest wykorzystywana w gospodarstwie domowym do różnych innych urządzeń gospodarstwa domowego. W Powiecie Hajnowskim całkowite zużycie energii elektrycznej wynosi około 25.696 MWh<sub>el</sub>/rok. Jak pokazano powyżej, stanowi to ok. 4 % całkowitego końcowego zużycia energii. Najważniejszymi obszarami, w których potrzebna jest energia elektryczna, są:

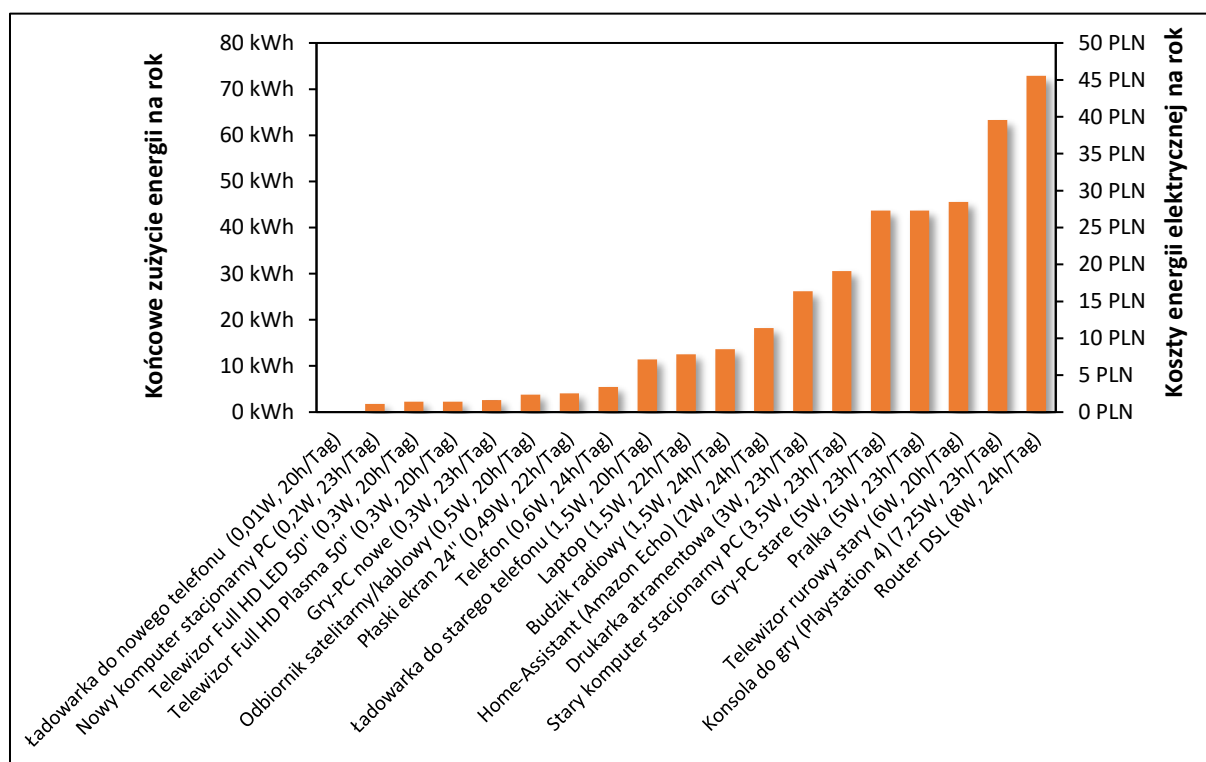
- Biuro/EPD/Komputer
- Ciepła woda
- Pompa cyrkulacyjna do dystrybucji ciepła w domu
- Telewizja/audio do celów rozrywkowych
- Gotowanie
- Chłodzenie
- Mrożenie
- Pranie
- Suszenie
- Zmywanie



W większości przypadków koszty i energię można zaoszczędzić dzięki zastosowaniu energooszczędnych urządzeń i prawidłowemu zachowaniu konsumentów. Najłatwiej jest to zrealizować w następujących obszarach:

### Unikanie zużycia energii w stanie gotowości

Niektóre urządzenia elektryczne (np. telewizor, komputer, pralka, zmywarka) zużywają energię elektryczną pomimo ich wyłączenia. Dlatego sensowne jest całkowite odłączenie nieużywanych urządzeń od sieci. Można to zrobić bez większego wysiłku używając timerów lub złączy wtykowych z włącznikami/wyłącznikami. Również ładowarki (np. do telefonów komórkowych, golarek, szczoteczek do zębów, ładowarek do baterii itp. nie powinny być długotrwale włączone do sieci i powinny być albo odłączone z kontaktu albo wyłączone za pomocą listwy.



Rys. 70: Straty w trybie czuwania i związane z tym koszty energii elektrycznej typowych urządzeń elektrycznych w ciągu roku

(ŹRÓDŁO: BADANIA, OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### Komputer, Laptop, EPD

Media elektroniczne odgrywają coraz większą rolę w naszym codziennym życiu. Częste korzystanie z Internetu jest już dziś zauważalne w gospodarstwach domowych ze względu na rosnące zużycie energii elektrycznej. Kupując nowe płaskie ekrany i monitory można zaoszczędzić energię, ponieważ potrzebują one o połowę mniej energii niż starsze monitory CRT. Równie ważne jest wyłączenie monitorów i komputerów PC w czasie przerw lub przynajmniej przejście ich w tryb uśpienia. W nocy sprzęt komputerowy powinien być zawsze odłączony od zasilania sieciowego za pomocą przełączanej listwy wtykowej, aby uniknąć strat w trybie gotowości. Laptopy, notebooki i tablety są preferowane w stosunku do komputerów stacjonarnych ze względu na niższe zużycie energii.



### **Chłodzenie i zamrażanie**

Przy zakupie nowych lodówek i zamrażarek należy zwrócić uwagę na klasę efektywności, ponieważ urządzenia te odpowiadają średnio za 17 % całkowitego zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych (CO2ONLINE GGMBH 2016).

Lodówka nie powinna stać obok źródła ciepła, takiego jak grzejnik, piec, zmywarka do naczyń itp. a tył powinien być odpowiednio wentylowany. Sensowne jest regularne rozmrażanie lodówki i zamrażarki. Optymalna temperatura w lodówce wynosi 7 °C, a w zamrażarce -18 °C. Jeśli urządzenia są ustawione na temperaturę tylko 2 °C niższą, zużycie energii wzrasta o ok. 10 % (DENA 2013).

### **Pranie i suszenie**

Podczas mycia i suszenia można zaoszczędzić dużo energii. W trakcie nowych zakupów należy zawsze zwracać uwagę na etykiety efektywności energetycznej. Podczas gdy np. nowa suszarka do bielizny może potrzebować tylko ok. 1,6 kWh<sub>el</sub> (przy cenie 0,65 PLN/kWh<sub>el</sub> jest to niewiele poniżej 1 PLN za suszenie) na jeden ładunek, to mniej wydajne suszarki wymagają do 4 kWh<sub>el</sub> (to już 2,60 PLN za suszenie, czyli ponad dwukrotnie więcej). To samo dotyczy zużycia energii przez nowoczesne pralki (STMWMET 2016).

### **Technika napędu/pompa obiegowa**

Konwencjonalne, stare pompy ciepła są w dużej mierze nieregulowane. Oznacza to, że sterowanie pompą, a co za tym idzie zużycie prądu, jest prawie stale wysokie, niezależnie od rzeczywistego zapotrzebowania. Nowe, sterowane elektronicznie pompy automatycznie dostosowują wydajność pomp do wymaganego obciążenia grzewczego. Skutkuje to znacznie mniejszym zużyciem energii, co oznacza, że można zaoszczędzić duże ilości energii elektrycznej.

Według producenta zużycie energii elektrycznej przez nieregulowaną pompę wynosi w większości przypadków od 400 do 600 kWh<sub>el</sub>/a. Nowa, elektronicznie sterowana pompa obiegowa zużywa w najlepszym przypadku tylko 50 kWh<sub>el</sub>/rok. Jest to informacja producenta, a rzeczywiste zużycie zależy w szczególności od sytuacji na miejscu, potencjał oszczędności wynosi jednak nadal około 85 % do 92 %. Oznacza to, że można zaoszczędzić do 550 kWh<sub>el</sub> energii elektrycznej rocznie, a tym samym do 360 PLN (0,65 PLN/kWh) rocznie. Odpowiada to oszczędności gazów cieplarnianych do 550 kg rocznie.

W wielu przypadkach stara pompa obiegowa pracuje niezauważalnie w piwnicy, nie wiedząc, ile energii elektrycznej „niepotrzebnie” zużywa. Wymiana pompy obiegowej jest stosunkowo prostą i nieskomplikowaną sprawą, która zwraca się po dwóch do trzech latach dzięki oszczędnościom energii elektrycznej.

### **Rosnąca liczba sprzętów**

Oprócz podstawowego potencjału oszczędności opartego na rozwoju wydajności technicznej równie interesująca jest liczba urządzeń dla ogólnego potencjału oszczędności. Już w przeszłości w gospodarstwach domowych znajdowało się coraz więcej urządzeń elektrycznych (trend do drugiego telewizora, szerokie rozpowszechnienie zmywarek itp.) Rozwój ten zakładany jest również na przyszłość. Ogólny potencjał oszczędności jest zatem zmniejszony przez fakt, że coraz więcej urządzeń jest uruchamianych. Są one bardziej wydajne, ale niekoniecznie zużywają w sumie mniej energii.

### **Potencjał oszczędności ogółem**

Całkowity potencjał oszczędności wynika z potencjału wzrostu wydajności i rosnącej liczby urządzeń elektrycznych. Ze względu na (wciąż) stosunkowo niskie zużycie energii elektrycznej przez gospodarstwa domowe zakłada się, że w przyszłości zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie



znacznie wyższe ze względu na zakup dodatkowych sprzętów pomocnych do prowadzenia gospodarstwa domowego. Zakłada się jednak również, że zostanie to w pewnym stopniu „wchłonięte” przez zwiększenie wydajności istniejących urządzeń elektrycznych oraz przez zmiany demograficzne. W związku z tym w odniesieniu do horyzontu czasowego badanego w niniejszym opracowaniu (por. uwagi na temat prognoz i scenariuszy w rozdziale 8) zakłada się, że w sumie nie istnieje potencjał oszczędności, ale że całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną nie będzie też w przyszłości wyższe. Całkowity potencjał oszczędności w dziedzinie urządzeń elektrycznych wynosi zatem 0 MWh<sub>el</sub>/rok. Przy tych założeniach i z uwzględnieniem pewnej tolerancji przyszłe zużycie energii elektrycznej dla urządzeń elektrycznych (bez światła i elektromobilności) pozostanie na poziomie 25.696 MWh<sub>el</sub>/rok.

### 6.1.2 Samorządowy obszar działania

W samorządowym obszarze działania gminy Powiatu Hajnowskiego mogą podejmować bezpośrednie decyzje. Potencjały oszczędności opisane poniżej są zasadniczo najprostszymi środkami do wdrożenia przez gminy.

#### 6.1.2.1 Analiza nieruchomości

W ramach tego badania nie było możliwe określenie potencjału oszczędności każdej z 122 nieruchomości zgłoszonych przez gminy. W celu określenia potencjału oszczędności należy zatem przeprowadzić analizę, która porównałaby pewne specyficzne wartości charakterystyczne dla badanych nieruchomości z innymi statystycznymi wartościami nieruchomości o porównywalnym wykorzystaniu. Ponieważ dla polskich budynków użyteczności publicznej nie są dostępne odpowiednie wartości porównawcze autorzy opracowania korzystają z wartości porównawczych określonych w niemieckim rozporządzeniu w sprawie oszczędności energii (EnEV). Zakłada się, że budynki użyteczności publicznej są generalnie użytkowane w taki sam sposób, jak ich niemieckie odpowiedniki pod względem rodzaju użytkowania. Przeprowadzona analiza uwzględnia również wpływ warunków klimatycznych i umożliwia w ten sposób bezpośrednie porównanie z wartościami porównawczymi (niemieckiego) EnEV.

#### Sposób postępowania

Określenie parametrów wymaganych dla analizy jest stosunkowo proste. W tym celu ustala się końcowe zużycie energii badanej nieruchomości (w kWh<sub>th/el</sub>/m<sup>2</sup>\*rok) w stosunku do powierzchni użytkowej (powierzchnia podłogi netto, w skrócie: PPN) nieruchomości (w m<sup>2</sup>). Wynikiem jest wartość charakterystyczna wyrażona w „kWh<sub>th/el</sub>/rok”. Wartość charakterystyczna wskazuje więc, ile energii elektrycznej lub ciepła zużywa się na metr kwadratowy powierzchni użytkowej w ciągu roku. Ze względu na szczególne warunki klimatyczne (w Powiecie Hajnowskim jest chłodniej niż średnio w Polsce) zużycie ciepła musi być najpierw dostosowane do warunków pogodowych (por. BMWI 2015). W tym celu wykorzystuje się dane z IMGW 2017 i zużycie energii określono w odniesieniu do długoterminowej średniej pogody (1971-2000). Uwzględniono również wskaźnik pustostanów poprzez zmniejszenie powierzchni podłogi netto w zależności od stopnia wykorzystania. Ponieważ w wielu przypadkach możliwe było jedynie rejestrowanie powierzchni użytkowej brutto (GFA) zamiast NGF (powierzchnia podłogi brutto pomnożona przez liczbę kondygnacji) w ramach gromadzenia danych zostało to przekształcone w NGF przy pomocy typowych wartości charakterystycznych (por. BMWI 2015). Wartość charakterystyczna określonej nieruchomości zarejestrowanej w ten sposób może być





teraz porównana z wartościami statystycznymi podobnych nieruchomości o tym samym sposobie użytkowania.

**Tab. 12: Wyciąg z wartości porównawczych stosowanych zgodnie z BMWi**

Wartość porównawcza [w kWh <sub>el</sub> /th/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *rok]	Budynki administracyjne normalne techniczne	Szkoły < 3.500 m <sup>2</sup> PPN	Szkoły > 3.500 m <sup>2</sup> PPN	Przedszkola	Budynki wystawienne	Świetlice	Budynki imprezowe
<b>Ciepło</b>	80	105	90	110	75	135	110
<b>Prąd</b>	20	10	10	20	40	30	40

(ŹRÓDŁO: BMWi 2015; PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Jeżeli znane było tylko jedno zużycie energii dla kilku budynków wspólnie połączonej przestrzenie nieruchomości z mniej więcej tym samym rokiem budowy, to budynki te zostały połączone. Wartością porównawczą było wówczas wykorzystanie, które dominuje w połączonej nieruchomości. Jeżeli jednak znane było wspólne zużycie niespójnych budynków w różnych miejscach, to nie można było przeprowadzić analizy porównawczej. Ponadto analiza może być przeprowadzona tylko wtedy, gdy dostępne są miarodajne dane porównawcze. W przypadku budynków technicznych, takich jak wodociągi czy oczyszczalnie ścieków, które są indywidualnie dostosowywane do warunków lokalnych, analiza nie ma sensu.

Poniższe tabele przedstawiają wyniki analizy zarówno dla sektora ciepła, jak i energii elektrycznej. Oprócz średniego skorygowanego pogodowo końcowego zużycia energii w latach 2013-2015 oraz określonego lub obliczonego PPN, jako wynik centralny podany jest specyficzny parametr zużycia energii. Zestawia się go z wartością porównawczą. Ponadto podane zostały krótkie informacje na temat przeprowadzonych środków modernizacyjnych, które zostały już podjęte. Szczególnie wysokie zużycie energii końcowej jest oznaczone kolorami. W tym kontekście jasne kolory wskazują konkretne wartości zużycia, które są zbliżone do wartości porównawczej. Im bardziej ciemnozielone staje się oznakowanie, tym lepiej, im bardziej ciemnoczerwone staje się oznakowanie, tym gorsze są specyficzne wartości zużycia w stosunku do wartości porównawczej.

**Tab. 13: Kolorowe oznakowanie specyficznego parametru zużycia jako funkcja stosunku do wartości porównawczej**

≤ 50 %	> 50 % - 80 %	> 80 % - 100 %	> 100 % - 120 %	> 120 % - 200 %	> 200 % - 300 %	> 300 % - 400 %	> 400 %
--------	------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

**Wskazówka:** Nie wszystkie zużycia wszystkich nieruchomości można było zarejestrować i poddać analizie porównawczej. Przyczyny brakujących danych dotyczących zużycia energii cieplnej lub elektrycznej mogą być różnorodne. Z jednej strony może być tak, że gmina podaje jedynie całkowite zużycie energii dla kilku budynków, ale nie można go przyporządkować do poszczególnych budynków. Ponadto możliwe jest, że budynek został poddany w ramach ostatniego programu inwestycyjnego energetycznej modernizacji i w związku z tym nie było dostępne bieżące zużycie energii. W niektórych przypadkach jednak nawet po wielokrotnych zapytaniach nie dostarczono żadnych informacji. Dotyczy to danych zużycia i powierzchni referencyjnych albo też danych całych nieruchomości.



Ciepło

Wiele budynków w Powiecie Hajnowskim zostało w ostatnich latach energetycznie zmodernizowanych. Niemniej jednak niektóre budynki nadal wykazują wyraźnie wysokie wartości zużycia.

Tab. 14: Analiza budynków w obszarze ciepła

Nieruchomość komunalna	Średnie zużycie skorygowane o pogodę w latach 2013-2015 [w kWh <sub>th</sub> /rok]	Powierzchnia podłogi netto (Dane lub obliczone na podstawie powierzchni budynku brutto)	Specyficzna wartość charakterystyczna dla energii cieplnej	Wartość porównawcza [w kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> *rok]	Relacja Specyficznej wartości / Wartości porównawczej	Zmodernizowany energetycznie w ramach programu inwestycyjnego (przed 2016)?
<b>Białowieża</b>						
Ochotnicza Straż Pożarna Sportowa 12	82.009	390	<b>210</b>	100	<b>210 %</b>	nie
Szkoła i Przedszkole Waszkiewicza 2	781.241	5.938	<b>132</b>	90	<b>146 %</b>	b.d.
Przedszkole Sportowa 10	155.910	794	<b>196</b>	110	<b>179 %</b>	b.d.
Gminny Ośrodek Zdrowia Puszczańska	45.070	305	<b>148</b>	250	<b>59 %</b>	b.d.
<b>Czeremcha</b>						
Urząd Gminy Duboisia 14	76.915	605	<b>127</b>	80	<b>159 %</b>	tak
Gminny Ośrodek Kultury 1-go Maja 77	81.303	917	<b>89</b>	80	<b>111 %</b>	tak
Przedszkole/Szkoła Podstawowa/Sala gimnastyczna Szkolna 2	602.438	1.965	<b>307</b>	90	<b>341 %</b>	nie
Gimnazjum Duboisia 12	323.463	632	<b>512</b>	105	<b>488 %</b>	nie
Świetlica wiejska Opaka Duża	b.d.	49	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Kuzawa	b.d.	b.d.	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Wólka Terechowska	b.d.	56	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Bobrówka	b.d.	110	-	135	-	tak
Świetlica wiejska ul. Fabryczna 9	b.d.	b.d.	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Stawiszcze	b.d.	118	-	135	-	tak
<b>Czyże</b>						
Szkoła Czyże 64	106.365	1.200	<b>89</b>	105	<b>85 %</b>	nie
Urząd Gminy Czyże 98; Czyże 106	137.469	963	<b>143</b>	80	<b>178 %</b>	nie
Ochotnicza Straż Pożarna, Świetlica wiejska Czyże 102	4.553	221	<b>21</b>	100	<b>21 %</b>	tak
Świetlica wiejska Kamień 27	2.066	131	<b>16</b>	135	<b>12 %</b>	tak
Świetlica wiejska Kojły 25	3.795	124	<b>31</b>	135	<b>23 %</b>	tak
Straż Pożarna, Świetlica wiejska Klejniki 51	24.972	299	<b>84</b>	100	<b>84 %</b>	tak
Świetlica wiejska Kuraszewo 14A	5.969	223	<b>27</b>	135	<b>20 %</b>	tak
Świetlica wiejska Morze 63	3.795	69	<b>55</b>	135	<b>41 %</b>	tak
Świetlica wiejska Osówka 48	2.066	100	<b>21</b>	135	<b>15 %</b>	tak
Świetlica wiejska Szostakowo 13A	475	160	<b>3</b>	135	<b>2 %</b>	tak



Świetlica wiejska Zbucz 65	2.066	62	33	135	25 %	tak
<b>Dubicze Cerkiewne</b>						
Urząd Gminy -Kompleks ul. Główna 65+63+67	228.612	1.403	163	80	204 %	tak
Szkoła ul. Parkowa 30	311.949	1.822	171	90	190 %	tak
Blok mieszkalny ul. Główna 1A	156.571	457	343	65	527 %	tak
Weterynaria ul. Główna 1	b.d.	469	-	70	-	tak
Świetlica wiejska Czechy Orlańskie 47	b.d.	88	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Grabowiec 58	b.d.	248	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Istok 32	b.d.	77	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Jagodniki 18A	b.d.	144	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Witowo 12	b.d.	100	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Jelonka 27	b.d.	122	-	135	-	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Koryciski 36	b.d.	132	-	100	-	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Stary Kornin 62	62.063	213	296	100	296 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Werstok 12	b.d.	86	-	100	-	tak
Świetlica wiejska Wojnowka 34	b.d.	182	-	135	-	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Tofiłowce 49	b.d.	132	-	100	-	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Bachmatówka"	b.d.	208	-	70	-	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Maciejówka"	b.d.	44	-	70	-	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Dworek"	b.d.	108	-	70	-	tak
<b>Hajnówka Gmina</b>						
Szkoła Dubiny, ul. Główna 1 B	441.813	3.131	141	90	157 %	nie
Szkoła Nowokornino 147	214.513	853	252	105	240 %	nie
Szkoła Orzeszkowo 2	156.216	627	249	105	237 %	nie
Centrum Etnograficzno -Ekumeniczne Dubiny, ul. Szkolna 1	b.d.	397	-	90	-	tak
Gminny Ośrodek Kultury Dubiny, ul. Główna 116	b.d.	231	-	135	-	tak
Gminny Ośrodek Zdrowia Nowoberezowo 82	20.565	73	282	250	113 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Mochnate 58	b.d.	514	-	135	-	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Nowokornino 33	b.d.	129	-	135	-	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Orzeszkowo 25	b.d.	243	-	135	-	nie
Dorfgemeinschaftsraum Nowosady 114	b.d.	110	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Borysówka 34	b.d.	k.A.	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Rzepiska 45	b.d.	114	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Kotówka 11	b.d.	103	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Trywieża 60	b.d.	142	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Nowoberezowo 86	6.348	250	25	135	19 %	tak
Świetlica wiejska Dubicze Osoczne 46	b.d.	b.d.	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Stare Berezowo 40	b.d.	395	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Chytra 11	b.d.	304	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Lipiny 48	b.d.	71	-	135	-	tak
Świetlica wiejska Borek 13	b.d.	83	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Pasieczniki Duże 24	b.d.	218	-	135	-	nie
Świetlica wiejska Czyżyki 9	b.d.	241	-	135	-	tak
Urząd Gminy Ul. A. Zina 1	20.501	b.d.	-	80	-	b.d.
<b>Hajnówka Miasto</b>						
*Urząd Miasta Ul. A. Zina 1	60.165	b.d.	-	80		b.d.
*Przedszkole Ul. Warszawska 2	50.291	628	80	110	73 %	b.d.
*Policja Ul. A. Krajowej 1	115.274	1.984	58	80	73 %	b.d.
* Przedszkole Ul. Jagiełły 7	61.888	619	100	110	91 %	tak
* Przedszkole Ul. A. Krajowej 24	127.333	991	129	110	117 %	b.d.



* Przedszkole Ul. Reja 2	60.756	808	75	110	68 %	b.d.
* Muzeum i Ośrodek Kultury Białoruskiej Ul. 3 Maja 42	79.696	698	115	75	153 %	b.d.
* Zakład Gospodarki Mieszkaniowej Piłsudskiego 1	119.435	1.485	80	110	73 %	b.d.
* Zakład Gospodarki Mieszkaniowej Ul. Parkowa 6	52.800	571	92	80	116 %	b.d.
* Przedszkole Ul. Rzeczna 3	68.115	683	100	110	91 %	b.d.
* Szkoła Podstawowa Ul. Nowowarszawska 20	398.391	4.613	86	105	82 %	b.d.
* Szkoła Podstawowa ul. Działowa 1	b.d.	b.d.	-	105	-	b.d.
* Szkoła Podstawowa Walerego Wróblewskiego 2	1.219.855	4.115	296	90	329 %	tak
* Park Wodny ul. 3 Maja 50	1.207.930	2.640	458	425	108 %	nie
Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Słowackiego 29	112.066	1.050	107	85	126 %	tak
Stacja uzdatniania wody Białostocka 112	78.589	590	133	85	157 %	tak
*) Zużycia energii 2014-2016						
<b>Powiat Hajnowski</b>						
SPZOZ ul. Dowgirda 9	5.078.684	22.284	228	250	91 %	tak
Zakład Pielęgnacyjno – Opiekuńczy ul. 11 Listopada 20	153.227	758	202	135	150 %	tak
Przychodnia ul. Piłsudskiego 10	456.531	3.240	141	250	56 %	tak
Gminny Ośrodek Zdrowia w Białowieży	51.321	336	153	250	61 %	tak
Gminny Ośrodek Zdrowia w Narwi	76.215	529	144	250	58 %	tak
Zespół Szkół z DNJB ul. J.Piłsudskiego 3	590.464	7.108	83	90	92 %	b.d.
Zespół Szkół Zawodowych ul. 3 Maja 25	906.080	4.567	198	90	220 %	tak
Powiatowy Urząd Pracy ul. Piłsudskiego 10a	90.549	512	177	80	221 %	nie
Poradnia Psychologiczno – Pedagogiczna ul. Piłsudskiego 10a	64.175	395	163	80	203 %	nie
PCPR ul. Piłsudskiego 10a	34.073	1.066	32	80	40 %	nie
Dom Pomocy Społecznej w Białowieży ul. Centura 2	471.937	3.379	140	105	133 %	tak
KP PSP ul. 11 Listopada 4	150.748	2.422	62	100	62 %	tak
Jednostka Ratowniczo- Gaśnicza w Hajnówce Boczna 14	85.965	688	125	100	125 %	tak
Dom Dziecka w Białowieży Parkowa 2	210.101	753	279	65	429 %	nie
Środowiskowy Dom Samopomocy Ptaszyńskiego 14	90.114	506	178	110	208 %	nie
Zespół Szkół Ogólnokształcących ul. Piłsudskiego 7	344.590	19.258	18	90	20 %	tak
Specjalny Ośrodek Szkolno – Wychowawczy ul. 3 Maja 27	167.043	891	187	90	208 %	tak
Mieszkania treningowe ul. 3 Maja 21	b.d.	76	-	65	-	tak
Budynek mieszkalny (niewykorzystywany ) b.d	b.d.	123	-	70	-	nie
Starostwo Powiatowe w Hajnówce Ul. A. Zina 1	113.411	b.d.	-	80	-	b.d.
<b>Kleszczele</b>						
Budynek administracyjny 1 Maja 4	44.756	237	189	80	236 %	tak
Budynek administracyjny 1 Maja 10	41.943	209	201	80	251 %	nie
Rehabilitacja Nowa 2	41.116	182	226	135	167 %	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Kolejowa 16	133.941	k.A.	-	100	-	
Gminny Ośrodek Zdrowia Plac Parkowy 9	72.394	298	243	250	97 %	nie
Budynek socjalny Zalew Repczyce	5.543	157	35	105	34 %	nie
Szkoła; sala gimnastyczna Plac Parkowy 4	331.486	3.224	103	105	98 %	nie
MOKSiR 1 Maja 19	85.979	542	159	65	244 %	tak
Boisko ORLIK 1 Maja 19	2.053	66	31	135	23 %	nie



Narew						
**Szkoła, sala gimnastyczna Mickiewicza	1.759.908	6.867	256	90	285 %	nie
**Urząd Gminy, Gminny Ośrodek Kultury Mickiewicza	1.831.576	5.616	326	80	408 %	nie
Biblioteka Mickiewicza	51.584	800	64	55	117 %	nie
Biblioteka Trześcianka	81.390	1.100	74	55	135 %	tak

\*\*) Powierzchnia i zapotrzebowanie na energię grzewczą wraz z podłączonymi budynkami mieszkalnymi.  
Wartość porównawcza dla badanych budynków niemieszkalnych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018 NA BAZIE DANYCH Z GMIN 2015/2016)

### Energia elektryczna

Poniższa tabela przedstawia wyniki analizy w sektorze energii elektrycznej. Podczas gdy w sektorze ogrzewania budynków mieszkalnych możliwe jest porównanie z budynkami efektywnymi energetycznie, to nie można wyznaczyć punktu odniesienia dla zużycia energii elektrycznej, ponieważ może się ono znacznie różnić w zależności od jednostki.

Tab. 15: Analiza budynków w sektorze energii elektrycznej

Nieruchomość komunalna	Średnie, dostosowane do pogody zużycie w latach 2013-2015 [w kWh <sub>el</sub> /rok]	Powierzchnia podłogi netto (Dane lub obliczone na podstawie powierzchni brutto)	Specyficzna wartość dla energii grzewczej [w kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> *rok]	Wartość porównawcza [w kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> *rok]	Relacja Specyficznej wartości/Wartości porównawczej	Zmodernizowany energetycznie w ramach programu inwestycyjnego (przed 2016)?
<b>Białowieża</b>						
Ochotnicza Straż Pożarna Sportowa 12	b.d.	390	-	20	-	Nie
Szkoła i Przedszkole Waszkiewicza 2	b.d.	5.938	-	10	-	b.d.
Przedszkole Sportowa 10	b.d.	794	-	20	-	b.d.
Gminny Ośrodek Zdrowia Puszczańska	b.d.	305	-	125	-	b.d.
<b>Czeremcha</b>						
Urząd Gminy Dubois 14	9.507	605	16	20	79 %	tak
Gminny Ośrodek Kultury 1-go Maja 77	17.668	917	19	20	96 %	tak
Przedszkole/Szkoła Podstawowa/Sala gimnastyczna Szkolna 2	35.689	1.965	18	10	182 %	nie
Gymnasium Dubois 12	6.707	632	11	10	106 %	nie
Świetlica wiejska Opaka Duża	39	49	1	30	3 %	nie
Świetlica wiejska Kuzawa	209	b.d.	-	30	-	nie
Świetlica wiejska Wólka Terechowska	290	56	5	30	17 %	nie
Świetlica wiejska Bobrówka	781	110	7	30	24 %	tak
Świetlica wiejska ul. Fabryczna 9	2.097	b.d.	-	30	-	tak
Świetlica wiejska Stawiszcze	359	118	3	30	10 %	tak



<b>Czyże</b>						
Szkoła Czyże 64	26.732	1.200	22	10	223 %	nie
Urząd Gminy Czyże 98; Czyże 106	15.639	963	16	20	81 %	nie
Ochotnicza Straż Pożarna, Świelica wiejska Czyże 102	4.682	221	21	20	106 %	tak
Świelica wiejska Kamień 27	47	131	0	30	1 %	tak
Świelica wiejska Kojły 25	691	124	6	30	19 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna, Świelica wiejska Klejniki 51	2.687	299	9	20	45 %	tak
Świelica wiejska Kuraszewo 14A	1.587	223	7	30	24 %	tak
Świelica wiejska Morze 63	109	69	2	30	5 %	tak
Świelica wiejska Osówka 48	117	100	1	30	4 %	tak
Świelica wiejska Szostakowo 13A	24	160	0	30	0 %	tak
Świelica wiejska Zbucz 65	102	62	2	30	6 %	tak
<b>Dubicze Cerkiewne</b>						
Urząd Gminy -Kompleks ul. Główna 65+63+67	24.076	1.403	17	20	86 %	tak
Szkoła ul. Parkowa 30	16.232	1.822	9	10	89 %	tak
Blok mieszkalny ul. Główna 1A	2.515	457	6	-	-	tak
Weterynaria ul. Główna 1	8.891	469	19	-	-	tak
Świelica wiejska Czechy Orlańskie 47	29	88	0	30	1 %	tak
Świelica wiejska Grabowiec 58	2.396	248	10	30	32 %	tak
Świelica wiejska Istok 32	401	77	5	30	17 %	tak
Świelica wiejska Jagodniki 18A	277	144	2	30	6 %	nie
Świelica wiejska Witowo 12	268	100	3	30	9 %	tak
Świelica wiejska Jelonka 27	167	122	1	30	5 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Koryciski 36	1.585	132	12	20	60 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Stary Kornin 62	1.607	213	8	20	38 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Werstok 12	761	86	9	20	44 %	tak
Świelica wiejska Wojnówka 34	39	182	0	30	1 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Tofiłowce 49	2.620	132	20	20	99 %	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Bachmatówka"	3.065	208	15	-	-	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Maciejówka"	4.824	44	110	-	-	tak
Ośrodek wypoczynkowy "Dworek"	k.A.	108	-	-	-	tak
<b>Hajnówka Gmina</b>						
Szkoła Dubiny, ul. Główna 1 B	52.461	3.131	17	10	168 %	nie
Szkoła Nowokornino 147	8.831	853	10	10	104 %	nie
Szkoła Orzeszkowo 2	10.078	627	16	10	161 %	nie
Centrum Etnograficzno -Ekumeniczne Dubiny, ul. Szkolna 1	9.684	397	24	20	122 %	tak
Gminny Ośrodek Kultury entrum Dubiny, ul. Główna 116	8.317	231	36	30	120 %	
Gminny Ośrodek Zdrowia um Nowoberezowo 82	1.735	73	24	125	19 %	tak
Ochotnicza Straż Pożarna Mochate 58	7.774	514	15	30	50 %	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Nowokornino 33	3.744	129	29	30	97 %	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Orzeszkowo 25	4.793	243	20	30	66 %	nie
Świelica wiejska Nowosady 114	4.636	110	42	30	140 %	tak
Świelica wiejska Borysówka 34	279	b.d.	-	30	-	nie
Świelica wiejska Rzepiska 45	51	114	0	30	1 %	nie
Świelica wiejska Kotówka 11	55	103	1	30	2 %	nie
Świelica wiejska Trywieża 60	316	142	2	30	7 %	nie
Świelica wiejska Nowoberezowo 86	11.821	250	47	30	158 %	tak
Świelica wiejska Dubicze Osoczne 46	b.d.	b.d.	-	30	-	nie
Świelica wiejska Stare Berezowo 40	2.363	395	6	30	20 %	tak



Świetlica wiejska Chytra 11	2.338	304	8	30	26 %	nie
Świetlica wiejska Lipiny 48	3.634	71	51	30	170 %	tak
Świetlica wiejska Borek 13	115	83	1	30	5 %	nie
Świetlica wiejska Pasieczniki Duże 24	149	218	1	30	2 %	nie
Świetlica wiejska Czyżyki 9	326	241	1	30	5 %	tak
Urząd Gminy Ul. A. Zina 1	b.d.	b.d.	-	20	-	b.d.
<b>Hajnowka Miasto</b>						
* Urząd Miasta Ul. A. Zina 1	b.d.	b.d.	-	20	-	b.d.
*Przedszkole Ul. Warszawska 2	15.098	628	24	20	120 %	b.d.
*Policja Ul. A. Krajowej 1	b.d.	1.984	-	20	-	b.d.
* Przedszkole Ul. Jagiełły 7	9.944	619	16	20	80 %	tak
* Przedszkole Ul. A. Krajowej 24	b.d.	991	-	20	-	b.d.
* Przedszkole Ul. Reja 2	b.d.	808	-	20	-	b.d.
* Muzeum i Ośrodek Kultury Białoruskiej Ul. 3 Maja 42	b.d.	698	-	40	-	b.d.
* Zakład Gospodarki Mieszkaniowej Piłsudskiego 1	b.d.	1.485	-	20	-	b.d.
* Zakład Gospodarki Mieszkaniowej Ul. Parkowa 6	b.d.	571	-	20	-	b.d.
* Przedszkole Ul. Rzeczna 3	b.d.	683	-	20	-	b.d.
*Szkoła Podstawowa Ul. Nowowarszawska 20	b.d.	4.613	-	10	-	b.d.
* Szkoła Podstawowa ul. Działowa 1	b.d.	b.d.	-	10	-	b.d.
* Szkoła Podstawowa Walerego Wróblewskiego 2	88.332	4.115	21	10	215 %	tak
Park Wodny ul. 3 Maja 50	549.333	2.640	208	155	134 %	nie
Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Słowackiego 29	-	1.050	-	40	-	tak
Stacja uzdatniania wody Białostocka 112	-	590	-	40	-	tak
*)Zużycia energii 2014-2016						
<b>Powiat Hajnowski</b>						
SPZOZ ul. Dowgirda 9	1.053.575	22.284	47	125	38 %	tak
Zakład Pielęgnacyjno – Opiekuńczy ul. 11 Listopada 20	16.852	758	22	50	44 %	tak
Przychodnia ul. Piłsudskiego 10	48.647	3.240	15	125	12 %	tak
Gminny Ośrodek Zdrowia w Białowieży	2.914	336	9	125	7 %	tak
Gminny Ośrodek Zdrowia w Narwi	2.187	529	4	125	3 %	tak
Zespół Szkół z DNJB ul. J.Piłsudskiego 3	84.895	7.108	12	10	119 %	b.d.
Zespół Szkół Zawodowych ul. 3 Maja 25	74.050	4.567	16	10	162 %	tak
Urząd Pracy ul. Piłsudskiego 10a	17.599	512	34	20	172 %	nie
Poradnia Psychologiczno – Pedagogiczna ul. Piłsudskiego 10a	2.485	395	6	20	31 %	nie
PCPR ul. Piłsudskiego 10a	5.781	1.066	5	20	27 %	nie
Dom Pomocy Społecznej w Białowieży ul. Centura 2	98.177	3.379	29	20	145 %	tak
KP PSP ul. 11 Listopada 4	42.933	2.422	18	20	89 %	tak
Jednostka Ratowniczo- Gaśnicza w Hajnowce Boczna 14	14.966	688	22	20	109 %	tak
Dom Dziecka w Białowieży Parkowa 2	32.246	753	43	-	-	nie
Środowiskowy Dom Samopomocy Ptaszyńskiego 14	7.104	506	14	40	35 %	nie
Zespół Szkół Ogólnokształcących Piłsudskiego 7	22.459	19.258	1	10	12 %	tak
Specjalny Ośrodek Szkolno – Wychowawczy ul. 3 Maja 27	11.690	891	13	10	131 %	tak
Mieszkania treningowe ul. 3 Maja 21	b.d.	76	-	-	-	tak
Budynek mieszkalny (niewykorzystywany ) b.d.	b.d.	123	-	-	-	nie



Starostwo Powiatowe w Hajnówce Ul. A. Zina 1	b.d.	b.d.	-	20	-	b.d.
<b>Kleszczele</b>						
Budynek administracyjny 1 Maja 4	7.454	237	31	20	157 %	tak
e Budynek administracyjny 1 Maja 10	4.905	209	23	20	117 %	nie
Rehabilitacja Nowa 2	643	182	4	50	7 %	nie
Ochotnicza Straż Pożarna Kolejowa 16	4.766	b.d.	-	20	-	
Gminny Ośrodek Zdrowia Plac Parkowy 9	k.A.	298	0	125	0 %	nie
Budynek socjalny Zalew Repczyce	k.A.	157	0	20	0 %	nie
Szkoła; sala gimnastyczna Plac Parkowy 4	37.182	3.224	12	10	115 %	nie
MOKSiR 1 Maja 19	7.775	542	14	20	72 %	tak
Boisko ORLIK 1 Maja 19	1.593	66	24	30	81 %	nie
<b>Narew</b>						
Szkoła, sala gimnastyczna Mickiewicza	62.222	5.478	11	10	114 %	nie
Urząd Gminy, Gminny Ośrodek Kultury Mickiewicza	50.564	1.033	49	20	245 %	nie
Biblioteka Mickiewicza	7.902	800	10	40	25 %	nie
Bibliothek Trześcianka	1.800	1.100	2	40	4 %	tak

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018 NA BAZIE DANYCH PODANYCH PRZEZ SAMORZĄDY 2015/2016)

### Potencjał oszczędności w dziedzinie energii elektrycznej i ciepłej

Potencjał oszczędności może być bardzo wysoki w zależności od budynku. Wzorzec odniesienia dostarczył wstępnych wskazówek co do tego, gdzie można założyć większy potencjał oszczędności.

Szczególnie w przypadku budynków zaznaczonych na **czerrwonawo**, które zużywają wielokrotnie więcej energii niż porównawcza wartość energii końcowej, istnieje - jeśli wszystkie dane są prawidłowe - zazwyczaj większy potencjał oszczędności. Ale nawet budynki zaznaczone na **pomarańczowo**, które pochłaniają prawie tyle samo energii końcowej, ile wartość porównawcza, mają często jeszcze większy potencjał oszczędności. Fakt, że taki potencjał oszczędności jest również możliwy w przypadku budynków oznaczonych kolorem pomarańczowym o zużyciu mniej więcej równym wartości porównawczej, pokazują wszystkie budynki oznaczone kolorem **zielonym**, ponieważ zużywają one już znacznie mniej energii końcowej niż zastosowana wartość porównawcza. Wartość porównawcza nie jest zatem wartością docelową, która wskazuje na bardzo dobre zużycie, lecz jedynie przybliżoną średnią wartością, która w wielu przypadkach może być znacznie niższa od wartości docelowej przy zastosowaniu odpowiednich środków zaradczych.

Potencjał oszczędności można osiągnąć poprzez energetyczną renowację przegród zewnętrznych budynku, bardziej efektywną inżynierię systemów lub poprzez przeszkolenych użytkowników (por. uwagi na temat potencjału oszczędności dla prywatnych budynków mieszkalnych w rozdziale 6.1.1.1). Ponadto wiele można zaoszczędzić w zakresie prądu, w szczególności dzięki szczególnie energooszczędnemu oświetleniu opartemu na diodach LED, a także dzięki inteligentnej technologii sterowania (np. sterowanie obecnością i/lub oświetleniem dziennym).

Oprócz zaznaczonych na **czerrwonawo** budynków, wyróżnić można łącznie 44 budynki, które ze względu na brak informacji nie mogły zostać poddane analizie w sektorze ciepłowniczym.

Doświadczenie pokazało, że początkowe oszczędności można już osiągnąć poprzez ukierunkowane zarządzanie energią, w którym zużycie energii jest dokumentowane, oceniane i porównywane z identycznymi budynkami. W wielu przypadkach wiedza lokalnych użytkowników o rejestrowaniu zużycia energii w innych miejscach prowadzi jedynie do kontrolowanych efektów oszczędności („Kto





oszczędza energię, jeśli nikt jej i tak nie kontroluje?"). Dokumentacja zużycia różnych budynków rozwiązałaby ten problem. Ponadto konieczne jest oddzielne rejestrowanie zużycia energii dla nieruchomości składających się z kilku budynków z tym samym systemem ogrzewania. Nawet jeśli połączone budynki mają ten sam rok budowy i ten sam stan budowlany, ale punktowe wady w jednym budynku mogą prowadzić do sytuacji, w której pozostałe budynki są w zasadzie bez zarzutu, a jeden budynek potrzebuje zdecydowanie za dużo energii końcowej. W przedstawieniu podsumowującym ubytek ten ginie. Tego problemu można uniknąć poprzez stosunkowo niedrogą instalację ciepłomierzy. Tylko w ten sposób można określić potencjał oszczędnościowy budynku w przypadku bardziej złożonych nieruchomości.

W celu ilościowego określenia potencjału oszczędności zakłada się, że wszystkie nieruchomości mogą być remontowane w długim okresie czasu (horyzont czasowy do 2050 r. ) do co najmniej 75 % wartości porównawczej stosowanej obecnie (również ta wartość została w ostatnich latach w odpowiednich źródłach skorygowana w dół i prawdopodobnie w przyszłości nadal będzie podlegała temu rozwojowi). Budynki, które już teraz mają wartość zużycia mniejszą niż 75 % wartości porównawczej, nie mają w niniejszej analizie żadnego dalszego potencjału remontowego. Istniejący potencjał oszczędności jest zatem następujący:

Tab. 16: Podsumowanie potencjału oszczędnościowego nieruchomości komunalnych

Samorząd	Sektor ciepłowniczy (w MWh <sub>th</sub> /rok)				Sektor energii elektrycznej (w MWh <sub>el</sub> /rok)			
	Aktualne zużycie ciepła *	Zużycie przy minimum 75% wartości porównawczej	Teoretyczny potencjał oszczędności		Aktualne zużycie energii elektrycznej **	Zużycie przy minimum 75% wartości porównawczej	Teoretyczny potencjał oszczędności	
Białowieża	1.487	963	524	35 %	***100	91	9	10 %
Czeremcha	2.531	1.720	810	32 %	138	110	27	20 %
Czyże	411	316	94	23 %	106	85	20	19 %
Dubicze C.	674	159	514	76 %	69	63	6	9 %
Hajnówka G.	2.190	1.699	492	22 %	341	283	58	17 %
Hajnówka M.	15.083	11.055	4.027	27 %	2.244	1.794	450	20 %
Kleszczele	926	556	370	40 %	71	53	19	26 %
Narew	1.938	599	1.339	69 %	122	111	11	9 %
Narewka	1.367	1.025	342	25 %	***100	75	25	25 %
<b>Suma</b>	<b>26.606</b>	<b>18.092</b>	<b>8.512</b>	<b>32 %</b>	<b>3.291</b>	<b>2.665</b>	<b>625</b>	<b>19 %</b>

\*) Zużycie wszystkich samorządowych nieruchomości na obszarze gmin. Nieruchomości Powiatu Hajnowskiego ujęte są odpowiednio do ich położenia w gminach.

\*\*) Bez zużycia energii elektrycznej na oświetlenie ulic i infrastrukturę oczyszczalni.

\*\*\*) Zużycie opiera się w dużym stopniu na oszacowaniach. Rzeczywiste zużycie może się mocno odbiegać. Potencjał oszczędnościowy obliczony również na tej podstawie.

**Wskazówka:** Suma zużycia bieżącego podana w tabeli 16 tylko częściowo odzwierciedla sumę zużycia podaną w tabelach 14 i 15. Tabela 16 pokazuje również budynki komunalne nie wymienione przez gminy, których zapotrzebowanie na ciepło określone jest w katastrze ciepła. Ze względów metodologicznych ich potencjał oszczędności nie jest uwzględniany w prezentowanych obliczeniach. Rzeczywisty potencjał oszczędności we wszystkich samorządach jest zatem prawdopodobnie znacznie większy! Ponadto zostały statystycznie i z pomocą wyżej wymienionych kluczowych danych liczbowych wyliczone zużycia niesamorządowe, które mogły zostać włączone do analizy ze względu na zamazany zakres (np. zużycie podłączonych budynków mieszkalnych).

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przy tych założeniach można zaoszczędzić łącznie ponad 8.512 MWh<sub>th</sub>/rok ciepła i ponad 625 MWh<sub>el</sub>/rok energii elektrycznej. Gdyby oszczędności te zostały zrealizowane, oznaczałoby to, że po stronie cieplnej do ok. 1.200 ton węgla, które trzeba zakupić za ok. 700 tys. zł rocznie, nie byłoby już potrzebne. Ponieważ potencjał oszczędności dotyczy tylko kilku budynków (wiele z nich zostało już wyremontowanych pod kątem efektywności energetycznej lub ma bardzo niskie zużycie energii),



potencjał ten można również wykorzystać w sposób bardzo ukierunkowany. Ponadto, oszczędzając 625 MWh<sub>el</sub>/rok w cenie 0,60 PLN/kWh<sub>el</sub>, można zaoszczędzić łącznie do ok. 375.000 PLN rocznie.

Ponieważ modernizacja energetyczna zazwyczaj dotyczy nie tylko przegród zewnętrznych budynku, ale również technologii instalacji, nie można stwierdzić, czy istnieje potencjał oszczędności energii pierwotnej, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń. W tym celu należy przyjąć odpowiednie założenia w dwóch scenariuszach (por. rozdział 8). W zasadzie jednak, gdyby technologia systemu i pochodzenie energii elektrycznej pozostały niezmienione, wszystkie wymienione parametry zostałyby zredukowane, podobnie jak końcowe zużycie energii. Remonty w sektorze ciepłowniczym mogłyby zatem zaoszczędzić około 32 % zużycia energii pierwotnej, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń oraz około 19 % wyżej wymienionych parametrów w sektorze energii elektrycznej.

### 6.1.2.2 Mobilność

Teoretycznie gminy mogą zaoszczędzić około 50-80 % energii końcowej potrzebnej dla niektórych pojazdów (w zależności od wieku pojazdu) poprzez przejście na elektromobilność (por. uwagi na temat potencjału samochodów prywatnych w rozdziale 6.1.1.2). Podczas gdy wiele modeli pojazdów na rynku posiada już odpowiedniki z silnikami elektrycznymi, możliwe jest jednak, że nie istnieją one dla pojazdów o określonych celach. Typowymi przykładami są pojazdy pożarnicze, inne pojazdy służb ratowniczych lub specjalne wyposażenie. W dziedzinie transportu samochodów osobowych, ciężarowych (wywrotki, wywóz śmieci) lub transportu pasażerskiego (np. autobusy szkolne) nic nie stoi na przeszkodzie, aby przejść na elektromobilność. Potencjał oszczędności kształtuje się następująco:

Tab. 17: Potencjał oszczędności dla pojazdów komunalnych

Samorząd	Sumaryczny kilometr* metraż*	Może być zastąpiony przez pojazdy elektryczne			
		Kilometr pojazdów, które nadają się do zastąpienia	Zużycie energii końcowej dzisiaj	Zużycie energii końcowej w elektromobilności	Potencjał oszczędnościowy
Białowieża	91.266 km/rok	73.180 km/ rok	223.222 kWh <sub>th</sub>	91.846 kWh <sub>el</sub>	131.376 kWh
Czeremcha	102.955 km/rok	34.400 km/ rok	46.364 kWh <sub>th</sub>	17.592 kWh <sub>el</sub>	28.772 kWh
Czyże	40.050 km/ rok	0 km/ rok	1.070 kWh <sub>th</sub>	500 kWh <sub>el</sub>	570 kWh
Dubicze C.	32.843 km/ rok	27.150 km/ rok	19.999 kWh <sub>th</sub>	5.766 kWh <sub>el</sub>	14.233 kWh
Hajnówka G.	60.165 km/ rok	39.500 km/ rok	28.440 kWh <sub>th</sub>	8.272 kWh <sub>el</sub>	20.168 kWh
Hajnówka M.	902.878 km/ rok	159.869 km/ rok	448.936 kWh <sub>th</sub>	191.522 kWh <sub>el</sub>	257.414 kWh
Kleszczele	51.865 km/ rok	36.500 km/ rok	24.382 kWh <sub>th</sub>	6.888 kWh <sub>el</sub>	17.494 kWh
Narew	67.300 km/ rok	12.500 km / rok	43.363 kWh <sub>th</sub>	18.438 kWh <sub>el</sub>	24.926 kWh
Narewka	175.783 km/ rok	150.000 km/ rok	391.754 kWh <sub>th</sub>	159.700 kWh <sub>el</sub>	232.054 kWh
<b>Suma</b>	<b>1.525.105 km/ rok</b>	<b>533.099 km/ rok</b>	<b>1.227.530 kWh<sub>th</sub></b>	<b>500.523 kWh<sub>el</sub></b>	<b>727.007 kWh</b>
*) Może obejmować godziny pracy pojazdów specjalnych przeliczone na "przebieg w km". Zużycie paliwa w zależności do czasu pracy przeliczone wykorzystując typowe zużycie paliwa na dystans przejechany przez podobne pojazdy na "sztucznie" przejechaną odległość.					

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018 NA PODSTAWIE DANYCH Z GMIN I ANALIZY WŁASNEJ EVF 2017)

Tabela 17 w drugiej kolumnie przedstawia całkowity przebieg wszystkich pojazdów komunalnych zgłoszonych przez gminy i innych pojazdów podanych na stronach internetowych gmin lub bezpośrednio na miejscu (informacje są zatem prawdopodobnie niepełne). Kolumny od trzech do sześciu pokazują potencjał całkowitego zastąpienia się wszystkich pojazdów na elektromobilność. Z dzisiejszego punktu widzenia są to wszystkie samochody osobowe i dostawcze, ciężarówki i autobusy (szkolne i autobusy publiczne). Ich przebieg i aktualne zużycie energii końcowej podane są w trzeciej i czwartej kolumnie. Ponieważ na dzień dzisiejszy nie można przewidzieć, że na rynek wejdą



odpowiedniki oparte na silnikach elektrycznych dla ciągników specjalnych i maszyn napędzanych, odpowiadające ich przeznaczeniu, dlatego nie zostały one uwzględnione w analizie. Piąta kolumna przedstawia potencjał oszczędności w zakresie przebiegu pojazdów, które można zastąpić. Szósta kolumna przedstawia określony potencjał oszczędności dla końcowego zużycia energii.

W związku z tym potencjał oszczędności w przypadku zastąpienia pojazdów wynosi łącznie 59 %. Zamiast 1.228 MWh<sub>th</sub> (4.420 GJ) rocznie potrzebne byłoby w tym celu tylko 500 MWh<sub>el</sub> (2.617 GJ). W stosunku do całkowitego końcowego zużycia energii przez wszystkie pojazdy komunalne wynoszącego 3.029 MWh<sub>th</sub>/rok potencjał oszczędności wynosi około 24 %. Gdyby wymieniono wszystkie możliwe do zastąpienia pojazdy, zamiast 3.029 MWh<sub>th</sub>/rok wymagane byłoby jedynie 2.302 MWh<sub>th,el</sub>/rok.

### 6.1.2.3 Zaopatrzenie w wodę pitną i oczyszczanie ścieków

W obszarze zaopatrzenia w wodę pitną i oczyszczania ścieków ze względu na zastosowanie pomp, pras i mieszadeł wymagane jest czasami wysokie końcowe zużycie energii. W zasadzie nie ma tu prawie żadnych możliwości oszczędzania energii końcowej, ponieważ instalacje te w ostatnich latach zostały już na ogół skutecznie zainstalowane lub zmodernizowane.

Niemniej jednak większy potencjał oszczędności istnieje w zużyciu energii pierwotnej, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń poprzez zastąpienie energii elektrycznej pochodzącej z paliw kopalnych z sieci publicznej energią elektryczną wytwarzaną lokalnie z odnawialnych źródeł energii. Jednocześnie publiczna sieć elektryczna zostanie odciążona, co prowadzi do dalszych korzyści infrastrukturalnych.

Najprostszym sposobem na wykorzystanie potencjału oszczędności w tym obszarze jest instalacja systemów fotowoltaicznych u większych odbiorców energii elektrycznej (pompownie, oczyszczalnie ścieków, wodociągi). Doświadczenie pokazało, że w tych punktach około 20 % całkowitego końcowego zużycia energii może być ekonomicznie zapewnione przez systemy fotowoltaiczne bez wykorzystania (obecnie jeszcze droższego) magazynowania energii elektrycznej. Przy całkowitym zużyciu energii elektrycznej wynoszącym około 2.246 MWh<sub>el</sub>/rok łącznie około 450 MWh<sub>el</sub>/rok może zostać zastąpione przez energię ze źródeł odnawialnych. Potencjał oszczędności w zakresie zużycia energii pierwotnej, emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń wynosi zatem (w uproszczeniu) ok. 20 % (por. rozdział 6.2.1.4, Nadwyżki na systemach fotowoltaicznych w obiektach infrastruktury technicznej). Dzięki wykorzystaniu magazynowania energii elektrycznej wskaźnik pokrycia może teoretycznie zostać dowolnie zwiększony.

### 6.1.2.4 Oświetlenie uliczne

Oświetlenie ulic jest jednym z trzech głównych odbiorców energii w sektorze komunalnym. Z całkowitej ilości 7.590 MWh<sub>el</sub> energii elektrycznej zużywanej rocznie przez gminy 2.103 MWh<sub>el</sub> (28 %) jest potrzebne wyłącznie do oświetlenia ulic. Przy cenie energii elektrycznej około 0,25 zł za kilowatogodzinę gminy wydają prawie 500.000 zł rocznie na oświetlenie dróg w nocy.

Potencjał oszczędności dzięki zastosowaniu szczególnie energooszczędnej technologii LED jest podobnie wysoki, jak pokazano na rysunku 68 dla zastosowań prywatnych. Podczas gdy w przeszłości stosowano albo lampy o wysokim natężeniu oświetlenia oparte na oparach rtęci, albo lampy sodowe o wysokim ciśnieniu, w niektórych przypadkach zastosowanie lamp LED może zaoszczędzić ponad 80% wymaganej energii. Dzięki inteligentnemu sterowaniu mocą w zależności od zapotrzebowania, które jest możliwe tylko przy zastosowaniu żarówek LED, dodatkowy potencjał oszczędności można wykorzystać tak, aby zapotrzebowanie na prąd w punkcie świetlnym można było zmniejszyć w zależności od rzeczywistego zapotrzebowania nawet o 85 % - 95 %. Dzięki nowoczesnej technologii LED



i nowoczesnym programowalnym urządzeniem sterującym jest to możliwe nawet wtedy, gdy nie było to wcześniej brane pod uwagę przy budowie sieci energetycznej.

**Tab. 18: Potencjały oszczędności energii w przypadku technicznego zastosowania „oświetlenia ulicznego” przez diody LED**

Stary typ oświetlenia	Stosowany skrót do oznaczenia typu	Potencjał oszczędności
Lampa rtęciowa	HME - HQL - HPL	ok. 80 - 90 %
Lampa sodowa	HSE/HST - NAV - SON/SDW	ok. 70 - 80 %
Leuchtstoffröhre	T16/T26/T38 - T8/T5+L18/L36/L58 - TL	ok. 60 - 70 %
Lampa metalohalogenkowa	HIE/HIT - HQI/HCI - HPI/CDO/CDM	ok. 50 - 60 %
Świetlówka kompaktowa	TCx - DULUX L - MASTER PL	ok. 30 - 40 %

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W gminach Powiatu Hajnowskiego, w większości przypadków w chwili opracowywania niniejszej koncepcji, do oświetlenia ulic nadal stosuje się tzw. lampy sodowe. Prawie 6.250 z ok. 8.300 lamp nadal wykorzystuje tę technologię. W przypadku około 175 lamp są to nawet bardzo nieefektywne lampy rtęciowe. Tylko około 1.800 lamp jest już wyposażonych w szczególnie energooszczędną technologię LED.

Poniższa tabela przedstawia obliczony potencjał oszczędności w dziedzinie oświetlenia ulicznego w gminach:

**Tab. 19: Potencjał oszczędności dla władz samorządowych w obszarze oświetlenia ulicznego**

Gmina	Aktualne zużycie energii	Możliwe przyszłe zużycie energii dzięki zmianie na technologię LED i inteligentne sterowanie	Potencjał oszczędności	
			całkowity	względny
Białowieża	54.200 kWh <sub>el</sub> /rok	54.200 kWh <sub>el</sub> /rok	0 kWh <sub>el</sub> /rok	0%
Czeremcha	131.444 kWh <sub>el</sub> /rok	47.126 kWh <sub>el</sub> /rok	84.318 kWh <sub>el</sub> /rok	64%
Czyże	99.588 kWh <sub>el</sub> /rok	30.596 kWh <sub>el</sub> /rok	68.992 kWh <sub>el</sub> /rok	69%
Dubicze Cerkiewne	61.830 kWh <sub>el</sub> /rok	19.436 kWh <sub>el</sub> /rok	42.394 kWh <sub>el</sub> /rok	69%
Hajnówka Gmina	118.816 kWh <sub>el</sub> /rok	34.193 kWh <sub>el</sub> /rok	84.623 kWh <sub>el</sub> /rok	71%
Hajnówka Miasto*	733.728 kWh <sub>el</sub> /rok	231.118 kWh <sub>el</sub> /rok	502.610 kWh <sub>el</sub> /rok	69%
Kleszczele	111.207 kWh <sub>el</sub> /rok	29.541 kWh <sub>el</sub> /rok	81.666 kWh <sub>el</sub> /rok	73%
Narew**	636.208 kWh <sub>el</sub> /rok	152.086 kWh <sub>el</sub> /rok	484.122 kWh <sub>el</sub> /rok	76%
Narewka	155.830 kWh <sub>el</sub> /rok	131.639 kWh <sub>el</sub> /rok	24.191 kWh <sub>el</sub> /rok	16%
<b>Suma:</b>	<b>2.102.851 kWh<sub>el</sub>/rok</b>	<b>729.936 kWh<sub>el</sub>/rok</b>	<b>1.372.915 kWh<sub>el</sub>/rok</b>	<b>65%</b>

\*) Podane zużycie energii elektrycznej jest zużyciem energii elektrycznej w 2015 r. (na podstawie ankiety). Jeżeli zapotrzebowanie na energię elektryczną zostanie oszacowane byłoby na podstawie podanej liczby lamp i czasów świecenia, to skutkowało by to znacznie odbiegającym i wyższym zużyciem energii elektrycznej. Autorzy zakładają, że podany pobór mocy i ilość lamp różnią się w związku z trwającymi zmianami na technologię LED.

\*\*) Ilość lamp oszacowano zachowawczo na podstawie danych dotyczących zużycia energii elektrycznej przez powszechnie stosowane lampy. Określenie potencjału oszczędności opiera się na ostrożnych szacunkach zasobów. Jednak potencjał oszczędności jest prawdopodobnie znacznie większy.

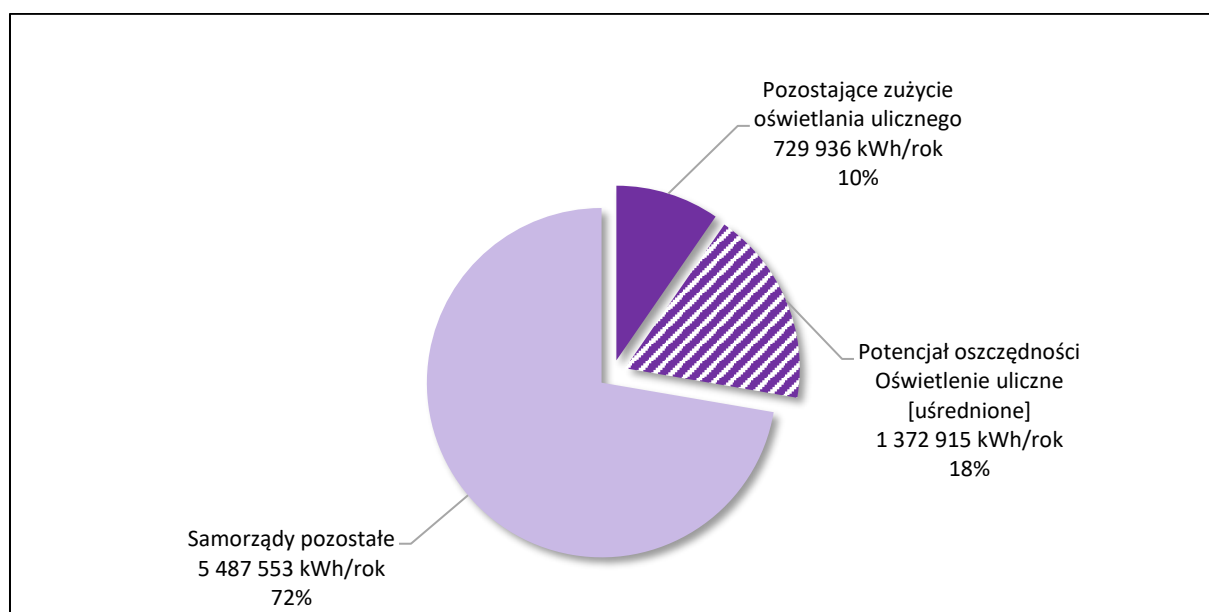
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ogromny potencjał oszczędności oferowany przez technologię LED ilustruje przykład Białowieży. Tutaj wszystkie lampy uliczne zostały już zmienione na technologię LED. Chociaż gmina ma około tylu samych punktów świetlnych jak Czeremcha czy Czyże, oświetlenie uliczne pochłania tam mniej niż połowę energii elektrycznej. Miasto Hajnówka w momencie pisania tej koncepcji jest w trakcie przechodzenia



na technologię LED. Około jednej piątej z łącznej liczby ponad 2.600 punktów świetlnych zostało już zmienionych. Zmiana kolejnych nastąpi wkrótce. Miasto Hajnówka już teraz stosuje systemy stopniowego zmniejszania strumienia świetlnego w nocy. W ten sposób oszczędza dodatkową energię. Oprócz Białowieży i miasta Hajnówka na technologię LED przeszła już w dużej mierze gmina Narewka. Niemniej jednak tylko kilka lamp można było wymienić na lampy LED. Szczególnie zauważalne jest zużycie energii elektrycznej w gminie Narew. Przy ponad 600.000 kWh<sub>el</sub>/rok przeznaczonych na oświetlenie ulic gmina zużywa prawie tyle samo energii elektrycznej, co miasto Hajnówka. Niestety gmina nie dostarczyła żadnych dalszych danych na temat wykorzystywanych systemów oświetleniowych (por. rozdział 9.2.2). Dlatego też obliczenie potencjału oszczędności w tym przypadku jest oceną bardzo ostrożną opartą na wiarygodnych systemach referencyjnych stosowanych w praktyce (gdyby gmina wykorzystywała wszędzie przez cały czas nocny – tj. ok. 4 015 godzin rocznie – lampy sodowe o mocy elektrycznej średnio 100 W<sub>el</sub>, to byłaby to ogromna liczba ponad 1 300 opraw). Jedna gmina wielkości Narwi przy zastosowaniu technologii LED nie powinna zużywać więcej niż 80.000 do 130.000 kWh<sub>el</sub>/rok energii elektrycznej na oświetlenie ulic (por. np. Narewkę). Zamiast 76 %, potencjał oszczędności jest przypuszczalnie nawet znacznie wyższy i wynosi od 80 % do 90 %.

Rysunek 71 ilustruje tym kontekście po raz kolejny potencjał oszczędności, który ukrywa się w obszarze energii elektrycznej przy zmianie na technologię LED:



**Rys. 71: Istniejący potencjał oszczędności w obszarze oświetlenia ulicznego w stosunku do całkowitego zużycia energii elektrycznej w samorządach.**

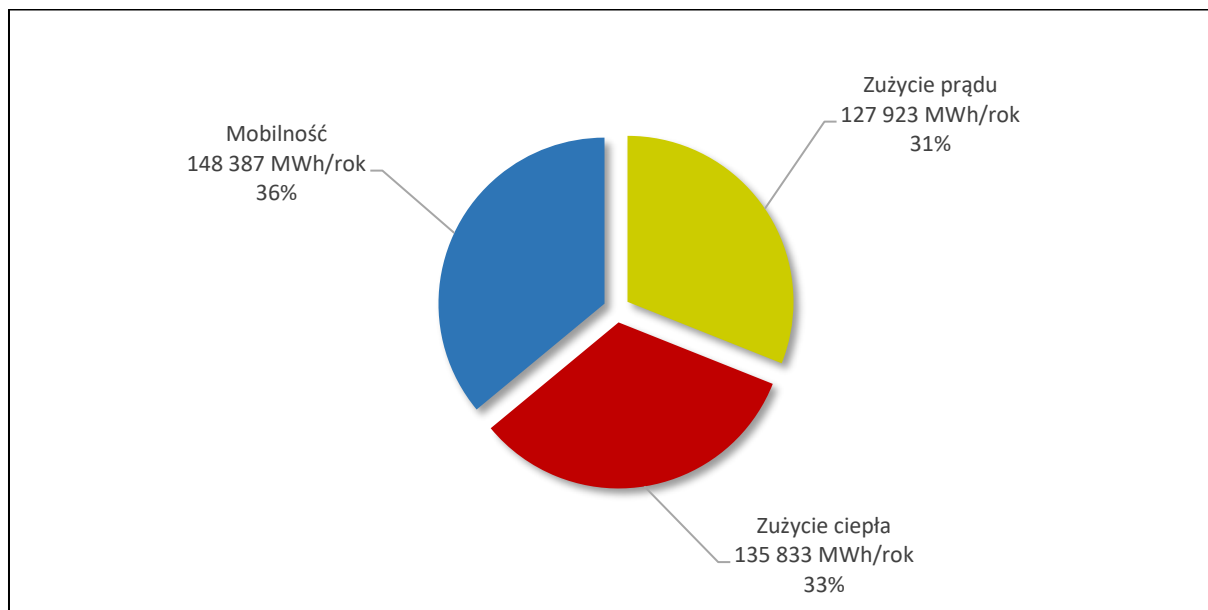
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Podczas rozmów na miejscu okazało się, że przez Powiat Hajnowski powinien zostać przeprowadzony zbiorowy przetarg nieograniczony dla większej liczby gmin na zakup i instalację oświetlenia ulicznego w technologii LED. W wielu przypadkach potencjał oszczędności prawdopodobnie zostanie wkrótce wykorzystany. Z punktu widzenia specjalisty ds. planowania można zalecić gminom, aby podczas przetargu nieograniczonego zwrócili uwagę na wykorzystanie inteligentnych technologii sterowania w celu zmniejszenia zużycia energii w godzinach nocnych oraz aby podczas zmian wdrażały tę technologię, która pozwala na wykorzystanie dodatkowego potencjału oszczędności.



### 6.1.3 Instytucje publiczne niesamorządowe, przedsiębiorstwa, handel, usługi i przemysł

Grupa użytkowników "Instytucje publiczne, przedsiębiorstwa, handel, usługi i przemysł" zużywa łącznie około 413.886 MWh<sub>el/th</sub> (1.490 TJ) rocznie. Zużycie to dzieli się na około jedną trzecią w obszarze energii elektrycznej (126.666 MWh<sub>el</sub>/rok lub 456 TJ), zużycia ciepła (135.833 MWh<sub>th</sub>/rok lub TJ) oraz zużycia energii na mobilność (148.387 MWh<sub>th</sub>/rok lub 534 TJ).



**Rys. 72: Końcowe zużycie energii sektora publicznego niesamorządowego, przedsiębiorstw i przemysłu**

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Bez bliższego przyjrzenia się poszczególnym przedsiębiorstwom usługowym i przemysłowym nie można dokonać konkretnego oszacowania potencjału oszczędności. Ze względu na zakres i wysiłek, nie było to możliwe w ramach niniejszego opracowania. Ze względu na konkurencję i związaną z nią potrzebę oszczędności energii i kosztów, jak również różnorodność wymogów rządowych i dotacji, które można wykorzystać poprzez zastosowanie środków oszczędności energii zakłada się, że potencjały oszczędności energii - w stopniu, w jakim jest to ekonomicznie możliwe - są w dużym stopniu wykorzystywane. Jednak w przyszłości dalsze potencjały oszczędności energii będą mogły być również wykorzystywane ekonomicznie we współdziałaniu z państwowymi i nadrzędnymi wytycznymi wydajności.

W wielu filozofiach firm są tu przeszkodą nie tylko pewne oczekiwania dotyczące zwrotu z inwestycji, stosowane również do inwestycji energooszczędnych, ale także bardzo konkretne pomysły dotyczące sensownych okresów zwrotu z inwestycji. Podczas gdy bardzo dużą ilość energii można zaoszczędzić nawet przy neutralnej kosztowo inwestycji energooszczędnej, często nie spełnia ona oczekiwań firmy w zakresie zwrotu z inwestycji. Dlatego też firmy często nie decydują się na oszczędzanie energii, jeśli oszczędza się „tylko” energię, ale nie koszty. W ten sam sposób może się zdarzyć, że np. system fotowoltaiczny może zapewnić prąd po znacznie niższej cenie, ale inwestycja nie jest realizowana, ponieważ nie zwraca się wystarczająco szybko (np. jeśli „zwrot z inwestycji” następuje po 6, a nie 4 latach). Takie decyzje są czasem wprawdzie zrozumiałe z punktu widzenia skrajnej optymalizacji ekonomicznej, jednak zazwyczaj nie mają sensu z energetycznego punktu widzenia, a z pewnością nie z punktu widzenia zrównoważonego wykorzystania zasobów.



Niestety, często tylko przy rosnących cenach energii możliwe jest uzyskanie potencjalnych oszczędności z punktu widzenia przedsiębiorczości. Ponieważ jednak w niniejszym opracowaniu założono, że energia w postaci źródeł energii cieplnej i elektrycznej będzie w przyszłości, podobnie jak w przeszłości, nadal podlegać wzrostowi cen oraz że interwencje rządowe będą promować rozwój potencjału oszczędnościowego, w rozważanym horyzoncie czasowym można nadal wykorzystywać dalsze potencjały oszczędności.

W oparciu o dużą liczbę badań branżowych zakłada się zatem, że w rozpatrywanym horyzoncie czasowym w sektorach energii elektrycznej i cieplnej można zaoszczędzić około 15 % końcowego zużycia energii. Ponadto w sektorze mobilności wzrost wydajności (o ok. 10 %) zostanie przekroczony poprzez zwiększenie wydajności transportu w wyniku wzrostu gospodarczego i zwiększenia elastyczności (o 30 %). Łącznie prowadzi to do wzrostu końcowego zużycia energii o 17 % pomimo wzrostu wydajności. Potencjał oszczędności w przypadku samochodów osobowych jest jednak równie duży jak w przypadku samochodów prywatnych (por. rozdział 6.1.1.2). Dlatego też ogólnie przyjmuje się, że zapotrzebowanie na energię w sektorze mobilności można w przyszłości zmniejszyć maksymalnie o około 25 % (obliczenia mieszane).

**Tab. 20: Potencjał oszczędności w obszarze sektora publicznego niesamorządowego, przedsiębiorstw oraz przemysłu**

Obszar	Aktualne zużycie	Zaoszczędzenie / Zmiana	Zakładane zużycie po oszczędnościach
Ciepło	135.833 MWh <sub>th</sub> /rok	- 15 %	115.458 MWh <sub>th</sub> /rok
Energia elektryczna	127.923 MWh <sub>el</sub> /rok	- 15 %	108.735 MWh <sub>el</sub> /rok
Mobilność – samochody ciężarowe/specjalne	78.480 MWh <sub>th</sub> /rok	+ 17 %	91.821 MWh <sub>th</sub> /rok
Mobilność – samochody osobowe	69.908 MWh <sub>th</sub> /rok	- 73 %	18.943 MWh <sub>el</sub> /rok
Suma	413.193 MWh <sub>th/el</sub> /rok		335.849 MWh <sub>th/el</sub> /rok

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

#### 6.1.4 Podsumowanie

Tabela 20 zawiera podsumowanie zidentyfikowanych potencjałów oszczędności. Największy potencjał oszczędności jest ukryty w prywatnych gospodarstwach domowych. Teoretycznie już teraz mogłyby one zaoszczędzić ponad 326.579 MWh<sub>th,el</sub>/rok energii końcowej. Stanowi to obecnie ponad 30 % całkowitego końcowego zużycia energii we wszystkich grupach użytkowników. Spośród nich możliwe oszczędności w sektorze ciepłowniczym wynoszą już 200.148 MWh<sub>th</sub>/rok. Potencjał oszczędności jest jedynie szacunkowy (modernizacja na poziomie 75 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok, por. rozdział 6.1.1.1) i może być jeszcze wyższy z technicznego punktu widzenia, jeśli podejście przyjęte przez polityków oraz regulacje i dotacje rządowe będzie odpowiednio ambitne. Ponadto potencjał, który może być wykorzystany przez elektromobilność, znajduje się w jednym miejscu i spada, szczególnie poprzez czynniki, które mogą być kontrolowane jedynie w ograniczonym zakresie przez prywatnie zainteresowanych lub gminę. Ta zmiana strukturalna zależy raczej od procesów globalnych oraz od kontroli państwa i kontroli europejskiej.

Po potencjale oszczędnościowym sektora prywatnego, drugi co do wielkości potencjał oszczędności przypada na niesamorządowe instytucje publiczne, przedsiębiorstwa usługowe i przemysłowe. Ogółem z wymaganej łącznej ilości 418.143 MWh<sub>th,el</sub>/rok można zaoszczędzić jeszcze 77.186 MWh<sub>th,el</sub>/rok.

Ostatecznie największy potencjał oszczędności w gminach - pomimo wielu przeprowadzonych już energooszczędnych modernizacji wielu nieruchomości - nadal leży w sektorze ciepłownictwa. Z łącznej



wymaganej obecnie sumy 26.606 MWh<sub>th</sub>/rok można tutaj zaoszczędzić łącznie ok. 8.512 MWh<sub>th</sub>/rok . Dlatego też szacuje się, że potrzeba około 32 % więcej energii cieplnej niż jest to konieczne. Jednak wynika to głównie z faktu, że podczas gdy niektóre gminy skorzystały z szansy i w ostatnim dofinansowaniu razem z tzw. "Planem niskoemisyjnym" zmodernizowały energetycznie nieruchomości przy wsparciu państwa, to niektóre z pozostałych gmin niestety nie skorzystały z tej możliwości lub nie były w stanie z niej skorzystać. Te 8.512 MWh<sub>th</sub>/rok można zatem zaoszczędzić w większości przypadków w ramach stosunkowo niewielkiej liczby nieruchomości, które nie zostały jeszcze wyremontowane. Ponadto istnieje również większy potencjał oszczędności w sektorze energii elektrycznej. W szczególności zastosowanie szczególnie energooszczędnej technologii LED i inteligentnego sterowania może wiele zaoszczędzić w stosunku do zużycia prądu. Pozwala to zaoszczędzić sporo energii, szczególnie w oświetleniu ulic. Zmiana na diody LED może również otworzyć większy potencjał oszczędności w nieruchomościach.

**Tab. 21: Podsumowanie potencjału oszczędności wszystkich grup użytkowników w obszarze energii końcowej**

Grupa użytkowników	Obszar	Aktualne zużycie	Potencjał oszczędności		Zakładane zużycie po oszczędnościach
			całkowity	względny	
Prywatne gospodarstwa domowe	Prąd	34.071 MWh <sub>el</sub> /rok	- 4.187 MWh <sub>el</sub> /rok	- 12 %	29.884 MWh <sub>el</sub> /rok
	Ciepło	410.357 MWh <sub>th</sub> /rok	- 200.148 MWh <sub>th</sub> /rok	- 49 %	210.209 MWh <sub>th</sub> /rok
	Mobilność	165.072 MWh <sub>th</sub> /rok	- 122.244 MWh <sub>th</sub> /rok	- 74 %	42.828 MWh <sub>el</sub> /rok
Samorząd	Prąd	7.640 MWh <sub>el</sub> /rok	-1.998 MWh <sub>el</sub> /rok	- 26 %	5.643 MWh <sub>el</sub> /rok
	Ciepło	26.606 MWh <sub>th</sub> /rok	- 8.512 MWh <sub>th</sub> /rok	- 32 %	18.092 MWh <sub>th</sub> /rok
	Mobilność	3.029 MWh <sub>th</sub> /rok	- 727 MWh <sub>th</sub> /rok	- 24 %	2.302 MWh <sub>th,el</sub> /rok
Budynki publiczne, przedsiębiorstwa, przemysł	Prąd	127.923 MWh <sub>el</sub> /rok	- 19.188 MWh <sub>el</sub> /rok	- 15 %	108.735 MWh <sub>el</sub> /rok
	Ciepło	135.833 MWh <sub>th</sub> /rok	- 20.375 MWh <sub>th</sub> /rok	- 15 %	115.458 MWh <sub>th</sub> /rok
	Mobilność	148.387 MWh <sub>th</sub> /rok	- 37.623 MWh <sub>th</sub> /rok	- 25 %	110.764 MWh <sub>th,el</sub> /rok
<b>Suma</b>		<b>1.058.918 MWh<sub>th,el</sub>/rok</b>	<b>- 415.002 MWh<sub>th,el</sub>/rok</b>	<b>- 22 %</b>	<b>643.916 MWh<sub>th,el</sub>/rok</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)





## 6.2 Potencjał energii odnawialnych

W poniższych rozdziałach opisane zostały potencjały odnawialnych źródeł energii. Przez energie odnawialne rozumie się źródła energii, które są praktycznie niewyczerpywalnie dostępne w ludzkim horyzoncie czasowym lub które stosunkowo szybko się odnawiają. To odróżnia je od paliw kopalnych, które regenerują się tylko przez okres milionów lat. W niniejszym opracowaniu "odnawialne źródła energii" oznaczają następujące źródła energii:

- Energia promieniowania słonecznego
  - Energia słoneczna
  - Fotowoltaika na powierzchniach dachowych
  - Fotowoltaika na powierzchniach wolnych
- Biomasa
  - Drewno energetyczne
  - Biogaz
  - Biomasa odpadowa
- Energia wodna
- Energia wiatrowa
  - Mikroenergetyka wiatrowa
  - Mała energetyka wiatrowa
  - Duża energetyka wiatrowa
- Geotermia
  - Energia geotermalna w pobliżu powierzchni
  - Głęboka geotermia

Ponadto w niniejszym opracowaniu za energie odnawialne uznaje się również te dostępne energie, które powstają w wyniku innych, regularnie powtarzających się procesów, które nie służą przede wszystkim do wytwarzania energii, ale których energia może być wykorzystywana. Dotyczy to w szczególności:

- Usuwanie lub recykling odpadów i ścieków
  - Gaz wysypiskowy
  - Gaz ściekowy
- Ciepło odpadowe
  - Ciepło odpadowe przemysłowe
  - Ścieki

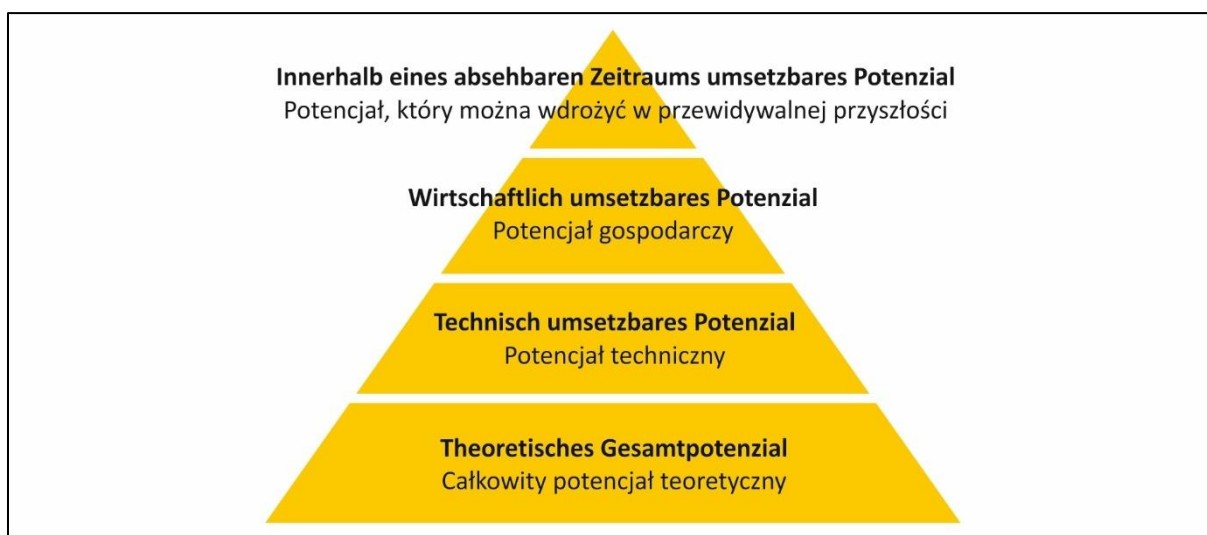
W ramach analizy potencjału energii odnawialnych, jak również w zakresie energii, emisji gazów cieplarnianych i bilansu zanieczyszczeń powietrza ma zastosowanie zasada terytorialna (por. rozdział 5.1.1). Oznacza to, że w niniejszym opracowaniu uwzględniono jedynie potencjał wykorzystania odnawialnych źródeł energii na obszarze Powiatu Hajnowskiego i jego gmin. Bilansowe rozważenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii poza powiatem i związane z tym „kredytowanie” nie powinno mieć miejsca.



Dla każdego źródła energii najpierw określono całkowity potencjał, biorąc pod uwagę ograniczenia prawne oraz aspekty techniczne i ekonomiczne, jak również aspekty zrównoważonego wykorzystania, które mogą być również wykorzystane w przewidywalnej perspektywie czasowej. Odnośnie już istniejących instalacji wykorzystujących energię odnawialną z całkowitego potencjału wynika potencjał rozbudowy, który obecnie nie jest (lub już nie jest) wykorzystywany, ale który może być potencjalnie dostępny w przewidywalnej przyszłości.

$$\text{Potencjał rozbudowy} = \text{Potencjał całkowity} - \text{Istniejące wykorzystanie}$$

Jak już wspomniano, zidentyfikowany potencjał odnosi się do całego **technicznie i ekonomicznie** osiągalnego potencjału. Jest to zatem potencjał, który **przy obecnym stanie techniki i w obecnych aspektach ekonomicznych** - w tym w ramach prawnych i warunkach finansowania – może zostać **dziś rzeczywiście wykorzystany**. Jako potencjał ekonomicznie osiągalny rozumie się w związku z tym inwestycje w instalacje wykorzystujące energię odnawialną, które w okresie ich eksploatacji lub użytkowania oraz z uwzględnieniem wszystkich kosztów i dochodów związanych z inwestycją generują **więcej dochodów finansowych niż wydatki**. Subiektywne oczekiwania co do wielkości zwrotu nie powinny być w tym momencie podstawą do oceny rentowności inwestycji.



Rys. 73: Przegląd rodzajów potencjałów

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017, W OPARCIU O DiFu 2011)

### 6.2.1 Energia promieniowania słonecznego

Słońce jest źródłem energii, które napędza świat. Nawet energia wiatrowa i wodna, ale także bioenergia, a nawet paliwa kopalne są po dokładniejszej analizie przetworzoną i zmagazynowaną energią słoneczną. Światło słoneczne emituje na powierzchnię ziemi średnio ok. 1.000 W na metr kwadratowy. Ziemia otrzymuje o wiele więcej niż tysiąc razy więcej energii ze słońca niż ludzkość rzeczywiście potrzebuje do celów technicznych. Energia ta może być przekształcona w użyteczną energię cieplną i elektryczną.



Systemy solarne zamieniają światło słoneczne w ciepło. W tym celu stosuje się kolektory słoneczne, których powierzchnia absorbuje jak największą część padającego światła słonecznego i przekształca je w długofalowe promieniowanie cieplne. Podobnie jak w przypadku wymiennika ciepła, ciepło słoneczne wytwarzane w kolektorze jest przenoszone do płynnego czynnika przekazującego ciepło (np. wody). Uzyskana w ten sposób energia może być następnie wykorzystana do przygotowania ciepłej wody użytkowej lub do celów grzewczych. Ponieważ energia nie może być transportowana bez strat na większe odległości, zastosowanie to jest szczególnie przydatne w budownictwie jako tzw. system wyspowy.



**Rys. 74: Solarny system grzewczy na dachu szkoły w Hajnowce**

(ŹRÓDŁO: EVF 2016, FOTOGRAF: RALF DEUERLING)

Systemy fotowoltaiczne (PV) przetwarzają przychodzące światło słoneczne w fotokomórkach kolektora słonecznego na podstawie efektu fizycznego na energię elektryczną. Można ją następnie wykorzystać do zasilania odbiorników energii elektrycznej lub wprowadzić do publicznej sieci energetycznej. Dalszy rozwój technologii modułowej podlega silnej międzynarodowej konkurencji, dlatego też w bardzo krótkim czasie można wciąż odnotowywać znaczny wzrost wydajności i poprawę konstrukcji, a koszty inwestycji stale spadają. Doprowadziło to do tego, że systemy fotowoltaiczne - przynajmniej w odpowiednich warunkach ramowych - mogą być ekonomicznie opłacalne również bez dotacji państwowych.



**Rys. 75: Instalacje fotowoltaiczne (tutaj na wolnej powierzchni)**

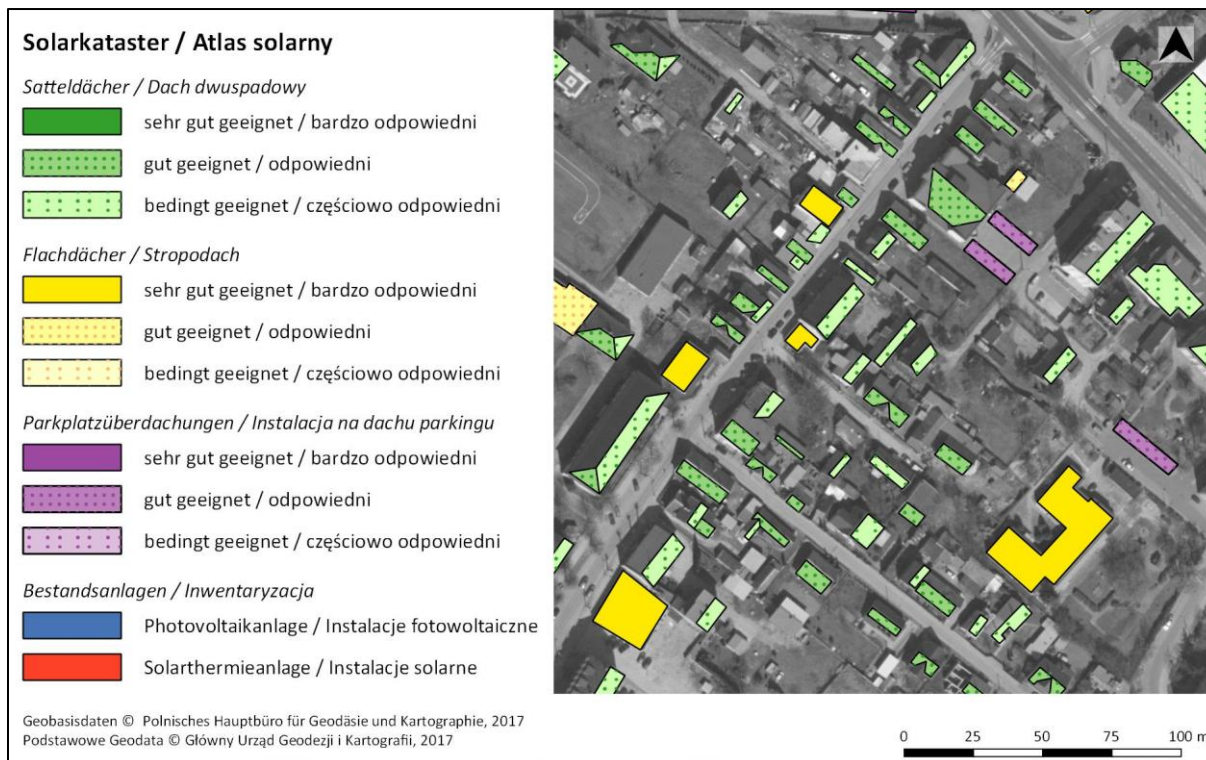
(ŹRÓDŁO: EVF 2012, FOTOGRAF: JANA ZAPF)



#### 6.2.1.1 Zasady metodologii

Potencjalna analiza opiera się na metodologii przewodnika Planu energetycznego „Scenariusz I zorientowany na popyt (ciepła woda użytkowa)” Poniższe porównanie scenariuszy powinno pomóc sklasyfikować dalsze stwierdzenia dotyczące potencjalnej oceny (por. StMUG 2011):

- **100 % Scenariusz słoneczno – cieplny**  
Wszystkie powierzchnie dachowe byłyby pokryte słonecznymi systemami grzewczymi. Wykorzystywany jest maksymalny potencjał cieplny. Wówczas na dachach nie można już postawić instalacji fotowoltaicznych. Jest to scenariusz teoretyczny, jednostronny.
- **100 % Scenariusz fotowoltaiczny**  
Wszystkie powierzchnie dachowe byłyby pokryte systemami fotowoltaicznymi. Wykorzystywany jest maksymalny potencjał prądowy. W takim przypadku na dachach nie można już montować słonecznych systemów grzewczych. Jest to scenariusz teoretyczny, jednostronny.
- **Scenariusz zorientowany na zapotrzebowanie I (Ciepła woda użytkowa)**  
Część ciepłej wody użytkowej dająca się pokryć przy zastosowaniu solarów (ok. 60 % całkowitego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową rocznie) jest dostarczana przez słoneczne systemy grzewcze i do tego celu zarezerwowane jest tylko tyle powierzchni dachowych, ile jest to konieczne. Wszystkie inne odpowiednie do tego celu powierzchnie dachowe mogą być pokryte systemami fotowoltaicznymi w celu wytwarzania odnawialnej energii elektrycznej.
- **Scenariusz zorientowany na zapotrzebowanie II (Ciepła woda użytkowa i ogrzewanie)**  
Część ciepłej wody użytkowej dająca się pokryć przy zastosowaniu solarów (ok. 60 % całkowitego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową rocznie) oraz część zapotrzebowania na ciepło dostarczana przez słoneczne systemy grzewcze oraz w tym celu zarezerwowana konieczna powierzchnia dachowa. Cała pozostała odpowiednia powierzchnia dachowa może być pokryta systemami fotowoltaicznymi w celu wytwarzania odnawialnej energii elektrycznej. Ze względu na niewielkie pokrycie budynków mieszkalnych z centralnym ogrzewaniem w niniejszym opracowaniu scenariusz ten nie jest uważany za scenariusz docelowy.



**Rys. 76: Wycinek katastru słonecznego dla powierzchni dachowych pojedynczych budynków**  
 (ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

W celu określenia potencjału zbadano i skategoryzowano **wszystkie powierzchnie dachowe wszystkich głównych budynków** pod kątem ich orientacji na południe, kształtu dachu (dach dwuspadowy;/ dach płaski itp. ) i innych przeszkód. Nie uwzględniono budynków gospodarczych. W przypadku dachów dwuspadowych do wyrównania pionowego zastosowano ogólny kąt montażu 45°. W przypadku dachów płaskich założono, że moduły będą ustawione pod kątem 30°. Ponadto rozważano również potencjał zadaszenia parkingów tzw. samochodowymi wiatami solarnymi. W szczególności ze względu na potencjały, jakie oferuje elektromobilność takie wiaty samochodowe mogłyby zaopatrywać pojazdy elektryczne w energię odnawialną.

Jako dochód wykorzystano zryczałtowaną wydajność energetyczną typową dla regionu. Chociaż w rzeczywistości mogą się one różnić w zależności od konstrukcji (dla systemów fotowoltaicznych: polikrystalicznych systemów liniowych/monokrystalicznych cienkowarstwowych, dla słonecznych systemów termicznych: kolektorów rurowych lub płaskich), to w istocie bardzo dobrze reprezentują one podstawowy potencjał. Uwzględniono odliczenia za zacienienia. W obliczeniach uwzględniono jedynie 80 % powierzchni dachu (20 % odliczeń ze względów bezpieczeństwa), ponieważ wykonane zdjęcia lotnicze były czasami bardzo nieostre, a wszelkie przeszkody (kominy, okna dachowe, inne instalacje techniczne) nie zawsze mogły być jasno zidentyfikowane.

**Tab. 22: Zakładane właściwości w zależności od przydatności dla systemów fotowoltaicznych i słonecznych systemów grzewczych**

Rodzaj zadaszenia	Kąt w pionie	Przydatność*	Roczna wydajność systemy fotowoltaiczne	Roczna wydajność słoneczne systemy grzewcze **
Dach dwuspadowy	45°	Bardzo odpowiedni	1.000 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	600 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>
		Odpowiedni	850 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	550 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>



		Częściowo odpowiedni	700 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	450 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>
Stropodach	30°	Bardzo odpowiedni	1.000 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	600 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>
		Odpowiedni	850 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	550 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>
		Częściowo odpowiedni	700 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	450 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>
Zadaszenie parkingu	30°	Bardzo odpowiedni	1.000 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	-
		Odpowiedni	850 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	-
		Częściowo odpowiedni	700 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>el</sub>	-
*) Zależy od odchylenia w kierunku południowym oraz od przeszkód, które zaciniają powierzchnię dachu (np. drzewa, wysokie domy w bezpośrednim sąsiedztwie itp. ).				
**) W odniesieniu do wydajności zastosowano kolektory próżniowe rurowe.				

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

W analizie nie przeprowadzono badań w zakresie nośności statycznej i innych technicznych właściwości dachów, dlatego też nie całość, ale większość zidentyfikowanego potencjału może być rzeczywiście wykorzystana. Z tego powodu w analizie potencjału wykazano tylko 75 % całkowitego potencjału jako kwotę ryczałtową (rzeczywisty całkowity potencjał jest zatem o 25 % wyższy niż pokazano poniżej).

Całkowity potencjał promieniowania słonecznego na dachach Powiatu Hajnowskiego po uwzględnieniu powyższych redukcji przedstawia się następująco:

**Tab. 23: Całkowite potencjalne promieniowanie słoneczne na powierzchniach dachów**

Scenariusz	Moc	Roczna wydajność
Scenariusz 100 % fotowoltaiki	135 MW <sub>el</sub>	109.335 MWh <sub>el</sub> ≅ 394 TJ
Scenariusz 100 % słonecznej energii cieplnej	642 MW <sub>th</sub>	470.123 MWh <sub>th</sub> ≅ 1.692 TJ

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

W celu określenia **sensownego potencjału użytkowego** („Scenariusz zorientowany na zapotrzebowanie I”) część odpowiednich dachów została najpierw zarezerwowana na słoneczne systemy grzewcze, aby móc pokryć część zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową (około 60 % całkowitego zapotrzebowania gospodarstw domowych na ciepłą wodę użytkową). Dlatego też wytwarzanie energii cieplnej poprzez słoneczne systemy grzewcze było tutaj traktowane priorytetowo. Tylko pozostała część nadających się powierzchni dachowych zostanie pokryta systemami fotowoltaicznymi do produkcji energii elektrycznej. Potencjały w wzajemnie skoordynowanym wykorzystaniu kształtują się tak, jak przedstawionow w następujących rozdziałach:

### 6.2.1.2 Systemy solarne

Powiat Hajnowski posiada ok. 1.554.980 m<sup>2</sup> powierzchni mieszkalnej (CSOP 2017). Zgodnie z założeniami Planu energetycznego na metr kwadratowy powierzchni użytkowej potrzeba około 20 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok (około 72 MJ/m<sup>2</sup>\*rok) ciepłej wody użytkowej (por. STMUG 2011). Odpowiada to zapotrzebowaniu na ciepłą wodę użytkową wynoszącemu ok. 31.099 MWh<sub>th</sub>/rok (ok. 112 TJ/rok). Z tego około 60 % - co odpowiada ok. 18.660 MWh<sub>th</sub>/rok (ok. 67 TJ/rok) - może być zapewnione przez słoneczne systemy grzewcze (por. STMUG 2011).



Zakładając zysk energii z systemów solarnych w wysokości 450 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok (ok. 1.620 MJ/m<sup>2</sup>\*rok; kolektor płaski; StMUG 2011), odpowiada to zapotrzebowaniu na powierzchnię 41.466 m<sup>2</sup> dla systemów solarnych. Odpowiada to około 8,8 % nadającej się całkowitej powierzchni dachu. Ponadto w ramach konserwatywnej analizy zakłada się, że tylko w 75 % wszystkich przypadków lub tylko w 75 % wszystkich budynków mieszkalnych można w ogóle zainstalować system solarny w celu pokrycia zapotrzebowania (głównie ze względu na analizę strukturalną i nośność, która nie została jeszcze sprawdzona). W związku z tym nadaje się tylko 31.100 m<sup>2</sup>. Ostatecznie współczynnik konwersji 0,7 kWh/m<sup>2</sup> daje potencjalną całkowitą moc 21,770 kWh i roczną wydajność około 13,995 MWh<sub>th</sub>/rok (50 TJ/rok).

Tab. 24: Potencjał dla energii słonecznej na powierzchniach dachów

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	198	258	653	1.066	851	1.323
Czeremcha	155	80	828	1.449	983	1.529
Czyże	0	0	865	1.345	865	1.345
Dubicze C.	100	95	611	1.011	711	1.107
Hajnowka G.	292	228	1.191	2.079	1.483	2.308
Hajnowka M.	338	405	4.984	7.873	5.322	8.279
Kleszczele	42	25	819	1.316	862	1.341
Narew	0	0	1.439	2.239	1.439	2.239
Narewka	218	181	1.261	2.119	1.479	2.300
<b>Suma</b>	<b>1.344</b>	<b>1.272</b>	<b>12.651</b>	<b>20.497</b>	<b>13.995</b>	<b>21.770</b>

(ŹRÓDŁO: DANE Z SAMORZĄDÓW ORAZ OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018; **Wskazówka:** O ile dane co do stanu pochodzą z udostępnionych przez gminy dokumentów dotyczących zakończonych programów inwestycyjnych województwa podlaskiego nie są dostarczane w sposób jednolity przez gminy, o tyle dodatkowy potencjał został obliczony w sposób jednolity, tak jak w opisanej powyżej konserwatywnej metodologii. Całkowity potencjał nie wykazuje zatem tak wysokich wartości godzin pracy przy pełnym obciążeniu, jak w przypadku stanu.

Z istniejącego całkowitego potencjału dla słonecznych systemów grzewczych w wysokości 21.770 kW<sub>th</sub>, wykorzystywane są obecnie tylko 1.272 kW<sub>th</sub>. Wykorzystuje się więc jedynie około 6 % całkowitego potencjału. Potencjał rozwojowy wynosi zatem ok. 20.497 kW<sub>th</sub> i składa się z dodatkowego uzysku energii cieplnej w wysokości 12.651 MWh<sub>th</sub>/rok (45,5 TJ/rok). Odpowiada to energii odpowiadającej prawie 1.500 ton węgla kamiennego rocznie, który może być zastąpiony przez słoneczne systemy grzewcze!

### 6.2.1.3 Fotowoltaika na powierzchniach dachowych

Na głównych budynkach Powiatu Hajnowskiego określono łącznie 472.184 m<sup>2</sup> powierzchni dachów odpowiednich dla systemów solarnych i/lub fotowoltaicznych. Spośród nich 41.466 m<sup>2</sup> jest już zarezerwowane na słoneczne systemy grzewcze (por. rozdział 5.2.1.2). 75 % z pozostałych 430.718 m<sup>2</sup> jest uwzględnione w analizie potencjału systemów fotowoltaicznych. Wydajność została określona jak pokazano w tabeli 22 bardzo dokładnie dla każdego dachu. Po odjęciu miejsca potrzebnego na słoneczne systemy grzewcze pozostaje przedstawiony w tabeli 25 potencjał dla systemów fotowoltaicznych na powierzchniach dachów.



Tab. 25: Potencjał dla energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na powierzchniach dachów

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	62	62	7.029	8.660	7.091	8.722
Czeremcha	183	183	9.104	11.283	9.287	11.466
Czyże	0	0	6.972	8.716	6.972	8.716
Dubicze C.	94	94	4.955	6.197	5.049	6.292
Hajnówka G.	46	46	10.469	12.819	10.515	12.866
Hajnówka M.	170	170	31.005	37.562	31.175	37.732
Kleszczele	100	100	7.379	9.088	7.479	9.188
Narew	0	0	15.415	19.476	15.415	19.476
Narewka	174	173	12.646	15.432	12.820	15.606
<b>Suma</b>	<b>830</b>	<b>830</b>	<b>104.973</b>	<b>129.233</b>	<b>105.804</b>	<b>130.064</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Z łącznego potencjału co najmniej 130.064 kW<sub>el</sub> na powierzchniach dachowych Powiatu Hajnowskiego dotychczas wykorzystano tylko około 830 kW<sub>el</sub> - czyli tylko około 0,6 %. Kolejne 129.233 kW<sub>el</sub> może wytworzyć dodatkowe 104.973 MWh<sub>el</sub>/rok (377 TJ) i zastąpić konwencjonalną energią elektryczną z węgla. Tylko z ekonomicznego punktu widzenia pozwoliłoby to zaoszczędzić około 32.500 ton węgla kamiennego. Gdyby wykorzystano cały potencjał można byłoby pokryć z odnawialnych źródeł energii ponad 62 % obecnego zapotrzebowania na energię elektryczną całego Powiatu Hajnowskiego (169.634 MWh<sub>el</sub> lub 610 TJ) oraz ponad trzykrotnie większe zapotrzebowanie gospodarstw domowych na energię elektryczną (34.071 MWh<sub>el</sub>/rok lub 122 TJ).

Ponieważ w niniejszej analizie wzięto pod uwagę tylko powierzchnie dachowe na głównych budynkach i teoretycznie systemy fotowoltaiczne mogłyby być instalowane również na budynkach gospodarczych, technicznie możliwy całkowity potencjał jest jeszcze znacznie wyższy. W ramach niniejszego opracowania należy jednak uznać, że potencjał rozważany powyżej powinien być wystarczający.

#### Potencjał wytwarzania energii na dachach budynków komunalnych

Z całości opisanego powyżej potencjału rozwojowego wiele powierzchni znajduje się również na nieruchomościach komunalnych. Ponieważ gmina ma bezpośredni wpływ na ich wykorzystanie, należy dokładniej zbadać odpowiedni potencjał.

Badanie znanych budynków komunalnych wykazało, że na dachach komunalnych można zainstalować systemy fotowoltaiczne o mocy około 3.311 kW<sub>el</sub>. Potencjał wydajności wynosi około 2.897 MWh<sub>el</sub>/rok. Ponieważ nie wszystkie nieruchomości komunalne niektórych gmin są znane, potencjał jest prawdopodobnie znacznie większy.

Tab. 26: Potencjał dla energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na dachach komunalnych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	376	468	376	468
Czeremcha	0	0	129	142	129	142
Czyże	0	0	149	175	149	175
Dubicze C.	0	0	207	249	207	249
Hajnówka G.	0	0	247	288	247	288
Hajnówka M.	0	0	1.467	1.608	1.467	1.608
Kleszczele	0	0	62	76	62	76



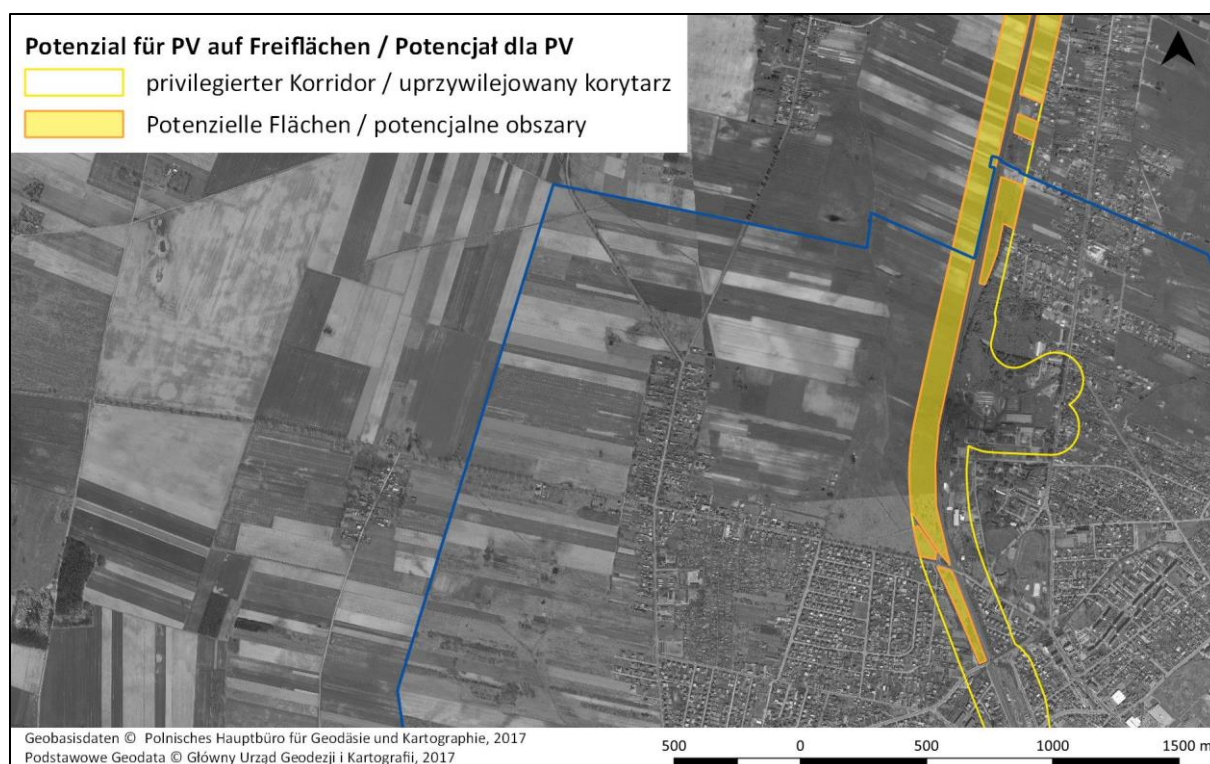


Narew	0	0	140	150	140	150
Narewka	0	0	120	155	120	155
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.897</b>	<b>3.311</b>	<b>2.897</b>	<b>3.311</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

#### 6.2.1.4 Fotowoltaika na wolnych przestrzeniach

Energia promieniowania słonecznego może być również wykorzystywana na otwartych przestrzeniach - np. na łąkach lub polach. Dzięki większym dostępnym powierzchniom można wykorzystać bardzo duży potencjał. Jeśli jednak w bezpośrednim sąsiedztwie nie ma dużego zapotrzebowania na ciepło, to szczególnie odpowiednie jest zastosowanie systemów fotowoltaicznych, tj. produkcji energii elektrycznej. Energia elektryczna może być następnie stosunkowo łatwo transportowana za pośrednictwem publicznej sieci energetycznej do odbiorcy końcowego.



**Rys. 77: Wycinek potencjalnych powierzchni dla systemów fotowoltaicznych na otwartych przestrzeniach**

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ponadto, ze względu na zrównoważone użytkowanie gruntów, sensowne jest instalowanie takich systemów na wcześniej zanieczyszczonych obszarach. Zapobiega to konkurencji między rolnictwem a wykorzystaniem energetycznym. Zgodnie z powszechnie stosowaną w Niemczech procedurą poszukuje się przede wszystkim korytarzy o długości 110 m wzdłuż istniejących ponadregionalnych obszarów komunikacyjnych (np. również na lotniskach) i torów kolejowych (obszar obciążony), na terenach konwersyjnych (np. kamieniołomy, byłe wysypiska śmieci, tereny wcześniej wykorzystywane do celów wojskowych) oraz poza obszarami leśnymi. Ponadto systemy fotowoltaiczne nie wchodzi w rachubę na obszarach ochrony przyrody (por. rozdział 2.4).

Pozostałe odpowiednie powierzchnie były zajęte przez moduły fotowoltaiczne i określono potencjalną powierzchnię modułu. Wydajność można określić na podstawie typowych i dostępnych w handlu modułów fotowoltaicznych. Przyjęto, że specyficzna wydajność modułów fotowoltaicznych



zainstalowanych na otwartych przestrzeniach jest jednolita i uproszczona na poziomie ok. 1.000 kWh<sub>el</sub>/kW<sub>el</sub> (3.600 MJ/kW<sub>el</sub>). Rzeczywista wydajność, którą można osiągnąć, zależy jednak zawsze od rodzaju, jakości i wydajności modułów fotowoltaicznych i może się zmieniać w górę i w dół. Tabela 27 przedstawia wyniki potencjalnej analizy.

Tab. 27: Potencjał energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na otwartych przestrzeniach

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	16.354	16.354	16.354	16.354
Czyże	0	0	0	0	0	0
Dubicze C.	0	0	841	841	841	841
Hajnówka G.	0	0	57.917	57.917	57.917	57.917
Hajnówka M.	0	0	10.156	10.156	10.156	10.156
Kleszczele	0	0	63.378	63.378	63.378	63.378
Narew	0	0	1.932	1.932	1.932	1.932
Narewka	0	0	53.453	53.453	53.453	53.453
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>204.032</b>	<b>204.032</b>	<b>204.032</b>	<b>204.032</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przy powyższych założeniach w Powiecie Hajnowskim istnieje łączny potencjał dla systemów fotowoltaicznych na otwartych przestrzeniach o łącznej mocy ok. 204.032 kW<sub>el</sub>. Instalacje te mogłyby potencjalnie wytwarzać około 204.032 MWh<sub>el</sub> (735 TJ) energii elektrycznej rocznie. Odpowiada to zapotrzebowaniu na energię elektryczną około 58.000 przeciętnych gospodarstw domowych o zapotrzebowaniu na energię elektryczną wynoszącym 3.500 kWh<sub>e</sub> każda. W sumie samo to byłoby większe niż obecne całkowite zużycie energii elektrycznej wynoszące 169.634 MWh<sub>el</sub>/rok (610 TJ). W bezpośredniej bliskości terenów przemysłowych wytwarzana tu energia elektryczna może być nawet bezpośrednio wykorzystywana i nie musi być transportowana przez publiczną sieć energetyczną. Właśnie te miejsca powinny być w przyszłości wskazywane w samorządowych planach urbanistycznych i budowlanych, a ich wykorzystanie powinno być wg możliwości wspierane.

Ponadto, ponieważ w niniejszej analizie wzięto pod uwagę tylko obszary szczególnie predestynowane, a teoretycznie systemy fotowoltaiczne mogłyby być sensownie instalowane na otwartych przestrzeniach w wielu innych miejscach, ogólny potencjał jest jeszcze większy. W ramach niniejszego opracowania należy jednak uznać, że potencjał rozważany powyżej powinien być wystarczający. Jedynym wyjątkiem jest potencjał miejskiej infrastruktury technicznej. Jest to opisane poniżej.

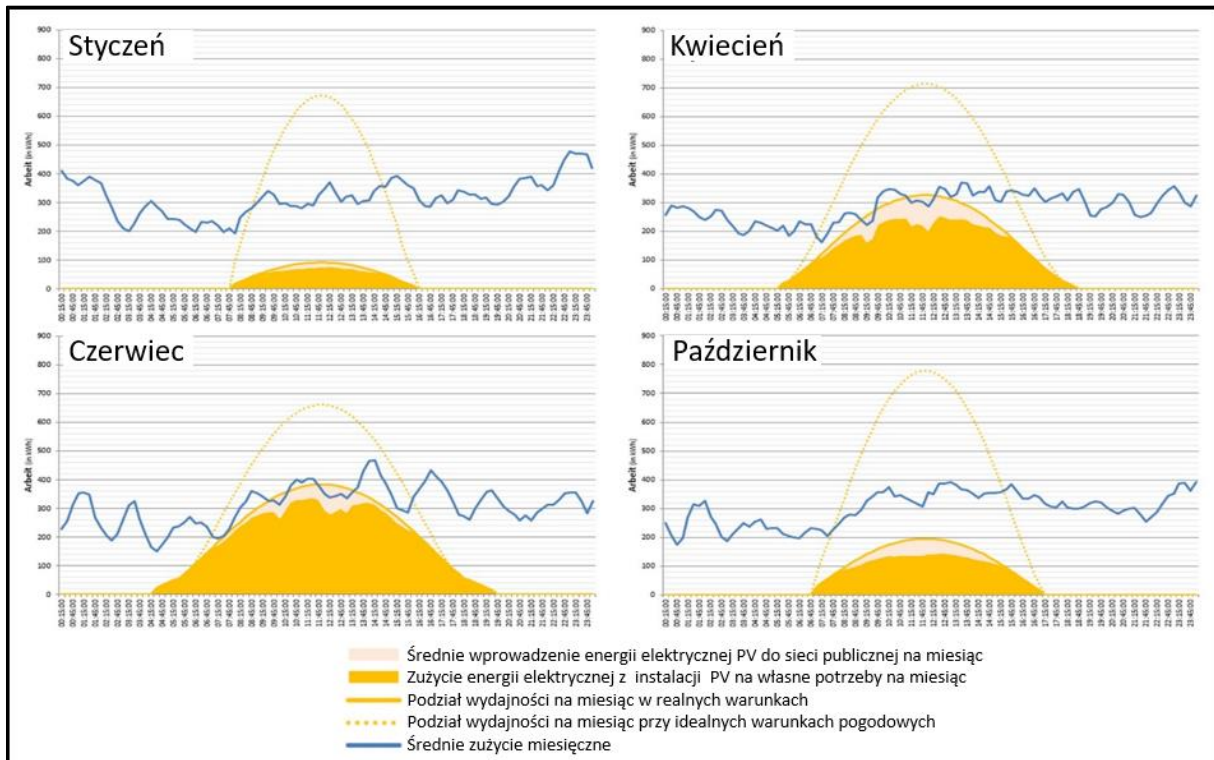
#### Potencjał wytwarzania energii w miejskich obiektach infrastruktury technicznej

Systemy fotowoltaiczne na otwartych przestrzeniach mogą być eksploatowane ekonomicznie i odciążać publiczną sieć energetyczną, jeśli energia elektryczna jest zużywana bezpośrednio na miejscu i nie musi być transportowana przez publiczną sieć energetyczną. Z tego powodu infrastruktura techniczna o wysokim zapotrzebowaniu na energię elektryczną jest szczególnie odpowiednia do budowy instalacji fotowoltaicznych na otwartej przestrzeni. W sektorze komunalnym są to głównie oczyszczalnie ścieków i wodociągi.

Oczyszczalnie ścieków i wodociągi zużywają szczególnie duże ilości energii elektrycznej w sektorze komunalnym i mają typowe profile obciążenia oraz strukturę zużycia energii elektrycznej, która może być pokryta w ciągu dnia za pomocą systemów fotowoltaicznych. W praktyce systemy fotowoltaiczne



mogą pokryć około 20 % całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną nawet bez (wciąż drogich) systemów magazynowania energii elektrycznej.



Rys. 78: Krzywa obciążenia przykładowej oczyszczalni ścieków i optymalne pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną z instalacji fotowoltaicznej

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

Jednak ze względu na wysokie zapotrzebowanie na energię elektryczną dachy budynków zazwyczaj nie są do tego wystarczające, dlatego też należy wykorzystywać przestrzeń otwartą w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów infrastruktury. Przy łącznym zużyciu energii elektrycznej we wszystkich gminach na tym obszarze wynoszącym ok. 2.246 MWh<sub>el</sub>/rok systemy fotowoltaiczne mogą zapewnić ok. 450 MWh<sub>el</sub>/rok.



Rys. 79: Przykładowe zapotrzebowanie na miejsce dla instalacji PV przy oczyszczalni ścieków (tutaj: w Dubiczach Cerkiewnych)

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018, DANE GEOBASIS: GUGK 2017)



## 6.2.2 Biomasa

### 6.2.2.1 Drewno energetyczne

Drewno jako źródło energii może być teraz wykorzystywane bardziej efektywnie i na wiele różnych sposobów, aby zapewnić energię niż jest to możliwe dzięki spalaniu jego kawałków. Pellet, podobnie jak paliwa płynne lub gazowe, może być spalany w prywatnych systemach centralnego ogrzewania w sposób ciągły i prawie bezobsługowy. Podobnie jak w przypadku pelletu cenny surowiec energetyczny może być automatycznie spalany w postaci zrębków drzewnych. Ten wariant jest szczególnie odpowiedni dla większych odbiorców ciepła oraz w połączeniu z lokalnymi sieciami ciepłowniczymi, dzięki którym duża liczba gospodarstw domowych może być zaopatrywana w energię ciepłą. Ponadto testowane są różne procesy gazyfikacji drewna lub przetwarzania drewna w metan, a nawet w biodiesel.

Na podstawie sprawdzonej technologii w niniejszym opracowaniu należy uwzględnić jedynie potencjał ciepły. Chociaż teoretycznie energia elektryczna i ciepło mogłyby być wytwarzane przez zgazowywacz drewna, to jednak ogólna sprawność jest tu znacznie niższa, a sama energia elektryczna może być również znacznie łatwiej i taniej wytwarzana przez inne odnawialne źródła energii, dlatego też z ekologicznego punktu widzenia wykorzystanie drewna do wytwarzania energii elektrycznej jest w rzeczywistości opłacalne tylko w kilku indywidualnych przypadkach. W niniejszej analizie skupiono się zatem na potencjale ciepłym spalania i dostawie energii ciepłej.

#### Osobliwość: Puszcza Białowieska

Zasadniczo w Powiecie Hajnowskim jest bardzo dużo lasu. Lasy stanowią około 55 % powierzchni. Znajduje się tutaj jedna z ostatnich dużych puszczy w Europie - Puszcza Białowieska. Jest to w wielu miejscach w dużej mierze dziewiczy obszar leśny, który rozciąga się ponad granicę państwową z sąsiednią Białorusią i zajmuje tam jeszcze więcej powierzchni niż po stronie polskiej.



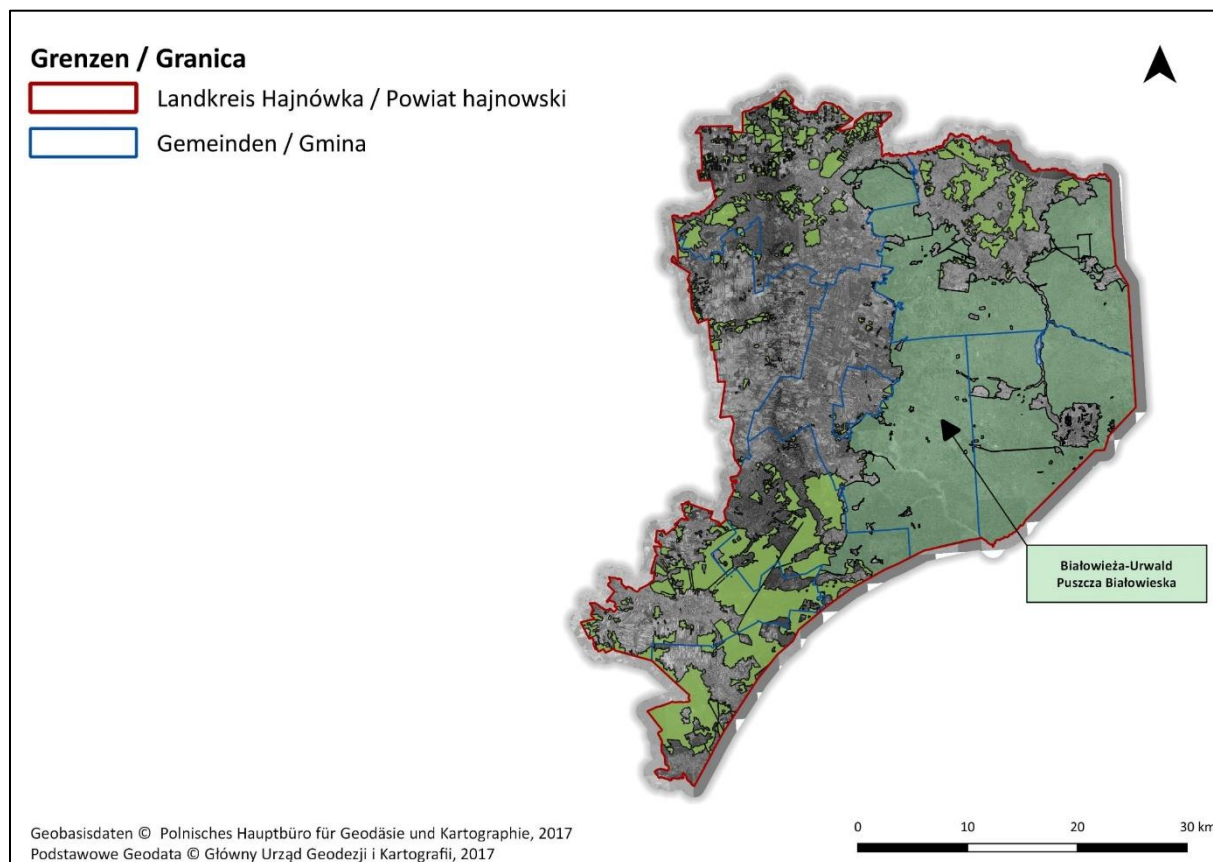
**Rys. 80: Widok na Puszcę Białowieską**

(FOTOGRAF: RALF DEUERLING)

Ze względu na nieskażoną przyrodę w Puszczy Białowieskiej znajduje się tu wiele cennych gatunków flory i fauny, a zatem cieszy się ona szczególnym statusem ochronnym, co wyraża się w postaci różnych obszarów ochrony przyrody i gatunków. Puszcza Białowieska oprócz krajowego statusu ochronnego, jakim jest powołanie w sercu puszczy Parku Narodowego oraz europejskiego oznaczenia obszarów Natura 2000, ze względu na swoją wyjątkowość w 2014 r. Puszcza Białowieska została również wpisana na Listę Światowego Dziedzictwa Przyrodniczego UNESCO na poziomie światowym. Poniższa mapa



przedstawia obszary leśne i obszary Puszczy Białowieskiej. W rozdziale 2.4 przedstawiono odpowiednie obszary chronione.



**Rys. 81: Obszary leśne i obszary chronione**

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### Konflikt Ochrona przyrody a samowystarczalność z odnawialnymi źródłami energii

Wielokrotna ochrona Puszczy Białowieskiej na poziomie krajowym i europejskim, a także na poziomie UNESCO, stwarza konflikt między wartością chronionego obszaru leśnego a tradycyjnym wykorzystaniem drewna jako paliwa i materiału budowlanego dla miejscowej ludności. I tak niedrogie, ponieważ wszechobecne drewno opałowe zawsze było najważniejszym źródłem energii w strukturalnie słabym regionie pod względem pokrycia zapotrzebowania na energię grzewczą (udział: 41 %). Ponadto, tradycyjne domy miejscowej ludności są zbudowane z drewna. Przed I wojną światową (1914-1918) puszcza była chronionym terenem łowieckim rosyjskiego cara, ale wraz z inwazją wojsk niemieckich w 1915 r. rozpoczęło się w puszczy przemysłowe wykorzystanie surowca drzewnego. Od tego czasu surowiec drzewny jest również wykorzystywany przez tartaki przemysłowe na poziomie ponadregionalnym. Wykorzystanie to było uzależnione od popytu, czasem w większym, a czasem w mniejszym stopniu.

Pierwotne wykorzystanie drewna w Puszczy Białowieskiej dla zaspokojenia potrzeb miejscowej ludności było nadal stosunkowo niskie. Wykorzystanie miało jedynie niewielki negatywny wpływ na istniejącą florę i faunę. Wykorzystanie przemysłowe i ponadregionalne ma jednak kilka negatywnych skutków, które miały trwały negatywny wpływ nie tylko na lasy i istniejące gatunki drzew, ale także na faunę. Na przykład, podczas gdy puszcza była wcześniej naturalnym lasem mieszanym, to jako środek zastępczy dla wycinanego drewna zasadzano szczególnie szybko rosnące gatunki drzew, które



obećcywały wyższe zyski. Ponadto w międzyczasie wymarł główny ssak Puszczy Białowieskiej – żubr i dopiero przy dużym wysiłku i intensywnej hodowli doszło do restytucji żubra dzięki osobnikom istniejącym w zoo.

Konflikt wynika zatem bardziej z zastosowania przemysłowego i ponadregionalnego niż z tradycyjnego wykorzystania drewna jako paliwa i materiału budowlanego dla miejscowej ludności. W niniejszym opracowaniu - również w ścisłym porozumieniu z europejskimi organizacjami ochrony przyrody - nie należy zatem całkowicie pomijać wykorzystania surowca drzewnego z Puszczy Białowieskiej i powinien on być uwzględniany w analizie potencjału w opisanym zakresie.

#### Istniejące Plany Urządzenia Lasu w Puszczy Białowieskiej

W ostatnim czasie opracowano dwa Plany Urządzenia Lasu dla Puszczy Białowieskiej. Podczas gdy w Powiecie Hajnowskim w latach 2002-2011 pozyskiwano z różnych nadleśnictw około 1,6 mln m<sup>3</sup> drewna (z czego 74 % pochodziło z Puszczy Białowieskiej; tutaj więc około 1 mln m<sup>3</sup>), to najnowszy Plan Urządzenia Lasu na lata 2012-2021 dla Puszczy Białowieskiej przewiduje, że w ciągu 10 lat pozyskać można jedynie 469 tys. m<sup>3</sup> drewna (mniej niż połowa poziomu w poprzedniej dekadzie). Wprawdzie z powodu silnej ekspansji kornika czasowo zarządzono wyższe pozyskanie drewna, ale w międzyczasie je cofnięto. Nadal obowiązują pierwotne Plany Urządzenia Lasu (por. BRZOSTOWSKI i inni 2014).

Ponieważ obecny Plan Urządzenia Lasu został opracowany w zgodzie z raportami środowiskowymi należy rozpatrywać planowane wielkości cięć (ok. 46.900 m<sup>3</sup> rocznie). Ta ilość drewna z Puszczy Białowieskiej została uwzględniona w analizie potencjału.

#### Określenie potencjału w dwóch etapach

Niniejsza analiza potencjału określa potencjał drewna energetycznego w dwóch etapach. Ma to związek z bieżącym gospodarowaniem i pozostałościami powstającymi podczas gospodarowania.

- 1) W pierwszym etapie analiza potencjału określa ilość drewna energetycznego, które teoretycznie byłoby dostępne, gdyby jako drewno energetyczne wykorzystano tylko materiały odpadowe, tj. materiał z gałęzi, korę i pozostałości drewniane, które nie znajdują zastosowania przy wytworzeniu wartościowych produktów drewnianych. W niniejszym opracowaniu określa się to „potencjałem minimalnym”.
- 2) W drugim etapie analiza potencjału określa maksymalny potencjał na podstawie wielkości cięć w Puszczy Białowieskiej oraz ilości przyrastającej masy drzewnej w Powiecie Hajnowskim. W tej analizie całe drewno jest traktowane jako drewno energetyczne. Ten teoretyczny potencjał całkowity w niniejszym opracowaniu określa się jako „potencjał maksymalny”.



**Ważna uwaga w tym kontekście:**

Podsumowując, potencjał energetyczny drewna faktycznie dostępny do celów grzewczych będzie się znajdował gdzieś pomiędzy tymi dwoma potencjałami. Ze względu na stosunki własnościowe i inne istniejące plany administracji leśnej (duża część analizowanych lasów zarządzana jest przez Lasy Państwowe) w niniejszym opracowaniu nie można wyraźnie określać drewna energetycznego na konkretne cele. Określenie potencjału powinno być zawsze rozważaniem teoretycznym, które pozwala oszacować całkowite dostępne ilości.

g des Minimal-Potenzials

W Powiecie Hajnowskim znajduje się łącznie około 86,5 tys. ha lasu. Z tego ok. 60.000 ha należy do Puszczy Białowieskiej, a 26.500 ha to inne obszary leśne. Z 60.000 ha Puszczy Białowieskiej prawie 10.000 ha jest pod ścisłą ochroną jako Park Narodowy. Na pozostałych powierzchniach Puszczy Białowieskiej (pozostałe 50.000 ha) co roku przyrasta około 430.000 m<sup>3</sup> drewna. Z tej ilości w ramach Planu Urządzenia Lasu pozyskiwane jest 46.900 m<sup>3</sup> drewna rocznie, co stanowi tylko około 11 %. Na pozostałych 26.500 ha powierzchni leśnej przyrasta rocznie łącznie 250.000 m<sup>3</sup>. Teoretycznie dostępnych byłoby więc 296.900 m<sup>3</sup> drewna. Gdyby pozyskiwano taką ilość drewna, wyprodukowanoby ok. 51.000 m<sup>3</sup> lub 37.500 ton drewna przerzedzonego i resztkowego, które można wykorzystać do celów energetycznych. Ze względu na zawartość wody około 50 % drewno przerzedzone i resztkowe zawiera od 2,1 do 2,3 kWh<sub>th</sub>/kg (7,6 - 8,3 MJ/kg). W związku z tym drewno przerzedzane i resztkowe teoretycznie zawiera energię cieplną wynoszącą 76.000 MWh<sub>th</sub>/rok (274 TJ). Poniższa tabela przedstawia ten potencjał w podziale na gminy w zależności od udziału powierzchni leśnej.

**Tab. 28: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada minimum)**

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	16.066	10.711	-13.003	-8.668	3.064	2.042
Czeremcha	23.413	15.608	-11.663	-7.776	11.749	7.833
Czyże	16.727	11.151	-13.733	-9.155	2.994	1.996
Dubicze C.	15.112	10.075	-1.633	-1.089	13.479	8.986
Hajnówka G.	25.764	17.176	-25.592	-17.061	173	115
Hajnówka M.	43.341	28.894	-39.118	-26.079	4.222	2.815
Kleszczele	19.950	13.300	-5.642	-3.761	14.308	9.539
Narew	36.735	24.490	-21.854	-14.569	14.881	9.921
Narewka	39.841	26.560	-28.754	-19.169	11.087	7.391
<b>Suma</b>	<b>236.949</b>	<b>157.966</b>	<b>-160.991</b>	<b>-107.327</b>	<b>75.958</b>	<b>50.639</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Badania pokazują, że już dziś do celów energetycznych zużywa się trzy razy więcej drewna niż byłoby to możliwe w przedstawianym potencjale drewna energetycznego w zasadzie minimalnej (resztki drewniane i przerzedzanie).

Określenie potencjału maksymalnego

W przeciwieństwie do potencjału minimalnego (patrz wyżej) z ilości 46.900 m<sup>3</sup> drewna dostępnego z Puszczy Białowieskiej i pozostałych 250.000 m<sup>3</sup> przyrastających w tym samym czasie w pozostałych lasach Powiatu Hajnowskiego całość drewna jest wykorzystywana do celów grzewczych. Teoretycznie do celów grzewczych dostępnych jest 296.900 m<sup>3</sup> lub 221.500 ton rocznie. Ze względu na zawartość



wody około 50 % pozyskane drewno zawiera od 2,1 do 2,3 kWh<sub>th</sub>/kg (7,6 - 8,3 MJ/kg). W związku z tym drewno trzebieżowe i resztkowe teoretycznie zawiera energię cieplną wynoszącą 488.000 MWh<sub>th</sub>/rok (1.757 TJ). Poniższa tabela przedstawia ten potencjał w podziale na gminy w zależności od udziału powierzchni leśnej.

Tab. 29: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada maksimum)

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	16.066	10.711	3.444	2.296	19.510	13.007
Czeremcha	23.413	15.608	52.259	34.840	75.672	50.448
Czyże	16.727	11.151	2.557	1.705	19.284	12.856
Dubicze C.	15.112	10.075	71.661	47.774	86.773	57.849
Hajnowka G.	25.764	17.176	-24.651	-16.434	1.113	742
Hajnowka M.	43.341	28.894	-16.453	-10.968	26.888	17.925
Kleszczele	19.950	13.300	72.203	48.136	92.153	61.435
Narew	36.735	24.490	59.073	39.382	95.809	63.872
Narewka	39.841	26.560	31.300	20.866	71.140	47.427
<b>Suma</b>	<b>236.949</b>	<b>157.966</b>	<b>251.395</b>	<b>167.596</b>	<b>488.343</b>	<b>325.562</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Badania pokazują w zasadzie maksimum, że w analizie odizolowanej od innych czynników do celów grzewczych ilość drewna byłaby teoretycznie wystarczająca. Wprowadzie miasto i gmina wiejska Hajnowka nie są w stanie samodzielnie pokryć swoich bieżących potrzeb w zakresie energii cieplnej, to jednak w bilansie masowym mogą one korzystać z nadwyżek z innych gmin. Teoretycznie dostępne byłoby prawie dwa razy więcej drewna energetycznego niż obecnie zużywane.

#### Podsumowanie

W zasadzie minimalnej nie ma wystarczającej ilości drewna trzebieżowego i resztkowego, aby pokryć zapotrzebowanie na energię cieplną. Odosobniona analiza zasady maksimum nie uwzględnia jednak faktu, że Hajnowka jest ważnym miejscem dla przemysłu drzewnego i że duże ilości są również wykorzystywane do produkcji wyrobów z drewna wyższej jakości. BRZOSTOWSKI i inni 2014 pokazuje, że około 90.000 m<sup>3</sup> drewna rocznie potrzebują lokalne przedsiębiorstwa przemysłowe. Już teraz muszą „importować” drewno z dużych odległości, ponieważ istniejące ilości w powiecie nie pokrywają zapotrzebowania. Poniższa tabela przedstawia dostępne ilości, biorąc pod uwagę wyżej wymienione potrzeby przemysłowe i odejmując je od całkowitego potencjału.

Tab. 30: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada maksymalna bez zapotrzebowania przemysłowego)

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	16.066	10.711	3.444	2.296	19.510	13.007
Czeremcha	23.413	15.608	-31.441	-20.960	-8.028	-5.352
Czyże	16.727	11.151	2.557	1.705	19.284	12.856
Dubicze C.	15.112	10.075	71.661	47.774	86.773	57.849
Hajnowka G.	25.764	17.176	-91.611	-61.074	-65.847	-43.898
Hajnowka M.	43.341	28.894	-16.453	-10.968	26.888	17.925
Kleszczele	19.950	13.300	72.203	48.136	92.153	61.435
Narew	36.735	24.490	59.073	39.382	95.809	63.872





Narewka	39.841	26.560	31.300	20.866	71.140	47.427
<b>Suma</b>	<b>236.949</b>	<b>157.966</b>	<b>100.735</b>	<b>67.156</b>	<b>337.683</b>	<b>225.122</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W szczególności dlatego, że poprzez państwowe zarządzanie w rzeczywistości duże ilości pozyskanego drewna znajdują inne rynki zbytu i prawdopodobnie wyjeżdżają z powiatu, a więc wg niniejszej analizy są „eksportowane”, to rzeczywisty potencjał drewna energetycznego został już prawdopodobnie w dużej mierze wyczerpany.

Niemniej jednak w teoretycznej analizie potencjału dla Powiatu Hajnowskiego (por. wyjaśnienia w rozdziale 5.1.1. dotyczącej zasady terytorialnej) należy uwzględnić potencjały wymienione w tabeli 30 z wyłączeniem popytu przemysłowego określonego zgodnie z BRZOSTOWSKI i inni 2014. Zgodnie z tym teoretycznie prawie połowa obecnego zużycia (100.735 MWh<sub>th</sub>/rok lub 363 TJ) mogłaby zostać wykorzystana w większym stopniu. Zamiast 236.949 MWh<sub>th</sub>/rok (853 TJ) (853 TJ) można byłoby wygenerować w powiecie jako drewno energetyczne łącznie około 337.684 MWh<sub>th</sub>/rok (1.216 TJ). Tylko w ten sposób można by zwiększyć udział energii odnawialnych w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło z obecnych 42 % do prawie 60 %.

#### 6.2.2.2 Biogaz

Biogaz jest zwykle wytwarzany z upraw energetycznych i nawozów rolniczych. Potencjał biogazu ze ścieków biogenicznych lub ścieków opisano w rozdziałach 6.2.2.3 i 6.2.6.



**Rys. 82: Biogazownia w Starym Korninie (Gmina Dubicze Cerkiewne)**

(FOTOGRAF: RALF DEUERLING)

#### Potencjał z upraw energetycznych

W kontekście niniejszego opracowania należy zbadać teoretyczny potencjał energii elektrycznej i cieplnej z upraw energetycznych. W pierwszym etapie zbadane zostanie, jaka powierzchnia jest niezbędna do produkcji żywności, zarówno dla ludzi, jak i zwierząt gospodarskich. Powiat Hajnowski posiada łącznie 37.247 ha gruntów ornych i 25.468 ha użytków zielonych. Po odliczeniu powierzchni potrzebnej do produkcji żywności pozostaje 28.563 ha gruntów ornych i 7.816 ha terenów zielonych. Jeśli same grunty orne zostałyby wykorzystane pod uprawy energetyczne (założenie: kukurydza), to przy wydajności metanu na poziomie prawie 5.000 m<sup>3</sup>/ha\*rok rocznie mogłoby zostać wyprodukowane łącznie około 140 mln m<sup>3</sup> metanu. Przy wartości opałowej 9,97 kWh<sub>HU</sub>/m<sup>3</sup> odpowiada to nieco ponad 1.400.000 MWh<sub>HU</sub>/rok. Za pomocą bloku kogeneracyjnego mogą one zostać przekształcone w łącznie około 490.000 MWh<sub>el</sub>/rok energii elektrycznej i 775.000 MWh<sub>th</sub>/rok ciepła, przy czym po odjęciu potrzeb własnych biogazowni prawie 560.000 MWh<sub>th</sub>/rok ciepła mogłoby być udostępniane odbiorcom zewnętrznym za pomocą lokalnego systemu ciepłowniczego.



Tab. 31: Potencjał energii elektrycznej z upraw energetycznych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	5.044	608	5.044	608
Czeremcha	0	0	21.497	2.590	21.497	2.590
Czyże	0	0	138.150	16.645	138.150	16.645
Dubicze C.	8.300	999	34.939	4.211	43.239	5.210
Hajnówka G.	0	0	72.644	8.752	72.644	8.752
Hajnówka M.	0	0	0	0	0	0
Kleszczele	0	0	43.852	5.283	43.852	5.283
Narew	0	0	115.828	13.955	115.828	13.955
Narewka	0	0	52.617	6.339	52.617	6.339
<b>Suma</b>	<b>8.300</b>	<b>999</b>	<b>484.572</b>	<b>58.383</b>	<b>492.872</b>	<b>59.382</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Tab. 32: Potencjał ciepła z upraw energetycznych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	5.707	955	5.707	955
Czeremcha	0	0	24.323	4.070	24.323	4.070
Czyże	0	0	156.307	26.156	156.307	26.156
Dubicze C.	0*	1.598	48.922	6.588	48.922	8.186
Hajnówka G.	0	0	82.191	13.754	82.191	13.754
Hajnówka M.	0	0	0	0	0	0
Kleszczele	0	0	49.615	8.302	49.615	8.302
Narew	0	0	131.052	21.930	131.052	21.930
Narewka	0	0	59.533	9.962	59.533	9.962
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>1.598</b>	<b>557.649</b>	<b>91.717</b>	<b>557.649</b>	<b>93.315</b>

\*) W czasie przygotowywania niniejszego opracowania operator biogazowni miał plany, wykorzystanie dostępnego ciepła do suszenia substratów. Niektóre z tych zamierzeń są już realizowane.

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ze względów estetycznych, ale także ekologicznych, nie jest oczywiście pożądane uprawianie roślin energetycznych, a w szczególności kukurydzy energetycznej w monokulturze na wszystkich pozostałych gruntach ornych. Jednocześnie zostałyby utracona znaczna część różnorodności ekologicznej. W związku z tym w przedstawieniu obliczonego powyżej potencjału chodzi o teoretyczny potencjał całkowity. Faktycznie osiągalny potencjał jest wyraźnie niższy od teoretycznego całkowitego potencjału opisanego powyżej i może być wykorzystany w sposób zrównoważony, w szczególności poprzez odpowiednie środki kontroli.

#### Potencjał z nawozu naturalnego

Powiat Hajnowski posiada co najmniej 4.720 sztuk bydła, 4.660 świń i 1.060 koni. Niestety, nie wszystkie gminy były w stanie przedstawić odpowiednie dane liczbowe, więc prawdopodobnie jest jeszcze większa populacja tych zwierząt. Gnojowica produkowana przez te zwierzęta może być wykorzystana do wytwarzania energii (np. poprzez dodanie jej do biogazowni). Gdyby w biogazowni fermentowano powstałe w ten sposób ilości obornika rolniczego, można by wyprodukować łącznie co najmniej 1.373.000 m<sup>3</sup> metanu. Jest to równowartość około 13.689 MWh<sub>HU</sub>. W bloku ciepłowniczo-energetycznym mogą one być wykorzystywane w sumie 4.791 MWh<sub>el</sub>/rok i 7.529 MWh<sub>th</sub>/rok, z czego



ze względu na własne potrzeby biogazowni tylko około 5.421 MWh<sub>th</sub>/rok byłoby dostępne do celów zewnętrznych.

**Tab. 33: Potencjał energii elektrycznej z nawozu naturalnego**

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	*	*	*	*
Czeremcha	0	0	143	17	143	17
Czyże	0	0	*	*	*	*
Dubicze C.	0	0	907	109	907	109
Hajnowka G.	0	0	2.904	350	2.904	350
Hajnowka M.	0	0	*	*	*	*
Kleszczele	0	0	837	101	837	101
Narew	0	0	*	*	*	*
Narewka	0	0	*	*	*	*
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.791</b>	<b>577</b>	<b>4.791</b>	<b>577</b>

\*) Populacja zwierząt jako podstawa do obliczenia potencjału nieznana lub utrzymywana w tajemnicy ze względu na ochronę danych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

**Tab. 34: Potencjał ciepła z nawozu naturalnego**

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	*	*	*	*
Czeremcha	0	0	162	27	162	27
Czyże	0	0	*	*	*	*
Dubicze C.	0	0	1.027	172	1.027	172
Hajnowka G.	0	0	3.285	550	3.285	550
Hajnowka M.	0	0	*	*	*	*
Kleszczele	0	0	947	158	947	158
Narew	0	0	*	*	*	*
Narewka	0	0	*	*	*	*
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.421</b>	<b>907</b>	<b>5.421</b>	<b>907</b>

\*) Populacja zwierząt jako podstawa do obliczenia potencjału nieznana lub utrzymywana w tajemnicy ze względu na ochronę danych

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### 6.2.2.3 Biomasa odpadowa

W Powiecie Hajnowskim powstają różne odpady z biomasy, które teoretycznie mogą być wykorzystane do wytwarzania energii. Są to głównie biogeniczne składniki odpadów resztkowych, przydrożnych odpadów zieleni i odpadów z pielęgnacji ogrodów i krajobrazu.

#### Biogeniczne składniki w odpadach resztkowych

Co roku w samych tylko prywatnych gospodarstwach domowych zbiera się w powiecie około 5.075 ton odpadów resztkowych. Spośród 16.432 budynków mieszkalnych na terenie powiatu do systemu ewidencji podłączonych jest tylko 9.334. Można założyć, że całkowita potencjalna ilość odpadów resztkowych zwiększyłaby się o taką samą ilość, gdyby wszystkie gospodarstwa domowe były podłączone do systemu ewidencji. Pozwoliłoby to na zebranie łącznie około 7.907 ton odpadów resztkowych rocznie.



Wraz z systemem zbiórki odpadów resztkowych może mieć miejsce oddzielna zbiórka składników biogenicznych - tzw. bioodpadów. Doświadczenie pokazało (por. system zbiórki w Niemczech), że w ten sposób prawie 25 % odpadów resztkowych może być zbierane oddzielnie jako odpady biogeniczne (odpady spożywcze, część odpadów ogrodowych itp. ) i wykorzystywane do wytwarzania energii przy pomocy biogazowni. Przy udziale 25 % byłyby to bioodpady o masie 1.875 ton rocznie. Przy wydajności metanu ok. 67,5 m<sup>3</sup>/t bioodpadów łączna ilość metanu wyniosłaby 126,541 m<sup>3</sup>. Przy zawartości energii 9,97 kWh<sub>Hu</sub>/m<sup>3</sup> byłoby to 1.261 MWh<sub>Hu</sub> rocznie. Mogłyby one zostać przekształcone w 442 MWh<sub>el</sub>/rok (1.591 GJ) i 694 MWh<sub>th</sub>/rok, z czego tylko 500 MWh<sub>th</sub>/rok (1.800 GJ) byłoby dostępne do celów zewnętrznych ze względu na własne potrzeby zakładu fermentacji.

Tab. 35: Potencjał energii elektrycznej z odpadów biogenicznych w odpadach z gospodarstw domowych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	34	4	34	4
Czeremcha	0	0	39	5	39	5
Czyże	0	0	16	2	16	2
Dubicze C.	0	0	17	2	17	2
Hajnówka G.	0	0	23	3	23	3
Hajnówka M.	0	0	215	26	215	26
Kleszczele	0	0	23	3	23	3
Narew	0	0	40	5	40	5
Narewka	0	0	34	4	34	4
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>442</b>	<b>53</b>	<b>442</b>	<b>53</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Tab. 36: Potencjał ciepła z odpadów biogenicznych w odpadach z gospodarstw domowych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	39	5	39	5
Czeremcha	0	0	44	5	44	5
Czyże	0	0	18	2	18	2
Dubicze C.	0	0	19	2	19	2
Hajnówka G.	0	0	26	3	26	3
Hajnówka M.	0	0	244	29	244	29
Kleszczele	0	0	26	3	26	3
Narew	0	0	45	5	45	5
Narewka	0	0	39	5	39	5
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>500</b>	<b>60</b>	<b>500</b>	<b>60</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W tym kontekście należy jednak zauważyć, że zbilansowane ilości odpadów powyżej nie są wystarczające ekonomicznie do prowadzenia zakładu fermentacji bioodpadów. W tym celu konieczne są bardzo wysokie nakłady inwestycyjne. Teoretycznie takie instalacje do fermentacji bioodpadów mogą być opłacalne w ilości co najmniej 50.000 ton rocznie, a w większości przypadków tylko przy kosztach przekraczających 100.000 ton. Ponadto tak zebrane bioodpady ze względu na konieczną higienizację (w procesie fermentacji ciepłolubnej należy zabić zarazki zawarte w odpadach) nie są fermentowane razem z innymi substratami biogennymi (np. kukurydza energetyczna), ponieważ są one zazwyczaj fermentowane taniej przy znacznie niższych poziomach temperatury i mniejszych stratach energii.



Ponadto uwzględnia się tu jedynie ilości odpadów z gospodarstw domowych. Lokalne przedsiębiorstwa handlowe generują jeszcze więcej odpadów. Z reguły jednak są one już odpowiednio wykorzystywane, dlatego też nie zakłada się tu dalszego potencjału.

Powiat jest zatem uzależniony od współpracy z innymi władzami lokalnymi w celu, z jednej strony, promowania, w razie potrzeby, selektywnej zbiórki odpadów biogenicznych, a z drugiej strony, aby móc obsługiwać wspólną instalację fermentacyjną lub zarządzić działaniem takiej instalacji. Potencjał (i tak już stosunkowo niski) jest zatem trudno dostępny w perspektywie krótkoterminowej.

#### Pielęgnacja ogrodu i zielone odpady komunalne

Według danych uzyskanych z gmin odpady ogrodnicze są obecnie w większości kompostowane przez same gospodarstwa domowe. Do wspólnej spółki komunalnej dostarcza się obecnie tylko około 350 ton rocznie. Obecnie w samych gminach powstaje bardzo mało materiału z pielęgnacji ogrodów i krajobrazu. Doświadczenie pokazało (por. system zbiórki w Niemczech), że jeśli istnieje odpowiedni obowiązek przekazania takich odpadów gminom i centralne punkty zbioru odpadów są zagęszczone (korzystniej zlokalizowane punkty) w gminach wiejskich można zebrać około 60 kg na mieszkańca. Przy łącznej liczbie 44.567 mieszkańców odpowiada to potencjalnie mierzalnej ilości 2.674 ton rocznie. Składają się one z około 10 % materiału piaszczystego i ziemnego (tj. materiału bez energii), około 30 %, materiału drzewnego z sękami i 60 % materiału zielnego.

Tak powstały materiał składający się w 30 % z sęków, tj. łącznie około 800 t/r, może być poddany recyklingowi termicznemu. Przy zawartości energii w świeżo zebranym materiale (50 % zawartości wody) wynoszącej od 2,1 do 2,3 kWh<sub>th</sub>/kg (7,6 - 8,3 MJ/kg) teoretycznie można by uzyskać 1.700 MWh<sub>th</sub>/rok (6.120 GJ). Są one rozdzielone między gminy w następujący sposób:

Tab. 37: Potencjał ciepła z zielonych odpadów komunalnych (z sękami)

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	86	57	86	57
Czeremcha	0	0	125	84	125	84
Czyże	0	0	80	53	80	53
Dubicze C.	0	0	61	40	61	40
Hajnówka G.	0	0	148	99	148	99
Hajnówka M.	0	0	804	536	804	536
Kleszczele	0	0	99	66	99	66
Narew	0	0	137	92	137	92
Narewka	0	0	144	96	144	96
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.685</b>	<b>1.123</b>	<b>1.685</b>	<b>1.123</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Ponadto pozostałe 60 % materiału zielnego można teoretycznie podawać do instalacji fermentacyjnej do produkcji biogazu. Ponieważ 10 % niesfermentowanego materiału jest ponownie potrzebne do przetworzenia po fermentacji, dostępnych jest tylko około 90 % tego materiału, tj. 1.444 t z łącznej ilości około 1.600 t rocznie. Zawartość metanu ok. 50 m<sup>3</sup>/t oznacza wydajność metanu 72.200 m<sup>3</sup> i zawartość energii 720 MWh<sub>Hu</sub> rocznie. Za pomocą jednostki kogeneracyjnej można je przekształcić w energię elektryczną i ciepło. W ten sposób można wygenerować łącznie prawie 252 MWh<sub>el</sub> (907 GJ) prądu i łącznie 396 MWh<sub>th</sub> (1.426 GJ), z czego tylko 285 MWh<sub>th</sub> (1.026 GJ) rocznie jest dostępne do celów zewnętrznych ze względu na własne potrzeby instalacji fermentacyjnej.



Tab. 38: Potencjał energii elektrycznej z materiału zielnego z ogrodów i pielęgnacji krajobrazu

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	13	2	13	2
Czeremcha	0	0	19	2	19	2
Czyże	0	0	12	1	12	1
Dubicze C.	0	0	9	1	9	1
Hajnówka G.	0	0	22	3	22	3
Hajnówka M.	0	0	120	14	120	14
Kleszczele	0	0	15	2	15	2
Narew	0	0	21	2	21	2
Narewka	0	0	21	3	21	3
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>252</b>	<b>30</b>	<b>252</b>	<b>30</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Tab. 39: Potencjał ciepła z materiału zielnego z ogrodów i pielęgnacji krajobrazu

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	14	2	14	2
Czeremcha	0	0	21	3	21	3
Czyże	0	0	14	2	14	2
Dubicze C.	0	0	10	1	10	1
Hajnówka G.	0	0	25	3	25	3
Hajnówka M.	0	0	136	16	136	16
Kleszczele	0	0	17	2	17	2
Narew	0	0	23	3	23	3
Narewka	0	0	24	3	24	3
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>285</b>	<b>34</b>	<b>285</b>	<b>34</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W odniesieniu do tego ostatniego (i tak już stosunkowo niski) potencjał elektryczności i ciepła z zielnych materiałów ogrodniczych i pielęgnacji krajobrazu, należy wspomnieć, że wymagana do tego metoda fermentacji powoduje wyższe koszty niż kompostowanie, zwłaszcza ze względu na wysokie koszty inwestycji w instalację fermentacyjną.

#### Inne odpady z pielęgnacji krajobrazu

Odpady z pielęgnacji krajobrazu, które mogą być wykorzystane do wytwarzania energii, obejmują głównie materiały trawiaste i lekko zdrewniałe, które są zbierane na ekstensywnie zarządzanych obszarach w celu zachowania funkcjonalności ekosystemu. Teoretycznie takie "odpady" mogą być wykorzystane do wytworzenia energii w instalacji fermentacyjnej. Niestety w ramach niniejszego opracowania nie można było zidentyfikować takich obszarów.

Ponadto takie odpady z pielęgnacji krajobrazu są zazwyczaj niezanieczyszczonymi "odpadami", które z większym prawdopodobieństwem mogą być wykorzystywane jako pasza dla zwierząt lub, jeśli nie jest to możliwe, powinny być kompostowane. Kompostowanie odpadów pochodzących z pielęgnacji krajobrazu stawia mniej wymagań co do drogi recyklingu niż w przypadku fermentowni i dlatego jest znacznie tańsze. **Energetyczne wykorzystanie niezanieczyszczonych odpadów z zakresu ochrony**



krajobrazu w zakładach fermentacyjnych nie jest zatem zasadniczo ani ekologiczne, ani ekonomiczne.

### 6.2.3 Energia wodna

Energia wodna jest jedną z najstarszych form produkcji energii przez ludzkość. Ogólnie rzecz biorąc, energia kinetyczna wody jest zamieniana na energię mechaniczną, albo przez ruch przepływu, albo przez upadek z określonej wysokości. Obecnie większość tej energii kinetycznej jest wykorzystywana przez generator do produkowania prądu. Na łódzie można dokonać podstawowego rozróżnienia pomiędzy elektrowniami przepływowymi a elektrowniami szczytowo-pompowymi (pompowymi). Mówiąc prościej: podczas gdy w elektrowni przepływowej wykorzystywana jest energia kinetyczna wody w rzece, w elektrowni magazynowej zgromadzona woda spada z pewnej wysokości na turbiny i w ten sposób napędza generatory. W zasadzie jednak potencjalna energia wody we wszystkich elektrowniach wodnych jest przekształcana w energię kinetyczną.



**Rys. 83: Elektrownia wodna przy Erlangen (Niemcy)**

(ZDJĘCIE WYKONANE PODCZAS WIZYTY STUDYJNEJ ODBYWAJĄCEJ SIĘ W RAMACH POWSTAWANIA NINIEJSZEGO OPRACOWANIA; FOTOGRAF: RALF DEUERLING)

Elektrownie szczytowo-pompowe stanowią szczególną formę wykorzystania energii wodnej: zwłaszcza w coraz ważniejszych dyskusjach na temat magazynowania energii elektrycznej, elektrownie te stanowią stosunkowo wydajną formę magazynowania. Podczas gdy woda zgromadzona w okresach szczytowego obciążenia jest wykorzystywana do wytwarzania energii elektrycznej, nadmiar energii elektrycznej może być wykorzystany do transportu wody na wyższy poziom w okresach niskiego obciążenia - a następnie przekształcony z powrotem w energię elektryczną przez generator w okresach wysokiego obciążenia. Warunkiem wstępnym budowy elektrowni szczytowo-pompowej jest zmniejszenie różnicy wysokości, możliwość magazynowania wystarczającej ilości wody w zbiornikach oraz możliwość interwencji przyjaznej dla środowiska.

Dodatkowy potencjał wykorzystania energii wodnej jest możliwy poprzez:

- Budowę nowych elektrowni wodnych
- Wymianę istniejących obiektów
- Modernizację istniejących obiektów
- Reaktywację elektrowni wycofanych z eksploatacji



## Określenie potencjału

W wielu przypadkach jednak trudno jest zbudować nową elektrownię. Chociaż nie wszystkie potencjały hydroenergetyczne są lub były wykorzystywane, działanie elektrowni wodnych stanowi znaczącą ingerencję w ekologię akwenu i przyległego środowiska naturalnego. Aspekty ochrony przyrody i wód często przemawiają zatem przeciwko budowie nowych elektrowni wodnych.

Ponadto w Powiecie Hajnowskim prawie nie ma większych różnic wysokości, które można wykorzystać do akumulacji wody i instalacji hydroelektrowni. Maksymalna różnica wysokości w powiecie o łącznej powierzchni 162.353 ha wynosi tylko około 63 m. Rysunek 13 w rozdziale 2.10 przedstawia profil wysokości i istniejące zbiorniki wodne.

Niemniej jednak należy zbadać i przedstawić teoretyczny potencjał elektrowni wodnych w Powiecie Hajnowskim. Niniejsze opracowanie opiera się na istniejących badaniach BRZOSTOWSKIEGO i inni. 2014. W studium potencjału surowca w Powiecie Hajnowskim szczegółowo zbadano już potencjał elektrowni wodnych przy istniejących tamach. W związku z tym potencjał jest następujący:

Tab. 40: Potencjał dla energii elektrycznej z elektrowni wodnych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	10	2	10	2
Czyże	0	0	44	7	44	7
Dubicze C.	0	0	85	15	85	15
Hajnówka G.	0	0	9	2	9	2
Hajnówka M.	0	0	0	0	0	0
Kleszczele	0	0	71	12	71	12
Narew	0	0	99	18	99	18
Narewka	1.100	166	11	2	1.111	168
<b>Suma</b>	<b>1.100</b>	<b>166</b>	<b>328</b>	<b>58</b>	<b>1.428</b>	<b>224</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Jak wynika z badań BRZOSTOWSKI i inni 2014 i tabeli 40, nie ma potencjału dla dalszych dużych elektrowni wodnych. Potencjał leży prawie wyłącznie w obszarze małych- i mikroelektrowni wodnych, ale jeżeli są one wystarczająco blisko użytkowników, mogą przynajmniej częściowo pokryć ich potrzeby energetyczne. Dlatego też, jeśli użytkownik znajduje się w pobliżu istniejących tam, należy zbadać, czy potencjał ten może zostać wykorzystany. Ponieważ jeśli potencjał ten można wykorzystać, jest to tania i przyjazna dla środowiska metoda długoterminowego dostarczania energii elektrycznej.

### 6.2.4 Energia wiatrowa

Energia wiatru zamienia energię kinetyczną mas powietrza na ruch mechaniczny. Ta energia mechaniczna może być wykorzystywana albo bezpośrednio, np. w młynach zbożowych, albo pośrednio, poprzez konwersję za pomocą technologii generatorowej, jako energia elektryczna. Źródłem energii wiatrowej jest różnica w ciśnieniu powietrza spowodowana warunkami atmosferycznymi pomiędzy różnymi lokalizacjami w atmosferze ziemskiej. Gdy powietrze jest zbilansowane wzdłuż gradientu ciśnienia energia ta może być wykorzystana za pomocą turbin wiatrowych. Wirnik zamienia energię kinetyczną turbiny wiatrowej na energię obrotową, która z kolei przekształcana jest w energię elektryczną przez generator. Doprowadzenie do publicznej sieci energetycznej sprawia, że energia jest ogólnie dostępna. Wysokość piasty turbin wiatrowych i średnica





wirnika mają decydujące znaczenie dla wydajności turbin wiatrowych w danym miejscu, ponieważ potencjał wydajności wzrasta wraz ze wzrostem powierzchni obrotu i wzrostem wysokości wiatraka, które zapewniają bardziej stały i równomierny ruch powietrza.

Zasadniczo można dokonać rozróżnienia między wykorzystaniem na lądzie i na morzu. Instalacja offshore to turbiny wiatrowe wzniesione w obszarach morskich lub przybrzeżnych. Natomiast instalacje onshore budowane są na lądzie stałym. Budowa morskiej turbiny wiatrowej wiąże się z wyższymi kosztami. W zależności od odległości, pogody i głębokości wody, infrastruktura (np. podłączenie do sieci) i eksploatacja są znacznie droższe niż systemy lądowe. W dobrych lokalizacjach lądowych elektrowni wiatrowych turbiny wiatrowe produkują energię elektryczną w cenie od 4,5 do 10,7 eurocenta (0,20 - 0,45 zł) za kilowatogodzinę (FRAUNHOFER ISE 2013, s. 2). Choć średnia liczba godzin pełnego obciążenia morskich turbin wiatrowych, wynosząca ponad 4.000 godzin rocznie, jest wyższa niż w przypadku turbin wiatrowych na lądzie, gdzie średnia liczba godzin wynosi od 2.000 do 2.500 godzin rocznie, to koszty produkcji energii elektrycznej dla turbin morskich wynoszą od 11,9 do 19,4 eurocenta (0,50 - 0,85 zł) za kilowatogodzinę (FRAUNHOFER ISE 2013, s. 2) i tym samym są one znacznie wyższe niż w przypadku turbin lądowych.



**Rys. 84:** Duża instalacja wiatrowa w północnej Bawarii

(ŹRÓDŁO: ENERGIEVISION FRANKENWALD E.V., FOTOGRAF: UWE BODENSCHATZ)

Ponadto można wyróżnić małe instalacje o mocy kilku watów oraz duże systemy o mocy kilku megawatów. Podczas gdy najmniejsze elektrownie zaspokajają potrzeby gospodarstw domowych i mogą wnieść niewielki wkład w zaopatrzenie w energię odnawialną, duże elektrownie wiatrowe stanowią infrastrukturę, która dostarcza wytworzoną energię elektryczną głównie do sieci średniego lub wysokiego napięcia i może zaopatrzyć optymalnie w energię elektryczną całe wsie i miasta.



Rys. 85: Mała turbina wiatrowa na budynku mieszkalnym

(ŹRÓDŁO: EVF 2015, FOTOGRAF: RALF DEUERLING)

Ponadto małe turbiny wiatrowe można podzielić na bardzo małe turbiny wiatrowe, które można bez problemu zainstalować na wysokości do 10 m nawet w prywatnych budynkach mieszkalnych oraz małe turbiny wiatrowe do 50 m wysokości całkowitej, które są najbardziej interesujące dla przedsiębiorstw komercyjnych i przemysłowych. Podczas gdy małe turbiny wiatrowe o mocy elektrycznej od ok. 100 W do kilku kilowatów wytwarzają wystarczającą ilość energii elektrycznej do użytku domowego, to małe turbiny wiatrowe o całkowitej wysokości 50 m i średnicy wirnika do 16 m mogą przynajmniej częściowo zaopatrywać w energię elektryczną mniejsze przedsiębiorstwa handlowe i rolnicze znajdujące się poza obszarami zabudowanymi (ponieważ w tym przypadku generowany jest pewien poziom hałasu, który nie powinien występować na obszarach mieszkalnych).

Tab. 41: Porównanie dużych i małych turbin wiatrowych (lądowych)

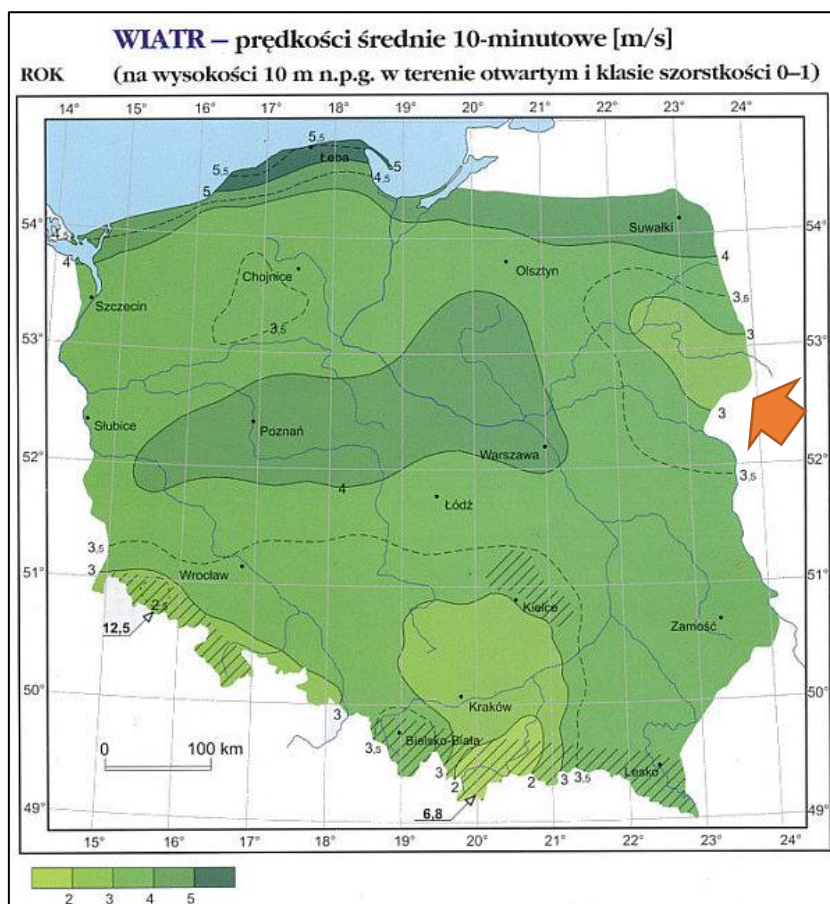
	Mikroturbina wiatrowa	Mała turbina wiatrowa	Duża turbina wiatrowa
<b>Forma architektoniczna</b>	Pozioma i pionowa oś wirnika	Pozioma oś wirnika	Pozioma oś wirnika
<b>Zakres mocy</b>	< 5 kW <sub>el</sub>	5 kW <sub>el</sub> – 100 kW <sub>el</sub>	100 kW <sub>el</sub> – 5.000 kW <sub>el</sub>
<b>Poziom napięcia</b>	do 230 V	230 V i 400 V	20.000 V
<b>Średnica wirnika</b>	do ok. 3 m	do ok. 16 m	do ok. 150 m
<b>Powierzchnia wirnika</b>	do ok. 8 m <sup>2</sup>	do ok. 200 m <sup>2</sup>	do ok. 18.000 m <sup>2</sup>
<b>Wysokość całkowita</b>	< 10m	10 m – 50 m	50 m – 250 m
<b>Typowe obszary zastosowania</b>	Kemping, ogrody, telefony alarmowe, zdalne stacje pomiarowe, instalacje dachowe w domach jednorodzinnych, małe gospodarstwa rolne.	Poza obszarami mieszkalnymi, gospodarstwa rolne	Poza zabudowaniami, co najmniej ok. 500 - 800 m od budynków mieszkalnych

(ŹRÓDŁO: WG ATLASU ENERGETYCZNEGO BAWARIA2017; OPRACOWANIE I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)



### 6.2.4.1 Mikroturbiny wiatrowe

Małe turbiny wiatrowe - podobnie jak systemy fotowoltaiczne - mogą teoretycznie być instalowane na niemal każdym budynku lub działce. Jednak planowanie małej turbiny wiatrowej jest znacznie bardziej skomplikowane niż w przypadku instalacji fotowoltaicznej. Podczas gdy w przypadku instalacji fotowoltaicznych można przewidzieć prawie wszędzie wiarygodną średnią wydajność, to dla mikroturbin wiatrowych w większości przypadków nie ma solidnych podstaw co do mikroklimatycznych prędkości wiatru i ich rozkładu częstotliwości - a tym samym na temat potencjału wydajności. Ponadto należy wziąć pod uwagę różne wymagania w zakresie kontroli budynków i emisji. W przeciwieństwie do systemu fotowoltaicznego, który nie powoduje hałasu podczas pracy, należy zapewnić, że uciążliwości akustyczne nie będą dochodzić do sąsiadów. Ponadto należy zwrócić szczególną uwagę, np. w instalacjach dachowych, na statykę konstrukcji ze względu na większą powierzchnię styku turbiny wiatrowej z podmuchami wiatru oraz na akustyczne oddzielenie turbiny wiatrowej od jej własnego dachu.



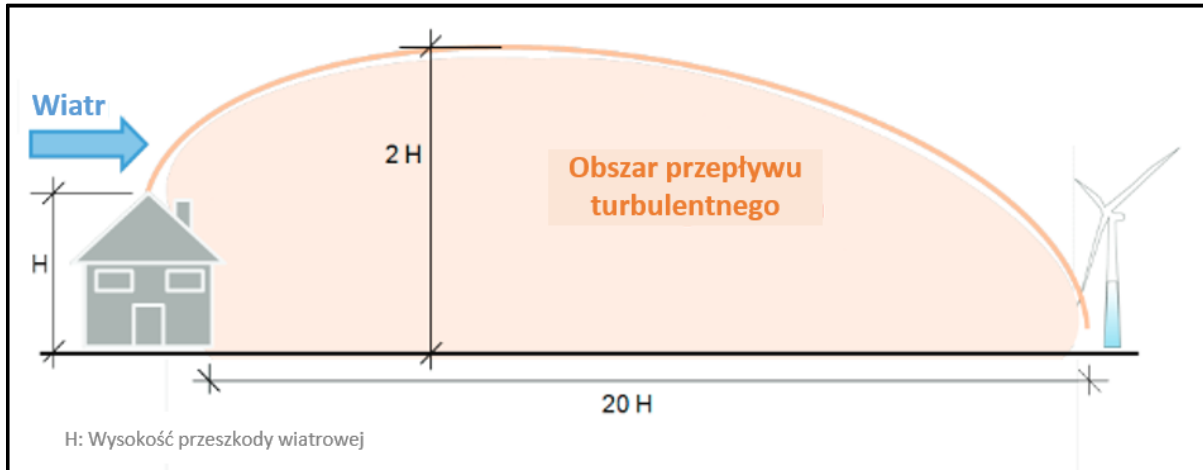
**Rys. 86: Średnia prędkość wiatru na wysokości 10 m (1971-2001)**

(ŹRÓDŁO: LORENC 2005, OPRACOWANE PRZEZ EVF 2018)

Regionalne i wielkoskalowe prognozy LORENC pokazują, że w Powiecie Hajnowskim na wysokości 10 m prawie wszędzie panuje wiatr o prędkości ok. 3 m/s. Przy średniej prędkości wiatru od ok. 3 do 4 m/s mogą być w niektórych przypadkach stosowane nowoczesne mikroturbiny wiatrowe. Prognoza LORENC dotyczy jednak zawsze systemów swobodnego przepływu. Roślinność gruntowa, taka jak drzewa lub krzewy, jak również budynki są odpowiedzialne za to, że tylko w bardzo wyeksponowanych miejscach dociera do małych turbin wiatrowych swobodnie ze wszystkich kierunków i przez cały czas wiatr (patrz Rys. 87). Na przykład pojedyncze drzewo lub dom o wysokości 20 m może negatywnie



oddziaływać na miniaturową turbinę wiatrową o wysokości 10 m oddaloną nawet o 200 m, jeśli znajduje się ona w głównym kierunku wiatru w cieniu wiatru i jest regularnie zacieniana. Niemniej jednak pobliskie budynki w uliczkach mogą również mieć teoretycznie pozytywny wpływ, ponieważ turbina wiatrowa, która normalnie tylko nieznacznie jest pod wpływem wiatru, ale dzięki „efektowi komina” wiatr dociera do nich częściej i gwałtowniej niż normalnie.



Rys. 87: Obszar przepływu turbulentnego z powodu przeszkód wiatrowych

(ŹRÓDŁO: C.A.R.M.E.N. E.V. 2013)

Ponadto ekonomiczna eksploatacja małych turbin wiatrowych zależy również od zapotrzebowania na energię elektryczną. Podobnie jak w przypadku systemów fotowoltaicznych, małe turbiny wiatrowe mogą być stosowane ekonomicznie tylko wtedy, gdy wytworzona energia elektryczna będzie wykorzystywana w tym samym czasie, co pozwala uniknąć zakupu „drogiej” energii elektrycznej z sieci publicznej.

Tylko konkretny pomiar wiatru w pojedynczym miejscu może stanowić podstawę do określenia rzeczywistego potencjału. Jednak już nawet koszty profesjonalnego pomiaru wiatru sprawiają, że bardzo małe turbiny wiatrowe są zazwyczaj nieekonomiczne. **Instalacja zalecana jest nawet w sprzyjających warunkach w większości przypadków tylko dla doświadczonego entuzjasty. Z tych powodów w ramach niniejszego opracowania nie może być przeprowadzona ilościowa identyfikacja potencjału.**

Wycieczka edukacyjna: Małe turbiny wiatrowe dla działań promocyjnych

W ramach działań promocyjnych mikroturbiny wiatrowe mogą być wykorzystywane do celów informacyjnych i pedagogicznych w celu zademonstrowania korzyści i efektów wykorzystania energii odnawialnych. Np. małe turbiny wiatrowe mogą być stosowane w odpowiednich miejscach, takich jak tablice informacyjne na szlakach turystycznych lub innych obiektach turystycznych, w celu oświetlenia tych tablic w systemie wyspowym. W razie potrzeby można również wykorzystać licznik energii elektrycznej do zilustrowania produkcji energii elektrycznej i potencjału energii wiatru. Sensowną kombinacją może być również np. instalacja elektrycznej stacji paliw dla rowerów elektrycznych, z którą turyści, ale także dzieci w wieku szkolnym, mogą „zatankować” energię z wiatru bezpośrednio do roweru.

**Projekty takie powinny być jednak zawsze postrzegane jako promocja i pracy edukacyjna, a nie w sensie gospodarczej produkcji prądu.**



#### 6.2.4.2 Małe turbiny wiatrowe

Małe elektrownie wiatrowe to elektrownie wiatrowe o wysokości od 10 m do maksymalnie 50 m. Różnią się one od mikroturbin wiatrowych wyższą mocą i znacznie wyższą wysokością całkowitą, która przewyższa istniejące budynki i roślinność. W przeciwieństwie do małych turbin wiatrowych opisanych powyżej, małe turbiny wiatrowe nie mogą być już budowane na terenach mieszkalnych ze względu na emisję szumów. Jednak przy rosnącej mocy i odpowiedniej ilości dostępnego wiatru małe turbiny wiatrowe mogą również generować znacznie więcej energii elektrycznej. W wielu przypadkach małe turbiny wiatrowe nadają się do nieruchomości przemysłowych i działalności rolniczej z dala od budynków mieszkalnych i z niezbędnym zapotrzebowaniem na prąd. Dzieje się tak dlatego, że nawet małe turbiny wiatrowe są zazwyczaj wykorzystywane do wytwarzania własnej energii elektrycznej, a nie do zasilania sieci publicznej. Efektywność ekonomiczna turbin jest zatem bezpośrednio związana z własnym zużyciem energii elektrycznej. Badania wykazały, że działalność gospodarcza małych elektrowni wiatrowych w zależności od zapotrzebowania na energię wiatrową jest zazwyczaj możliwa jedynie przy bardzo wysokim udziale własnego zużycia wynoszącym co najmniej 50-100 % wytworzonej energii elektrycznej. Małe turbiny wiatrowe mogą być zatem zastosowane ekonomicznie przede wszystkim wtedy, gdy wymagane jest takie samo obciążenie elektryczne w miarę możliwości przez całą dobę, jak zainstalowana moc turbiny wiatrowej. Dlatego moc zainstalowana w turbinach wiatrowych o mocy  $20 \text{ kW}_{el}$  powinna być zawsze równoważona obciążeniem o mocy co najmniej  $20 \text{ kW}_{el}$ . Efektywność ekonomiczna turbiny wiatrowej wynika z zaoszczędzonych wyższych kosztów energii elektrycznej z publicznej sieci energetycznej.



**Rys. 88: Budowa małej turbiny wiatrowej we Włoszech**

(ŹRÓDŁO: AEOLUS WIND ENERGY LTD 2017)

Można założyć, że miejsca o średniej prędkości wiatru większej niż 3 m/s na wysokości 10 m (por. Rys. 86) są zasadniczo odpowiednie, jeśli zainstalowane turbiny wiatrowe są poddane z każdej strony działaniu wiatru i nie znajdują się w strefie przepływu turbulentnego (por. Rys. 87) (C. A. R. M. E. N. e. V. 2013).

W ramach tego opracowania trudno jest ilościowo określić istniejący potencjał gospodarczy, ponieważ wiedza na temat zużycia energii elektrycznej i obciążeń w miejscach przemysłowych i handlowych jest ograniczona. Jednak z technicznego punktu widzenia odślonięte lokalizacje zewnętrzne są odpowiednie dla energochłonnych prac rolniczych oraz, w razie potrzeby, również dla obiektów



komercyjnych i przemysłowych. Ocena autorów w kontekście niniejszego opracowania pokazuje potencjał przedstawiony w poniższej tabeli.

Tab. 42: Potencjał dla energii elektrycznej z małych turbin wiatrowych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	0	0	0	0
Czyże	0	0	84	60	84	60
Dubicze C.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka G.	0	0	56	40	56	40
Hajnówka M.	0	0	168	120	168	120
Kleszczele	0	0	84	60	84	60
Narew	0	0	504	360	504	360
Narewka	0	0	0	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>896</b>	<b>640</b>	<b>896</b>	<b>640</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Potencjał wynika z możliwości wybudowania małej, poddanej swobodnie z każdej strony działaniu wiatru turbiny przy przedsiębiorstwach komercyjnych i przemysłowych oraz większych przedsiębiorstwach rolniczych w odległości od 300 m do 500 m od zabudowań mieszkalnych. Ze względu na wymiary wybrano instalację wielkości 20 kW<sub>el</sub> lub do 50 kW<sub>el</sub>.

Ważne kryteria wykluczające dla małych turbin wiatrowych:

- Natura 2000: ochrona ptaków
- Natura 2000: dyrektywa siedliskowa
- Obszary chronione
- Parki Narodowe
- Światowe Dziedzictwo Ludzkości UNESCO
- Mapowane biotopy

Jednakże ekonomicznie osiągalny potencjał jest ściśle związany z rzeczywistym zużyciem energii elektrycznej i możliwością integracji technicznej, jak również z poziomem własnego zużycia. Wymiary potencjalnej turbiny wiatrowej powinny być jak najdokładniej dostosowane do tych aspektów. Niemniej jednak autorzy zwracają uwagę, że działalność gospodarcza małych elektrowni wiatrowych może być teoretycznie ekonomicznie prowadzona w odpowiedniej lokalizacji i na korzystnych warunkach.

#### 6.2.4.3 Duże turbiny wiatrowe

Duże nowoczesne lądowe turbiny wiatrowe mają całkowitą wysokość od ok. 200 do 220 m lub nawet do 250 m i w sprzyjających warunkach wiatrowych wytwarzają moc elektryczną od ok. 3 do 4 megawatów. Aby duże turbiny wiatrowe mogły być wykorzystywane w sposób ekonomiczny zwykle konieczne są co najmniej średnie prędkości wiatru na wysokości piasty od ok. 5 do 6 m/s. Potencjał ten jest jednak ściśle związany ze statystycznym rozkładem częstotliwości i wzrasta wraz ze wzrostem udziału wyższych prędkości wiatru, przy których turbiny wiatrowe mogą wytwarzać energię elektryczną przy maksymalnej mocy.



Z czysto technicznego i ekonomicznego punktu widzenia teren Powiatu Hajnowskiego posiada odpowiednie lokalizacje dla dużych turbin wiatrowych o prędkości powyżej 5 m/s. Prognoza ta opiera się na podstawie teorii LORENCA (por. Rys. 86) i interpolacji do wysokości (piasty) 140 m z wykorzystaniem funkcji Hellmanna i wykładnika „Hellmanna” o wartości 0,2. Przy użyciu typowego rozkładu częstotliwości (rozkładu „Weibulla”) można obliczyć potencjalny uzysk energii w przybliżeniu dla typowej turbiny wiatrowej o swobodnym przepływie. Według tych ostrożnych szacunków można oczekiwać wydajności energetycznej na poziomie ok. 6.500 MWh<sub>el</sub> rocznie na turbinę.

Zgodnie z obecnym orzecnictwem odległość od budynków mieszkalnych musi wynosić co najmniej dziesięciokrotność całkowitej wysokości turbiny wiatrowej. Rozporządzenie to nakłada największe ograniczenia na wykorzystanie energii wiatrowej przez Powiat Hajnowski oprócz obszarów chronionych. Przy rozważaniu potencjału wzięto również pod uwagę następujące kryteria:

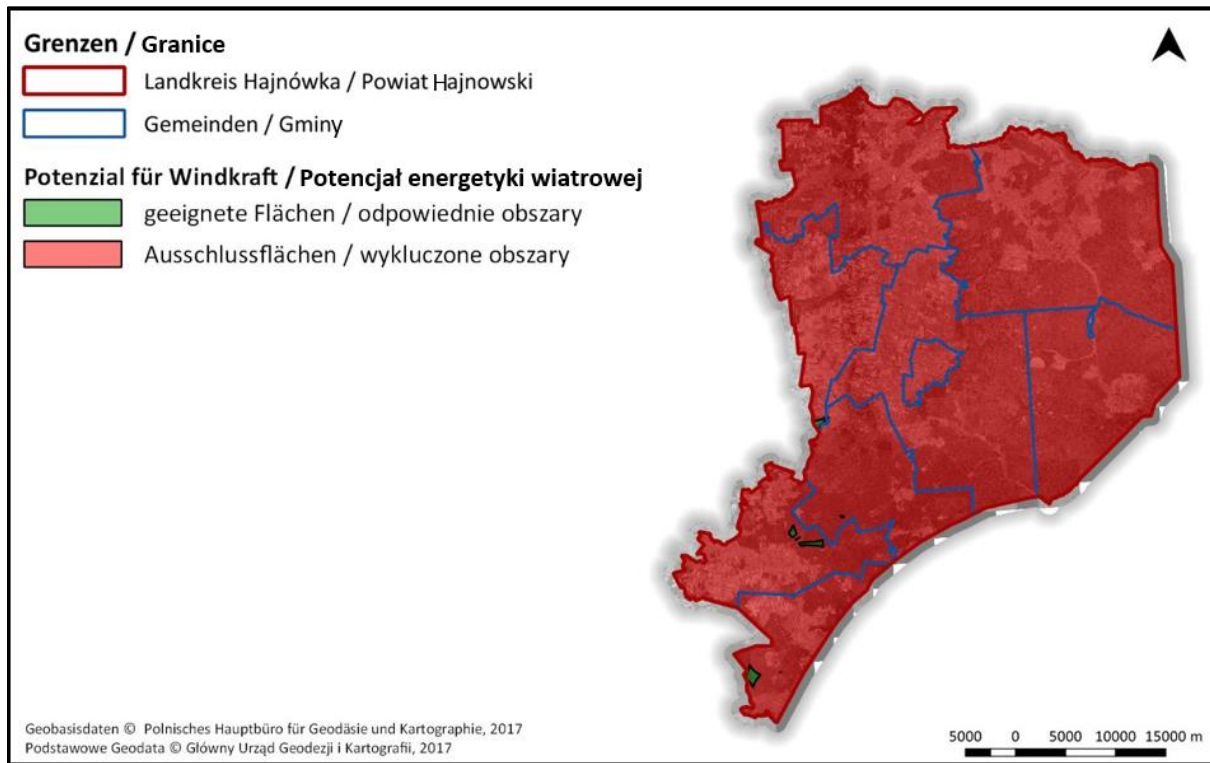
**Tab. 43: Kryteria wykluczenia w celu określenia potencjału dużych turbin wiatrowych**

Kryterium wykluczenia	Wolna przestrzeń lub odległość	Uzasadnienie
<b>Obszary zasiedlone</b>		
Tereny mieszkalne	2.000 m (dziesięciokrotna wysokość całkowita)	Wymóg prawny dotyczący ochrony mieszkańców przed hałasem
Budynek kościoła	1.000 m	Ochrona budynków sakralnych przed uciążliwym działaniem dużych budynków (turbiny wiatrowe)
Szpital	1.000 m	Ochrona osób szczególnie wrażliwych przed emisjami dźwięku
Obszary przemysłowe	300 m	Ochrona przed imisją hałasu
<b>Transport i infrastruktura</b>		
Autostrady i drogi regionalne	150 m	Ochrona przed wyrzucaniem lodu, jak również utrzymanie swobody dla projektów rozwojowych
Linie kolejowe	150 m	Ochrona przed wyrzucaniem lodu, przestrzeganie odległości dla wolnych przestrzeni PV
Linie napowietrzne wysokiego napięcia	300 m	Ochrona przed turbulencjami
Komunikacja lotnicza	1 km wokół punktu odniesienia lotniska	Ochrona przed turbulencjami
	4 km w kierunku pasa startowego i drogi startowej do lądowania	Minimalna odległość w celu zapewnienia niezakłóconego podejścia
<b>Obszary chronione</b>		
Park Narodowy	obszarowa	Obszar chroniony
Dyrektywa ptasia/ Natura 2000	flächenhaft + 3 km obszar buforowy	Obszar chroniony w tym bezpieczna odległość
Obszary chronione	obszarowa	Obszar chroniony
Biotopy	obszarowa	Obszar chroniony
Światowe Dziedzictwo Ludzkości UNESCO	obszarowa	Obszar chroniony

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2017)

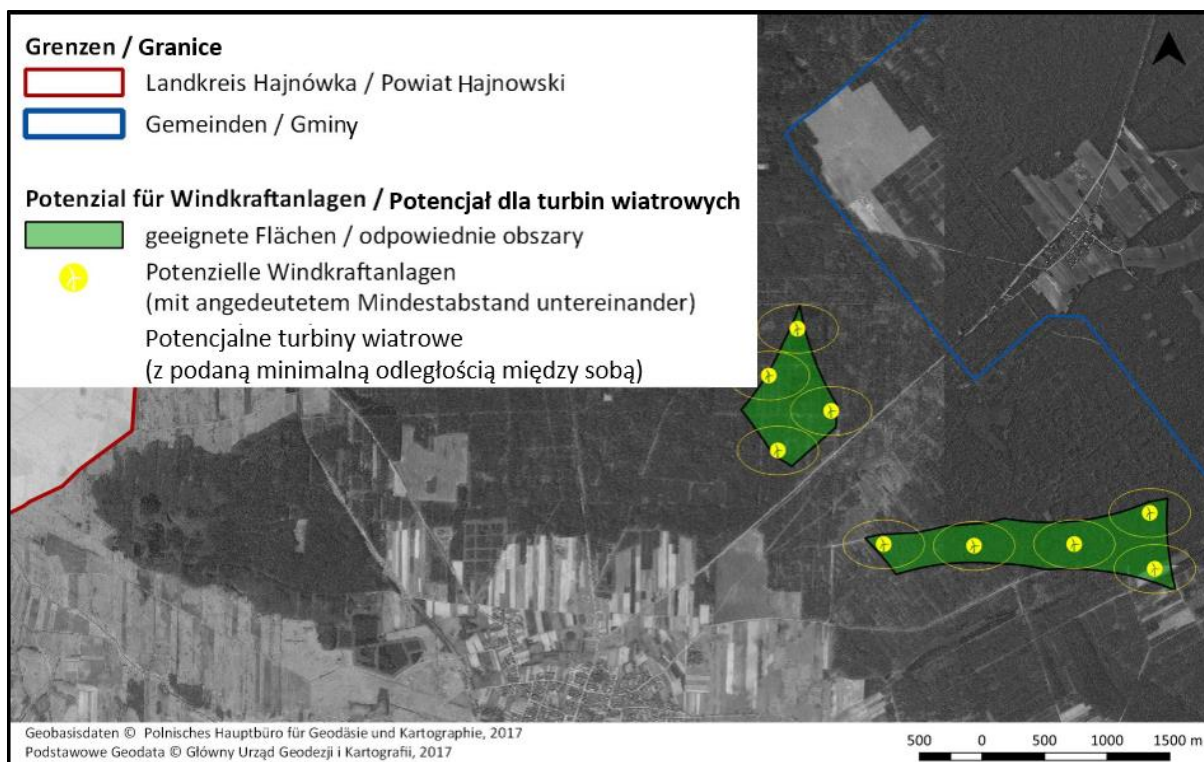


Po uwzględnieniu tych obszarów odjęto również zbyt małe obszary na budowę turbin wiatrowych. Pozostały obszary, na których instalacja turbin wiatrowych jest teoretycznie możliwa. Dostępne miejsca pokazano na rysunku 89.



Rys. 89: Potencjalne miejsca dla elektrowni wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m)  
(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)





Rys. 90: Przedstawienie gęstości obsadzenia potencjalnymi turbinami wiatrowymi (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m)

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

W celu określenia teoretycznego potencjału turbiny wiatrowe zostały rozmieszczone w odpowiednich odległościach (3-5 średnic wirników) na pozostałych odpowiednich powierzchniach w taki sposób, aby powierzchnie były jak najlepiej zajęte przez turbiny („zasada maksymalna”, tzn. rzeczywista gęstość zajęcia jest w trakcie realizacji z reguły niższa). Rysunek 90 ilustruje tę procedurę.

Dla określenia potencjału przyjęto turbiny wiatrowe o mocy ok. 3.000 kW<sub>el</sub> każda i wydajności ok. 6.500 MWh<sub>el</sub> (23 TJ) rocznie. Poniższa tabela przedstawia całkowity potencjał dla dużych turbin wiatrowych:

Tab. 44: Potencjał dla energii elektrycznej z dużych turbin wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m)

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	58.500	27.000	58.500	27.000
Czyże	0	0	26.000	12.000	26.000	12.000
Dubicze C.	0	0	13.000	6.000	13.000	6.000
Hajnowka G.	0	0	0	0	0	0
Hajnowka M.	0	0	0	0	0	0
Kleszczele	0	0	58.500	27.000	58.500	27.000
Narew	0	0	0	0	0	0
Narewka	1.200	600	0	0	1.200	600
<b>Suma</b>	<b>1.200</b>	<b>600</b>	<b>156.000</b>	<b>72.000</b>	<b>157.200</b>	<b>72.600</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



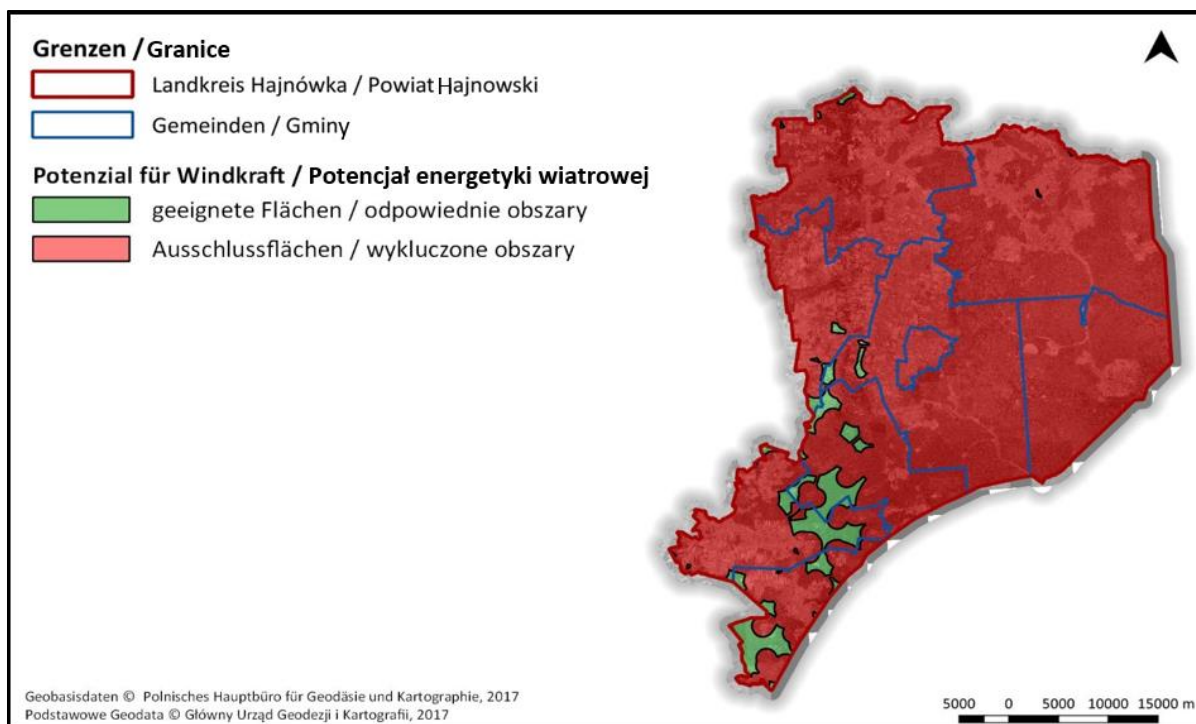
Ogólnie rzecz biorąc istnieje możliwość rozwoju pomimo wymaganej odległości dziesięciokrotności całkowitej wysokości nowoczesnych turbin wiatrowych o około 24 turbin wiatrowych o łącznej mocy ok. 72 MW<sub>el</sub>. Na podstawie istniejących prognoz wiatrowych turbiny wiatrowe powinny być w stanie wygenerować łącznie około 157.200 MWh<sub>el</sub> (566 TJ) energii elektrycznej. Odpowiada to około 92 % całkowitego bieżącego zużycia energii elektrycznej wynoszącego około 169.634 MWh<sub>el</sub> (610 TJ) rocznie. Obecnie wykorzystuje się jedynie około 0,8 % tego potencjału. Warto również wspomnieć, że ze względu na zmiany ram prawnych, które miały miejsce w międzyczasie, jedyna istniejąca turbina w powiecie nie mogłaby dziś zostać wybudowana.

Ponadto, w oparciu o aktualne uwarunkowania prawne, powyższa prezentacja nie obejmuje turbin wiatrowych, które mogły teoretycznie uzyskać pozwolenie zgodnie ze starym prawem budowlanym w ramach trwającego już w Czyżach postępowania zatwierdzającego (por. rozdział 3.2.2). Zwiększyłyby one częściowo ogólny potencjał, ponieważ turbiny wiatrowe mogły uzyskać prawa budowlane, które zgodnie z najnowszym orzecznictwem, a zatem w ramach opisanej powyżej potencjalnej analizy, nie kwalifikowałyby się już do zatwierdzenia lub nie były brane pod uwagę.

**Ponieważ opisany powyżej potencjał jest technicznie i prawnie możliwy do zrealizowania w momencie opracowywania koncepcji, należy go uwzględnić w ogólnej analizie potencjału, niezależnie od następujących rozważań.** W ramach niniejszego opracowania nie poczyniono żadnych ustaleń w odniesieniu do dochodów z tytułu energii elektrycznej wytwarzanej poprzez wprowadzanie jej do publicznej sieci energetycznej w celu pokrycia kosztów produkcji. Jest to zatem wyłącznie kwestia technicznie i prawnie osiągalnego potencjału.

#### Potencjał techniczny zgodny z czysto obiektywnymi kryteriami odległości

Z czysto obiektywnego i technicznego punktu widzenia można byłoby zainstalować jeszcze więcej wiatraków. Przy zachowaniu dziesięciokrotnej odległości całkowitej wysokości turbin wiatrowych od budynków mieszkalnych chodzi o arbitralną kontrolę odległości, można też mierzyć emisje z instalacji referencyjnych oraz obiektywnie obliczać działanie zakłóceń emisji na budynki mieszkalne. W celu uniknięcia emisji hałasu w budynkach mieszkalnych uwzględniając podane wymiary techniczne instalacji (3.000 kW<sub>el</sub>, wysokość całkowita 200 m, średnica wirnika ok. 120-130 m) wystarczające są odległości od 500 m do 800 m (zamiast 2.000 m), żeby nie przekroczyć określonych wartości dopuszczalnych zakłóceń akustycznych spowodowanych szumami wirnika poniżej 45, a nawet poniżej 35 db(A) (ok. 120-130 m) (odpowiada to ledwo zauważalnym emisjom na zewnątrz budynku, które są dodatkowo tłumione przez przegrody zewnętrzne budynku). Dla bezpieczeństwa odległości te zostały zwiększone w dalszej części analizy do 1.000 m od budynków mieszkalnych. Zakłada się zatem, że możliwe jest odejście od dziesięciokrotności odległości całkowitej wysokości turbiny wiatrowej od budynków mieszkalnych i że w celu wykorzystania potencjału technicznego można zachować obiektywną odległość 1.000 m od terenu zabudowanego. Dostępne obszary pokazano na poniższym rysunku:



Rys. 91: Potencjalne miejsca dla elektrowni wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m)

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Gdyby to odstępstwo od odległości od budynków mieszkalnych było możliwe, to na terenie powiatu można byłoby zainstalować 18 razy więcej turbin wiatrowych, czyli łącznie 433 turbiny wiatrowe. Pomimo uwzględnionej wydajności farmy wiatrowej ze względu na dużą gęstość obsady na poziomie 75 % mogą one teoretycznie wytwarzać do 1.899.788 MWh<sub>el</sub> (6.839 TJ) energii elektrycznej rocznie, tj. ponad 11 razy więcej energii elektrycznej, niż jest to potrzebne w całym powiecie. Podczas gdy wszystkie gospodarstwa domowe w województwie podlaskim zużywają tylko 886 GWh<sub>el</sub> (3.100 TJ) rocznie (CSOP 2017), zapotrzebowanie to mogłoby być zaspokojone dzięki potencjałowi technicznemu turbin wiatrowych w samym tylko Powiecie Hajnowskim w sumie ponad dwukrotnie. W przyszłości powiat mógłby tylko ze względu na potencjał w zakresie energii wiatrowej teoretycznie stać się ważnym eksporterem energii elektrycznej dla konsumentów w innych częściach Polski. Poniższy przegląd pokazuje potencjał techniczny w gminach:

Tab. 45: Potencjał dla energii elektrycznej z dużych turbin wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m)

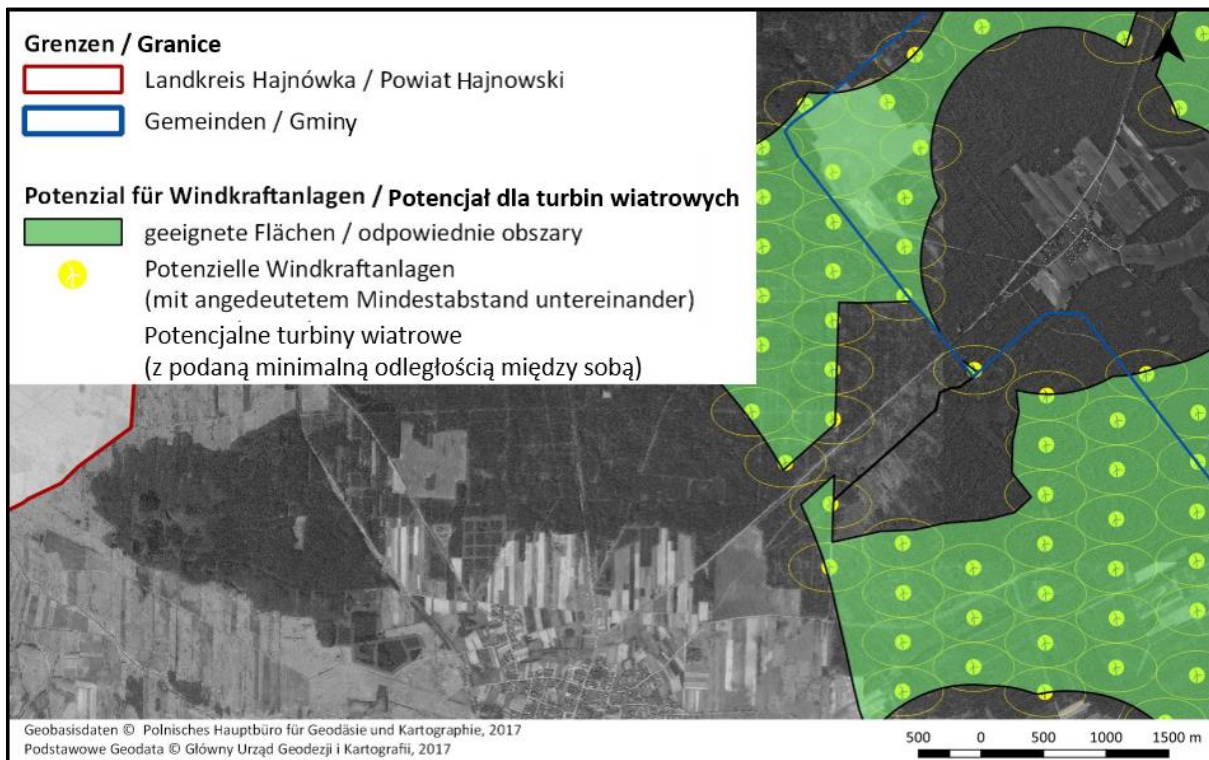
Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	587.925	402.000	587.925	402.000
Czyże	0	0	114.075	78.000	114.075	78.000
Dubicze C.	0	0	535.275	366.000	535.275	366.000
Hajnówka G.	0	0	114.075	78.000	114.075	78.000
Hajnówka M.	0	0	0	0	0	0
Kleszczele	0	0	465.075	318.000	465.075	318.000
Narew	0	0	61.425	42.000	61.425	42.000
Narewka	1.200	600	21.938	15.000	21.938	15.000
<b>Suma</b>	<b>1.200</b>	<b>600</b>	<b>1.899.788</b>	<b>1.299.000</b>	<b>1.900.988</b>	<b>1.299.600</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)



Jak pokazuje tabela 32, teoretycznie istnieje ogromny potencjał dla turbin wiatrowych. Ponieważ warunki ram prawnych mogą ulegać ciągłym zmianom, opisany powyżej ogólny potencjał techniczny został również przedstawiony niezależnie od obecnych warunków prawnych. Ze względów prawnych, o których mowa powyżej, nie może być on jednak obecnie realizowany w ten sposób. Niemniej jednak reprezentuje on ogólny potencjał techniczny, który teoretycznie mógłby zostać zrealizowany w ramach teoretycznych założeń przedstawionych powyżej. Ponieważ jednak jest to nierealistyczne maksymalne obciążenie odpowiednich obszarów, to realistycznie osiągalny potencjał będzie gdzieś poniżej tych wyników. Rysunek 92 pokazuje, które obszary zostały uwzględnione w ocenie i w jakim stopniu obszary te mogą być zajęte przez potencjalne turbiny wiatrowe.

Ze względu na opisane już warunki ramowe, w niniejszej analizie potencjału należy wziąć pod uwagę jedynie potencjał uwzględniający wymagane odległości, które są dziesięciokrotnie większe od wysokości instalacji (por. tabela 44). Niemniej jednak w przypadku dalszej zmiany prawa rysunek 92 wskazuje na konieczność planowego kierowania wykorzystaniem potencjału poprzez wskazanie pożądanych z punktu widzenia samorządów i lokalnych mieszkańców oraz proponowanych na podstawie obiektywnych kryteriów „obszarów koncentracji elektrowni wiatrowych”. W ten sposób teoretycznie duży potencjał może być sterowany i wykorzystywany w sposób ukierunkowany. Planowanie takie powinno jednak mieć charakter przygotowawczy i powinno mieć miejsce przed wejściem w życie jakichkolwiek potencjalnych przyszłych zmian legislacyjnych.



Rys. 92: Przedstawienie gęstości obsadzenia z potencjalnymi turbinami wiatrowymi (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m)

(ŹRÓDŁO: PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

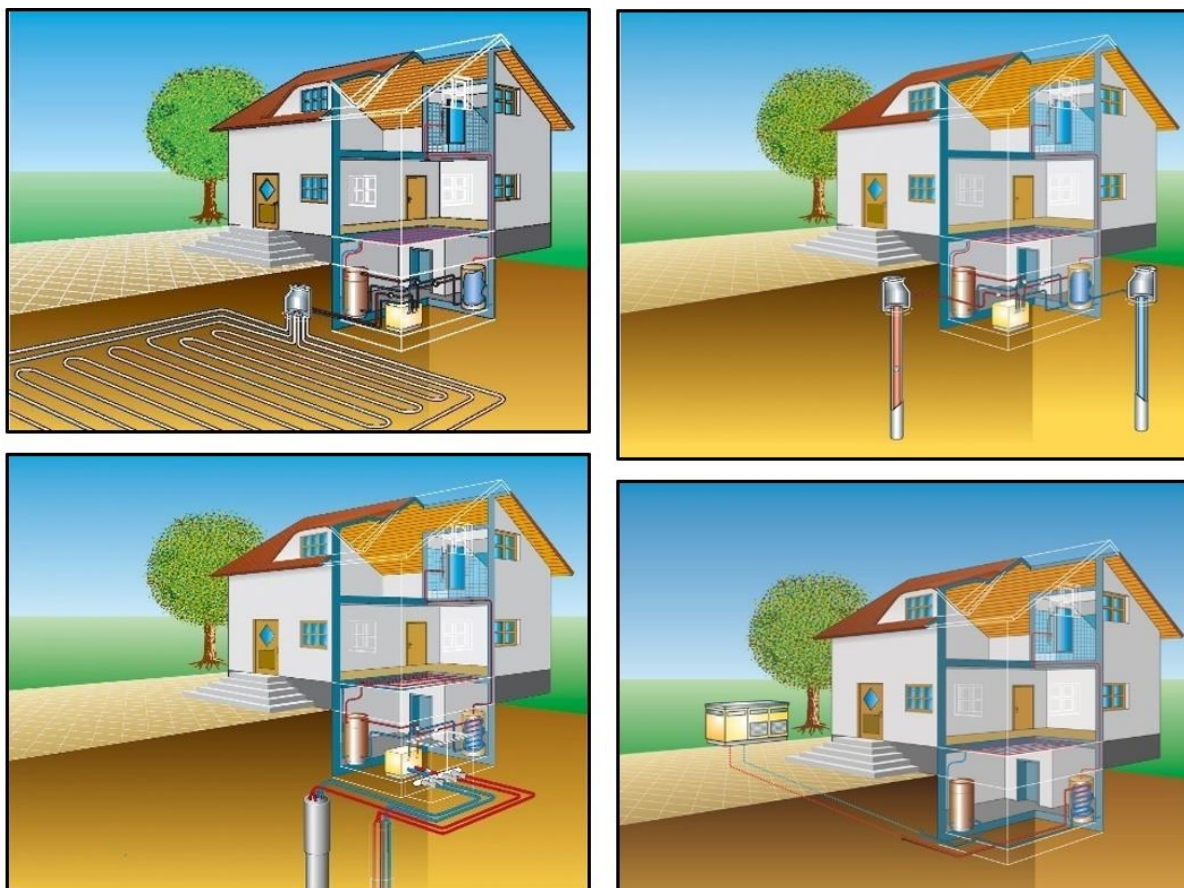


## 6.2.5 Geotermia

### 6.2.5.1 Energia geotermalna w pobliżu powierzchni

Przez wykorzystanie energii geotermalnej w pobliżu powierzchni rozumie się generalnie wykorzystanie ciepła powietrza i warstw przypowierzchniowych gleby do głębokości ok. 400 m. Energia ta jest wykorzystywana przez pompy ciepła, które wykorzystują ciepło otoczenia i „pompują” istniejące ciepło do wyższego poziomu temperatury za pomocą energii napędu. Im mniejsza jest różnica temperatur pomiędzy ciepłem otoczenia a wymaganą energią grzewczą, tym mniejsza jest wymagana energia napędowa w stosunku do całkowitej wydajności cieplnej. Przykłady najlepszych praktyk pomp ciepła solanka lub woda osiągają roczny współczynnik wydajności (stosunek mocy cieplnej do pochłanianej energii elektrycznej) na poziomie 4,3 - 5,1, podczas gdy roczne współczynniki wydajności pomp ciepła powietrze jako przykłady najlepszych praktyk wynoszą 3,1 - 3,4 (por. BWP 2013, s. 30). Wynika to z faktu, że gleba i woda jako źródło ciepła mają przez cały rok względnie stały poziom temperatury ok. 10 °C, ale powietrze jako źródło ciepła jest często mroźne zimą i dlatego do osiągnięcia wymaganej temperatury ogrzewania potrzeba więcej energii napędowej. Współczynnik efektywności 4 oznacza na przykład, że pompa ciepła może wykorzystać średnio cztery kilowatogodziny energii cieplnej z jednej kilowatogodziny energii napędowej przy pomocy ciepła otoczenia.

Warunkiem wstępnym dla tych dobrych wyników jest, m.in. niska temperatura zasilania do ogrzewania budynków. Optymalny jest system ogrzewania podłogowego lub ściennego, ponieważ wymagane są niskie temperatury zasilania od 30 do 40 °C. Przy temperaturach zasilania powyżej 55 °C nie zaleca się już stosowania konwencjonalnej pompy ciepła. W tym przypadku stosunek energii napędowej do dostarczanej energii staje się tak nieefektywny, że nie są już osiąganymi zarówno korzyści ekonomiczne, jak i ekologiczne.



Rys. 93: Porównanie zastosowania: kolektor geotermalny, sonda geotermalna, pompa ciepła wody gruntowej i powietrzna pompa ciepła

(ŹRÓDŁO: BWP 2016)

Potencjał wykorzystania ciepła z otoczenia za pomocą pomp ciepła jest bardzo duży, ale trudny do określenia ilościowego. Jak już wyjaśniono, czynnikiem ograniczającym dla ogrzewania budynków jest, z jednej strony, przydatność istniejących systemów dystrybucji ciepła. Z drugiej strony, gdyby technologia pomp ciepła miała być znacznie rozszerzona, należałoby zapewnić niezbędną energię napędową. Silna rozbudowa pomp ciepła prowadzi do zwiększenia liczby pomp ciepła. Najlepiej byłoby, gdyby zapotrzebowanie na energię elektryczną pochodziło również z odnawialnych źródeł energii.

#### Określenie potencjału

Chociaż potencjał wykorzystania energii geotermalnej w pobliżu powierzchni jest teoretycznie bardzo wysoki, to jej wykorzystanie nie zawsze ma sens. Zwłaszcza w istniejących budynkach wykorzystanie ich nie jest sensowne bez towarzyszącej mu pełnej renowacji i kompleksowej instalacji ogrzewania powierzchniowego (ogrzewanie podłogowe/ścienne). Zgodnie z podręcznikiem sporządzania planów energetycznych (ARGE ENP 2014) potencjał zostanie określony wyłącznie dla przyszłych budynków w przewidywanych nowych obszarach rozwojowych Powiatu Hajnowskiego. Ponieważ takie plany praktycznie nie istnieją zakłada się statystyczną zabudowę budynków mieszkalnych i zasobów mieszkaniowych. Ta zabudowa powinna w niniejszej analizie tak nastąpić, jak w poprzednich latach. Jako baza służy przyrost powierzchni mieszkalnej w latach 2007-2016, który zostanie zastosowany do wykonania prognozy do 2050 roku.



Przy pomocy typowej wartości charakterystycznej dla ogrzewania (w niniejszej analizie zakłada się stopniową redukcję: od 2016 roku: 100 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> lub 360 MJ/m<sup>2</sup>, od 2025 roku: 80 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok lub 288 MJ/m<sup>2</sup>\*rok, od 2030 roku: 70 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok lub 252 MJ/m<sup>2</sup>\*rok, od 2040: 50 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok lub 180 MJ/m<sup>2</sup>\*rok) dla nowych budynków i wartość charakterystyczną dla zużycia ciepłej wody ok. 20 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>\*rok lub 72 MJ/m<sup>2</sup>\*rok, można obliczyć przyszłe zapotrzebowanie na ciepło. Chodzi tu o przyszłe dodatkowe zapotrzebowanie na energię grzewczą oraz zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla nowych budynków mieszkalnych. Wyniesie ono w 2020 r. około 6.700 MW<sub>th</sub>/rok (24 TJ/rok), w 2030 r. około 20.500 MW<sub>th</sub>/rok (73 TJ/rok), w 2040 r. około 34.500 MW<sub>th</sub>/rok (124 TJ/rok) i w 2050 r. około 44.400 MW<sub>th</sub>/rok (160 TJ/rok). Jeśli te zapotrzebowania zostaną pokryte z bliskopowierzchniowej energii geotermalnej, to odpowiada to teoretycznie potrzebnemu w przyszłości potencjałowi. W połączeniu z już istniejącymi obiektami daje to w efekcie przewidywalny i corocznie rosnący potencjał całkowity wynoszący prawie 48.000 MW<sub>th</sub>/rok (173 TJ) w 2050 roku.

Tab. 46: Potencjał dla ciepła z bliskiej powierzchniowej energii geotermalnej (Horyzont czasowy: do 2050)

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	526	351	3.002	2.001	3.528	2.352
Czeremcha	0	0	3.336	2.224	3.336	2.224
Czyże	159	106	1.880	1.254	2.039	1.359
Dubicze C.	217	145	2.575	1.717	2.792	1.862
Hajnowka G.	0	0	7.413	4.942	7.413	4.942
Hajnowka M.	1.891	1.261	14.424	9.616	16.315	10.877
Kleszczele	0	0	1.800	1.200	1.800	1.200
Narew	185	123	5.385	3.590	5.570	3.713
Narewka	423	282	4.385	3.052	5.001	3.334
<b>Suma</b>	<b>3.401</b>	<b>2.268</b>	<b>44.393</b>	<b>29.595</b>	<b>47.794</b>	<b>31.863</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Jednocześnie jednak przyszłe zapotrzebowanie na energię elektryczną rośnie wraz z potencjalnym wykorzystaniem. Aby w 2050 r. móc zapewnić te prawie 48.000 MW<sub>th</sub> (173 TJ), potrzebne będzie około 10.000 do 12.000 MWh<sub>el</sub> (36 do 43 TJ) jako energia napędowa dla pomp ciepła, w zależności od rodzaju zastosowania i rocznego współczynnika wydajności. W tym kontekście wykorzystanie potencjału jest korzystne dla środowiska tylko wtedy, gdy prąd napędowy jest również pokrywany przez odnawialne źródła energii, takie jak elektrownie fotowoltaiczne lub wiatrowe, a nie przez energię elektryczną wytwarzaną z węgla.

### 6.2.5.2 Geotermia głęboka

Głęboka geotermia to wykorzystanie ciepła Ziemi ze skorupy ziemskiej od głębokości 400 m. Energia może być pozyskana w technologii hydrotermalnej i wykorzystywana do celów grzewczych lub do wytwarzania energii elektrycznej. Można zastosować dwie różne procedury.

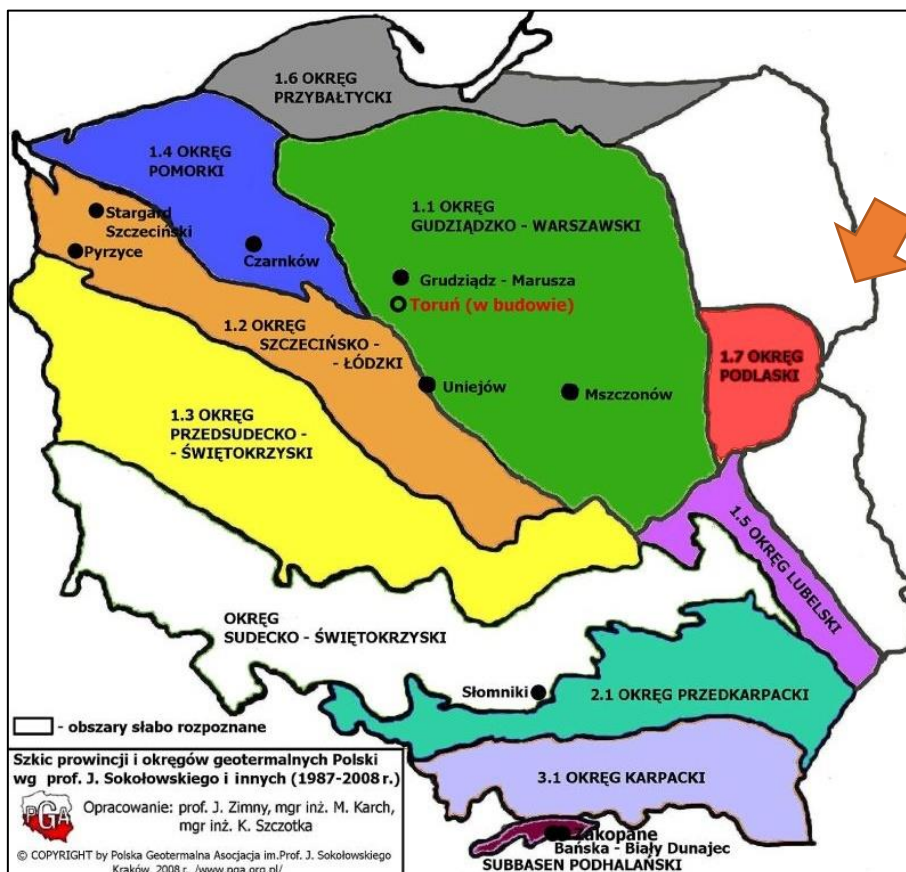
#### Potencjał hydrotermiczny

Z jednej strony energia cieplna może być pobierana z naturalnej warstwy wodonośnej. Mówiąc prościej, przy temperaturach powyżej 100 °C (na powierzchni poniżej 1 ciśnienia atmosferycznego odpowiada to ciśnieniu wrzącej wody) energia ta może być wykorzystana do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (przez parę wodną), a przy temperaturach poniżej 100 °C może być wykorzystana



wyłącznie do wytwarzania ciepła. W zależności od ilości dostępnej wody geotermalnej, dostępne są różne ilości energii.

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy na obszarze Powiatu Hajnowskiego nie ma potencjału hydrotermicznego. Powiat przylega wprawdzie do regionu o przypuszczalnym potencjale hydrotermicznym, jednak założenia te oparte są na dobrze znanych strukturach geologicznych, które kończą się na południu Powiatu Hajnowskiego. Potencjalny obszar na południu Podlasia (1.7 „Okręg Podlaski”) rozciąga się zatem tylko nieznacznie na południowy obszar powiatu i dlatego nie może być już wykorzystywany w jego obrębie. **Nie ma zatem potencjału hydrotermicznego w Powiecie Hajnowskim.**



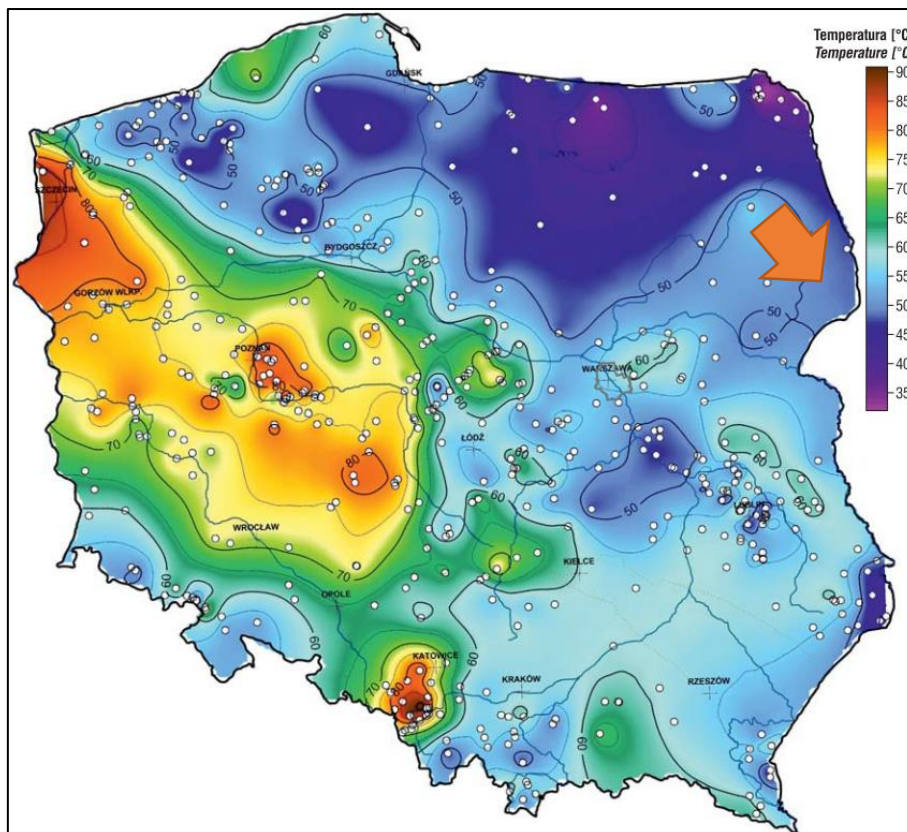
Rys. 94: Mapa hydrotermalna Polski

(ŹRÓDŁO: PGA 2008, OPRACOWANE PRZEZ EVF 2018)

### Potencjał petrotermiczny

Jeśli nie ma warstwy wodonośnej, w gorącej, głębokiej skale mogą powstawać sztuczne szczeliny i odpowiednie medium (zwykle mieszanina wody i innych substancji) może być przepompowywane przez ciepłą lub gorącą skałę. Woda pochłania głębokie ciepło i może być wykorzystywana na powierzchni do dostarczania energii. Zakładane temperatury głębokościowe w badanym obszarze pokazano na rysunku 95 i teoretycznie można je udostępnić odpowiednimi metodami.





Rys. 95: Mapa rozkładu temperatury na głębokości 2.000 m dla Polski

(ŹRÓDŁO: SZEWCZYK 2010, OPRACOWANE PRZEZ EVF 2018)

Na głębokości 2.000 m przeważają temperatury od 45 do 50 °C. Jednak, jak pokazuje również rysunek 95, Powiat Hajnowski według polskich porównań niekoniecznie znajduje się na obszarze sprzyjającym wykorzystaniu petrotermii lub hydrotermii. Chociaż wyższe temperatury mogą być prawdopodobnie wykorzystywane na jeszcze większych głębokościach, potencjał ten jest daleki i z dzisiejszego punktu widzenia nie może być wykorzystywany. **Potencjał w niniejszym opracowaniu nie jest więc zatem zakładany.**

#### Podsumowanie

W Powiecie Hajnowskim najprawdopodobniej nie ma potencjału hydrotermicznego. Teoretycznie energię petrotermiczną można wydobyć z głębokich skał, ale zgodnie z obecnym stanem wiedzy i bez dalszych badań nie można określić ilościowo tego potencjału. Wymagana do tego celu technologia jest nadal badana. W oparciu o obecny stan techniki nie można jeszcze przewidzieć, w jakich okolicznościach wytwarzanie energii będzie lub może być ekonomicznie opłacalne w przyszłości. Identyfikacja odpowiedniego potencjału nie jest uwzględniona w tym opracowaniu.

Jeśli jednak w przyszłości potencjał ten może zostać wykorzystany dzięki postępowi technicznemu, daje on możliwość wytwarzania dużych ilości energii odnawialnej do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Rozwój techniczny w tej dziedzinie powinien być obserwowany w oparciu o potencjał teoretyczny. Niemniej jednak, ze względu na znacznie większy potencjał w innych regionach Polski, rozwój taki początkowo będzie miał miejsce w wielu innych regionach Polski. Do roku 2050, a prawdopodobnie nawet później, taki rozwój w Powiecie Hajnowskim jest mało przewidywalny, dlatego też należy skupić się na innych potencjałach.



## 6.2.6 Utylizacja śmieci i ścieków

### 6.2.6.1 Gaz składowiskowy

Gazy wysypiskowe są wytwarzane na składowiskach śmieci. Powstają w wyniku procesów rozkładu i fermentacji i mogą być gromadzone i przechowywane przez określone urządzenia (zazwyczaj z foliami). Gazy wysypiskowe zawierają dużą ilość metanu i podobnie jak biogaz mogą być przekształcane w energię elektryczną i ciepło w elektrociepłowni spalinowej (CHP) po procesie oczyszczania i obróbki lub przetwarzane w takim stopniu, że metan w postaci biometanu może być wprowadzony do sieci gazowej. W zależności od procesu i etapu przygotowawczego może to generować różne koszty.

Potencjał wynika następująco: z 57 % gospodarstw domowych zbiera się obecnie łącznie 5.076 ton odpadów resztkowych rocznie. Gdyby zwiększono kwotę gospodarstw domowych zbierających odpady, można byłoby zebrać łącznie ok. 7.908 ton odpadów rocznie. Ponieważ potencjał biogazu z bioodpadów obecnych w odpadach resztkowych został już uwzględniony gdzie indziej (por. rozdział 6.2.2.3), powinno się odjąć biogeniczne składniki potencjalnie oddzielone wcześniej przez selektywną zbiórkę o ok. 1.875 ton rocznie. Wówczas dostępnych byłoby około 6.033 t odpadów rocznie, w których wg doświadczenia nadal istnieje wystarczająca ilość biogennych składników, żeby rozpocząć proces rozkładu niezbędny do wytworzenia gazu wysypiskowego. Tak więc w procesach rozkładu odpadów w ciągu 15-20 lat powstaje od 100 do 200 m<sup>3</sup> gazu wysypiskowego na tonę odpadów (SIMONET 1985). Przy stałej ilości odpadów przez wiele lat, gaz wysypiskowy gromadzi się w ilości co najmniej 100 m<sup>3</sup> na rok i tonę odpadów.

Tab. 47: Potencjał energii elektrycznej z gazu wysypiskowego

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	0	0	0	0
Czyże	0	0	0	0	0	0
Dubicze C.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka G.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka M.	0	0	926	112	926	112
Kleszczele	0	0	0	0	0	0
Narew	0	0	0	0	0	0
Narewka	0	0	0	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>926</b>	<b>112</b>	<b>926</b>	<b>112</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Przy rocznym składowaniu 6.033 t odpadów resztkowych daje to całkowitą ilość gazu wysypiskowego wynoszącą 603.300 m<sup>3</sup> rocznie. Jeśli tylko 80 % tej ilości można wykorzystać za pomocą specjalnych urządzeń, to nadal dostępnych jest 482.640 m<sup>3</sup> rocznie. Przy średniej zawartości metanu 55 % (SIMONET 1985) chodzi o łącznie 265.452 m<sup>3</sup> metanu. Przy zawartości energii 9,97 kWh<sub>Hu</sub>/m<sup>3</sup> metanu, odpowiada to potencjalnie możliwej do odliczenia ilości energii wynoszącej co najmniej 2.647 MWh<sub>Hu</sub> rocznie. W zależności od sprawności bloku kogeneracyjnego o mocy ok. 110 kW<sub>el</sub> można je przekształcić na ok. 926 MWh<sub>el</sub> (3 334 GJ) energii elektrycznej i 1.456 MWh<sub>th</sub> (5 242 GJ) ciepła rocznie. Ponieważ obecne składowisko odpadów znajduje się na terenie miasta Hajnówka, potencjał ten należy przypisać wyłącznie miastu.



Tab. 48: Potencjał ciepła z gazu wysypiskowego

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	0	0	0	0
Czyże	0	0	0	0	0	0
Dubicze C.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka G.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka M.	0	0	1.456	175	1.456	175
Kleszczele	0	0	0	0	0	0
Narew	0	0	0	0	0	0
Narewka	0	0	0	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.456</b>	<b>175</b>	<b>1.456</b>	<b>175</b>

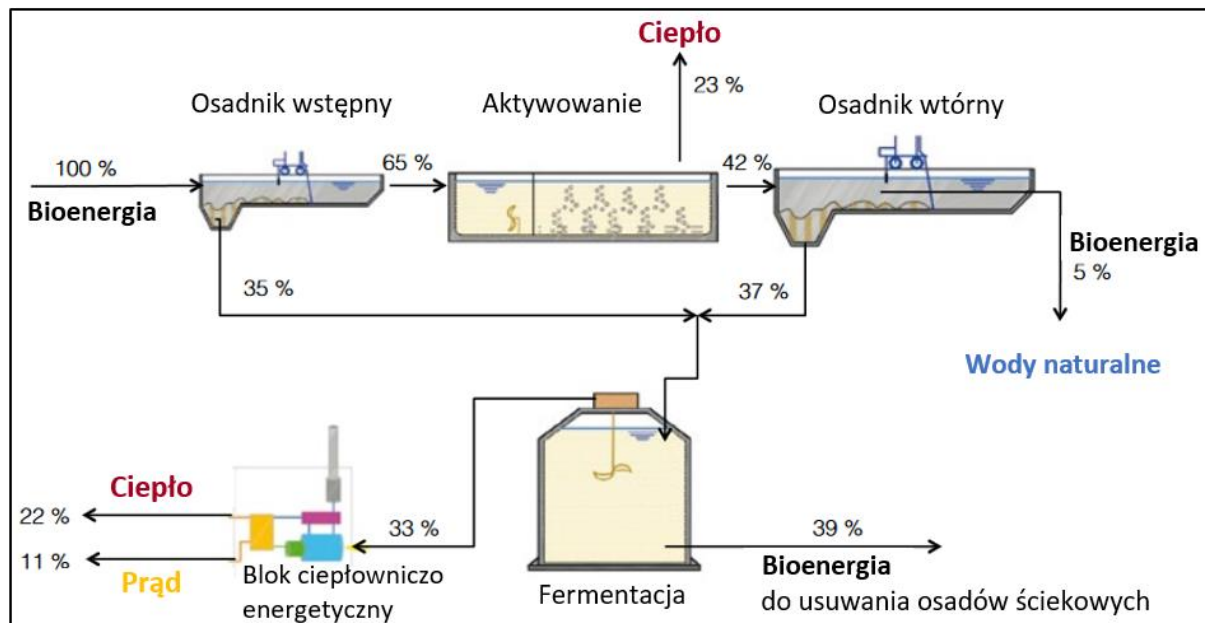
(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

### 6.2.6.2 Gaz ściekowy/osady ściekowe

Gaz ściekowy jest wytwarzany podczas oczyszczania ścieków. Powstaje on w procesie rozkładu i fermentacji substancji stałych w ściekach i podobnie jak biogaz i gaz wysypiskowy zawiera pewną ilość metanu. Po procesie oczyszczania gaz ze ścieków może zostać przetworzony w energię elektryczną i ciepło przez silnik spalinowy (CHP). Z reguły ciepło wytwarzane przez jednostkę kogeneracyjną jest wykorzystywane do wytwarzania ciepła potrzebnego do produkcji gazu fermentacyjnego. Dla celów zewnętrznych zazwyczaj jest tak mało ciepła dostępnego w tym procesie, że nie warto go odsprzęgać. Duża część energii elektrycznej jest wtedy również potrzebna do procesów klarowania (dmuchawy do zbiorników napowietrzających, mieszałka, pompy itp.) Tylko w rzadkich przypadkach można wytworzyć tak dużo energii w stosunku do ilości ścieków, że można je również wykorzystać na zewnątrz. Niemniej jednak energia wytworzona w ten sposób może dostarczyć znaczną część energii potrzebnej do procesu oczyszczania.

Teoretycznie w ściekach komunalnych zbiera się biomasa o zawartości energii około 160 kWh<sub>Hu</sub> na mieszkańca w ciągu roku. W związku z tym, zakładając pełne podłączenie wszystkich gospodarstw domowych do oczyszczalni ścieków komunalnych w Powiecie Hajnowskim, wytwarza się około 7.131 MWh<sub>Hu</sub> rocznie. Około 35 % można przekształcić podczas odpowiedniego procesu już w osadniku wstępnym, a dalsze 37 % w osadniku wtórnym w postaci biomasy w komorze fermentacyjnej. W sumie około 72 % całkowitej bioenergii zawartej w ściekach można zatem odzyskać w komorze fermentacyjnej i przekształcić w gaz fermentacyjny (por. LFU 2015). W Powiecie Hajnowskim byłoby to około 5.134 MWh<sub>Hu</sub> rocznie. Mógłby on zostać przekształcony przez blok ciepłowniczo - energetyczny na łączną moc 1.797 MWh<sub>el</sub> i 2.824 MWh<sub>th</sub> rocznie.

Jest to jednak tylko teoretyczny potencjał. Aby móc uzyskać gaz ściekowy konieczne są duże inwestycje. Wykorzystanie jest zatem ekonomicznie sensowne z punktu widzenia rentowności ekonomicznej w przedziale wielkości od 50.000 do 100.000 mieszkańców.



Rys. 96: Przekształcanie bioenergii w energię elektryczną i ciepło w oczyszczalniach ścieków

(ŹRÓDŁO: LFU 2015)

Ponadto gminy zainwestowały w wydajną technologię instalacji dopiero w 2014 r., która produkuje bardzo mało osadów ściekowych (reaktor sekwencjonujący lub proces SBR). Łącznie w ciągu roku produkuje się tylko ok. 180 ton osadów ściekowych. Cechą szczególną tego procesu jest niewielka ilość osadu, który pozostaje po oczyszczaniu ścieków. Jest więc szczególnie wydajny i wymaga szczególnie niskich kosztów usuwania osadów ściekowych. **Ponieważ przy obecnej wielkości przyłącza ze względów ekonomicznych i ekologicznych przejście na produkcję gazu z fermentora nie jest obecnie zalecane, zakłada się, że dodatkowy potencjał wytwarzania energii ze ścieków wynosi zero.**

## 6.2.7 Ciepło odpadowe

### 6.2.7.1 Ciepło odpadowe przemysłowe do użytku zewnętrznego

Niektóre procesy przemysłowe i handlowe mogą być szczególnie energochłonne. To zapotrzebowanie na energię może przejawiać się w wysokim zapotrzebowaniu na energię elektryczną lub ciepło. Podczas gdy szczególnie wysokie zużycie energii może być często zmniejszone poprzez działania energooszczędne i zwiększające efektywność (wewnętrzne wykorzystanie ciepła odpadowego), istnieją również procesy produkcyjne, które mogą mieć miejsce jedynie w szczególnie wysokich temperaturach. Te wysokie temperatury mogą być zapewniane przez energię elektryczną lub ciepłą. Po zakończeniu procesu produkcyjnego może być wtedy dostępna ogromna ilość ciepła odpadowego, które może być wykorzystane przez odbiorców zewnętrznych bez konieczności stosowania tak wysokich temperatur. Dzięki procesom dostosowanym do procesu produkcyjnego, ciepło odpadowe może być następnie oddzielone i wykorzystane za pomocą lokalnego lub powiatowego systemu grzewczego.

W ramach badań do niniejszego opracowania zidentyfikowano różne przedsiębiorstwa, które wytwarzają produkty wymagające wysokich poziomów temperatury. Teoretycznie, po dokładniejszym zbadaniu, ciepło odpadowe mogłoby zostać tam oddzielone i wykorzystane do celów zewnętrznych. Są to następujące firmy:



Tab. 49: Potencjał ciepły odpadów przemysłowych w Powiecie Hajnowskim

Gmina	Firmy	Produkt/ Technologia produkcji	Potencjał ciepła odpadowego
Hajnówka M.	Gryfskand sp. Z o. o.	Produkcja węgla aktywnego. W zależności od metody produkcji na różnych etapach produkcji wymagany jest poziom temperatury od 500 °C do 1.000 °C.	Duża ilość ciepła odpadowego może być odzyskana z gorących spalin za pomocą odpowiednich wymienników ciepła.
Narewka	Ceramika Budowlana Lewkowo Sp. Z o. o.	Produkcja cegieł. Cegły są wypalane w piecach. Według strony głównej, zakład posiada całkowitą zdolność produkcyjną wynoszącą około 70 milionów cegieł rocznie.	Za pomocą odpowiednich wymienników ciepła można odzyskać dużą ilość ciepła odpadowego z gorących gazów spalinowych z pieców.

(ŹRÓDŁO: POSZUKIWANIA WŁASNE EVF 2018, STRONY INTERNETOWE FIRM)

Trudno jest określić ilościowo potencjał wykorzystania ciepła odpadowego bez konkretnego wglądu w proces produkcji. Na podstawie publicznie dostępnych informacji i porównywalnych projektów autorzy szacują potencjał ciepła odpadowego zgodnie z tabelą 50. Autorzy zwracają jednak uwagę, że potencjał ten nigdy nie został szczegółowo oceniony i że jest to wyraźnie przybliżony szacunek. Potencjał należałoby konkretnie ocenić gdzie indziej.

Tab. 50: Potencjał ciepła z odpadów przemysłowych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	0	0	0	0
Czyże	0	0	0	0	0	0
Dubicze C.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka G.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka M.	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000
Kleszczele	0	0	0	0	0	0
Narew	0	0	0	0	0	0
Narewka	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

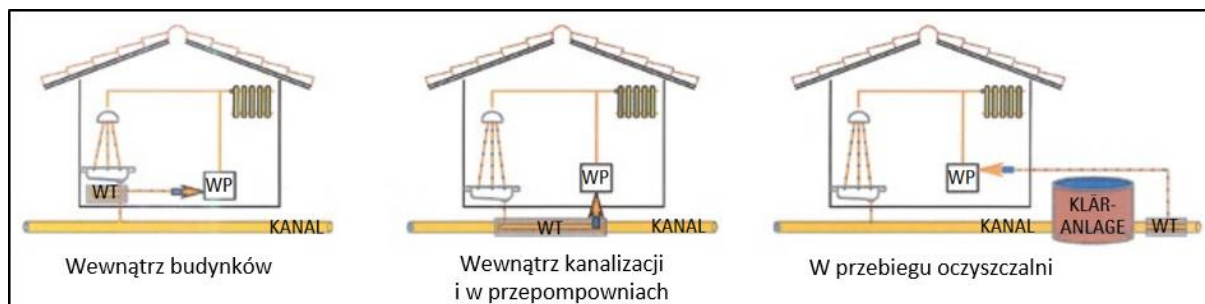
Podczas gdy w mieście Hajnówka istniejący system ciepłowniczy do wykorzystania teoretycznie nie jest daleko, cegielnia w Lewkowie znajduje się na słabo zaludnionym terenie i w bezpośrednim sąsiedztwie może być prawdopodobnie wykorzystana tylko częściowo.

### 6.2.7.2 Ciepło odpadowe ze ścieków

Wykorzystanie ciepła ze ścieków jest bardzo podobne do wykorzystania energii geotermalnej bliskiej powierzchni. Podobnie jak w przypadku energii geotermalnej bliskiej powierzchni, jest ona uzyskiwana przez pompy ciepła. Ponieważ temperatura ścieków wynosi zazwyczaj od 10 do 30 °C w zależności od punktu poboru, jest to korzystny punkt wyjścia dla pomp ciepła. Pewna ilość energii jest następnie pobierana z wody ściekowej przez wymiennik ciepła i wykorzystywana w pompie ciepła do celów grzewczych. W zależności od wymaganej temperatury zasilania w obiegu grzewczym pompa ciepła



może wytworzyć od 3 do 5 kilowatogodzin ciepła, np. przy wykorzystaniu jednej kilowatogodziny energii elektrycznej. Ponieważ w tym procesie z wody ściekowej pobierana jest również energia cieplna, jest ona chłodzona o kilka stopni Kelvina (np. z 14 °C do 10 °C). Potencjał zależy wówczas od ilości dostępnych ścieków, których ciepło ma być wykorzystane do celów grzewczych oraz od maksymalnego stopnia, w jakim ścieki mogą być chłodzone. Zasadniczo istnieją trzy opcje (por. LfU 2015):



Rys. 97: Miejsca do ekstrakcji ciepła ze ścieków

(ŹRÓDŁO: LfU 2015)

### 1. Wykorzystanie wewnątrz budynku

Nawet w obrębie budynku ścieki mogą być wykorzystywane do wytwarzania ciepła. Ciepła woda ściekowa (np. prysznic lub wanna) jest odprowadzana przez wymiennik ciepła do pompy ciepła, co umożliwi ponowne wykorzystanie ciepła zawartego w ściekach. Tutaj ścieki nadal mają najwyższe temperatury. Występuje jednak nieregularnie.

### 2. Wykorzystanie w kanalizacji i przepompowniach

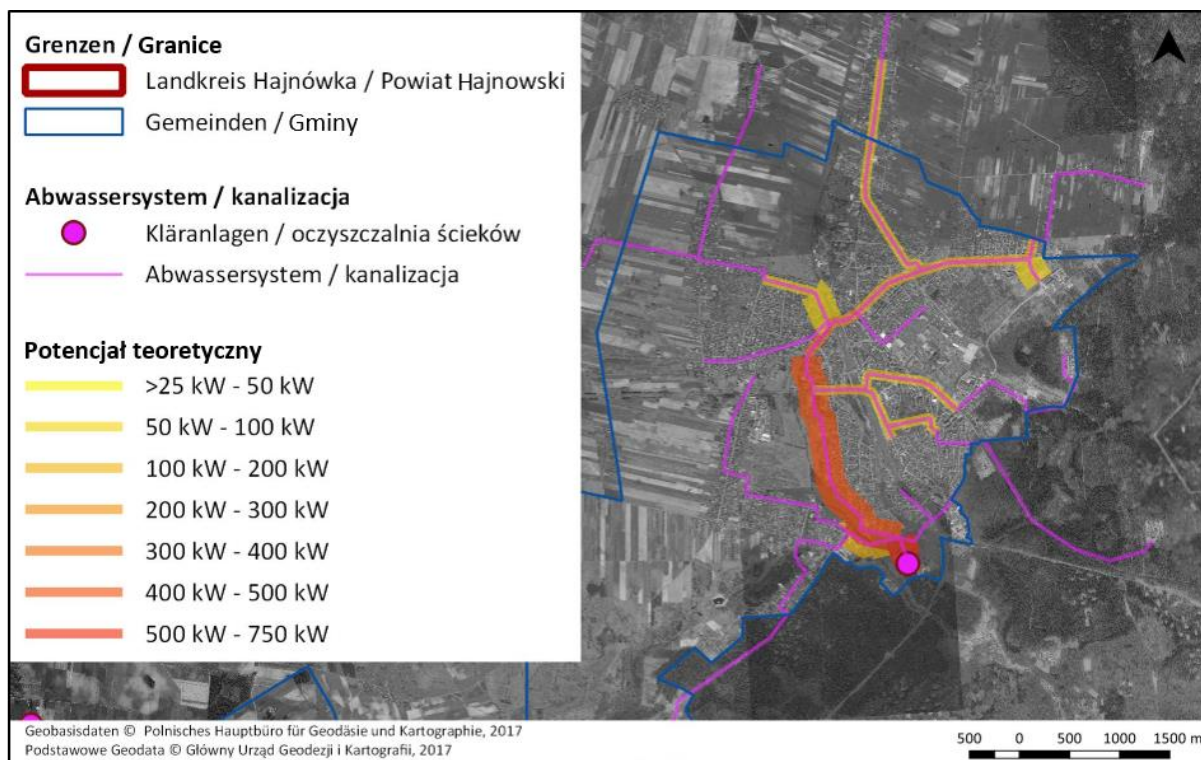
W przypadku zastosowania w systemie kanalizacyjnym ścieki są już nieco schłodzone. Jednak ponieważ w systemie kanalizacyjnym zebrano już więcej ścieków, większy użytkownik ma do dyspozycji potencjalnie więcej ścieków, które mogą być wykorzystane do odzysku ciepła.

### 3. Wykorzystanie w przebiegu oczyszczalni ścieków

Ścieki są oczyszczane po oczyszczalni i odprowadzane do rzeki. W tym miejscu można również wykorzystać ciepło ścieków. Do dyspozycji jest całkowita ilość odprowadzanej wody. Często jednak w tym miejscu nie ma prawie żadnych potencjalnych odbiorców.

## Określenie potencjału

Potencjał wewnątrz istniejących budynków trudno wykorzystać poprzez modernizację i powinien być wykorzystywany przede wszystkim w nowych budynkach. Z drugiej strony, potencjał sieci kanalizacyjnej, pompowni i oczyszczalni ścieków można teoretycznie wykorzystać poprzez wyposażenie sieci kanalizacyjnej w odpowiednie wymienniki ciepła w połączeniu z pompą ciepła. Rysunek 98 przedstawia podstawowy potencjał w oparciu o średnie ilości odprowadzanych ścieków w sieci kanalizacyjnej.



Rys. 98: Możliwość wykorzystania ciepła odpadowego ze ścieków komunalnych w mieście Hajnowka

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Zasadniczo w obszarach oznaczonych na rysunku 98 ścieki są prawdopodobnie dostępne w ilości wystarczającej, by wykorzystać ich ciepło w większych obszarach. Zapotrzebowanie na ciepło ze względu na koszty wykorzystania nie powinno być oddalone dalej niż ok. 100 m w obrębie miasta lub 300 m poza miastem (odległość tę przedstawia grubość linii na rys. 98, przedstawiono to w odpowiedniej skali poza miastem lub na terenach niezabudowanych o szerokości 300 m i w obrębie miasta lub na terenach zabudowanych o szerokości 100 m). Potencjał należy pojmować łącznie. Jeśli w jednym punkcie zostanie pobrana określona wydajność ze ścieków, nie jest ona już dostępna w innym. Dzieje się tak dlatego, że gdy energia jest pobierana, to w tym samym czasie ścieki są schładzane (założenie: o 4 °K, np. z 14 °C do 10 °C). Woda, która jest chłodniejsza w wylocie, nie może być dalej chłodzona. W ten sam sposób, ścieki nie mogą być schładzane w punkcie poboru w trakcie istniejącego użytkowania.

Ponadto ścieki doprowadzane do oczyszczalni ścieków muszą utrzymywać określoną minimalną temperaturę, aby nie zostały zakłócone biologiczne procesy oczyszczania ścieków. Według informacji z oczyszczalni ścieków w Hajnowce część ścieków napływających do oczyszczalni w zimie ma już temperaturę zaledwie 10 °C. Temperatura wody jest więc bardzo niska. W niektóre szczególnie zimne dni, a zwłaszcza w zależności od pory dnia, temperatura ta może być jeszcze niższa. Dlatego też każde zastosowanie powinno być skoordynowane z potrzebami oczyszczalni ścieków w odniesieniu do stabilnego procesu biologicznego. Wydajność pokazana na rysunku 98 może być zatem wykorzystana tylko w miesiącach przejściowych jesienią i wiosną, a następnie musi być zaniechana w miesiącach bardzo zimnych, w których ścieki nie mogą być dalej schładzane. Ponadto potencjał ciepła odpadowego w oczyszczalni ścieków w samej Hajnowce jest już proporcjonalnie wykorzystywany. Potencjał jest zatem tylko częściowo dostępny w fazie wstępnej.

Ponadto nie wszystkie systemy kanalizacyjne w gminach mogły być objęte zakresem niniejszego opracowania ze względu na brak planów. Dlatego też można było poddać ocenie tylko systemy



kanalizacyjne w Gminie Hajnówka i dwa systemy kanalizacyjne w Dubiczach Cerkiewnych. Były one jednak zbyt małe, aby wykazać jakkolwiek znaczący potencjał.

Biorąc pod uwagę, że energia może być pobierana ze ścieków tylko w okresach przejściowych, potencjał szacuje się następująco:

Tab. 51: Potencjał ciepła z odpadów przemysłowych

Gmina	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]	Praca [MWh <sub>th</sub> ]	Moc [kW <sub>th</sub> ]
Białowieża	0	0	0	0	0	0
Czeremcha	0	0	0	0	0	0
Czyże	0	0	0	0	0	0
Dubicze C.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka G.	0	0	0	0	0	0
Hajnówka M.	100	66	500	500	600	566
Kleszczele	0	0	0	0	0	0
Narew	0	0	0	0	0	0
Narewka	0	0	0	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>100</b>	<b>66</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>566</b>

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

## 6.2.8 Podsumowanie wszystkich potencjałów energii odnawialnej

### 6.2.8.1 Potencjał odnawialnych źródeł energii w obszarze energii elektrycznej

Tabela 52 podsumowuje potencjał odnawialnych źródeł energii w obszarze energii elektrycznej. Wynika z niej, że tylko około 1% dostępnego potencjału odnawialnych źródeł energii jest wykorzystywanych do wytwarzania energii elektrycznej. Gdyby został wykorzystany cały potencjał wynikający z tej analizy, to obecne zużycie energii elektrycznej w Powiecie Hajnowskim na poziomie 169.634 MWh<sub>el</sub> w roku (610 TJ) mogłoby być pokryte ponad pięciokrotnie.

Tab. 52: Potencjał odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej

	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Fotowoltaika na powierzchniach dachów	830	830	104.973	129.233	105.804	130.064
Fotowoltaika na wolnych powierzchniach	0	0	204.482	204.482	204.482	204.482
Biogaz	8.300	999	490.057	59.044	498.357	60.043
Energia wodna	1.100	166	328	58	1.428	224
Energia wiatrowa	1.200	600	156.896	72.640	158.096	73.240
Gaz wysypiskowy	0	0	926	112	926	112
<b>Suma</b>	<b>11.430</b>	<b>2.595</b>	<b>957.662</b>	<b>465.569</b>	<b>969.093</b>	<b>468.165</b>

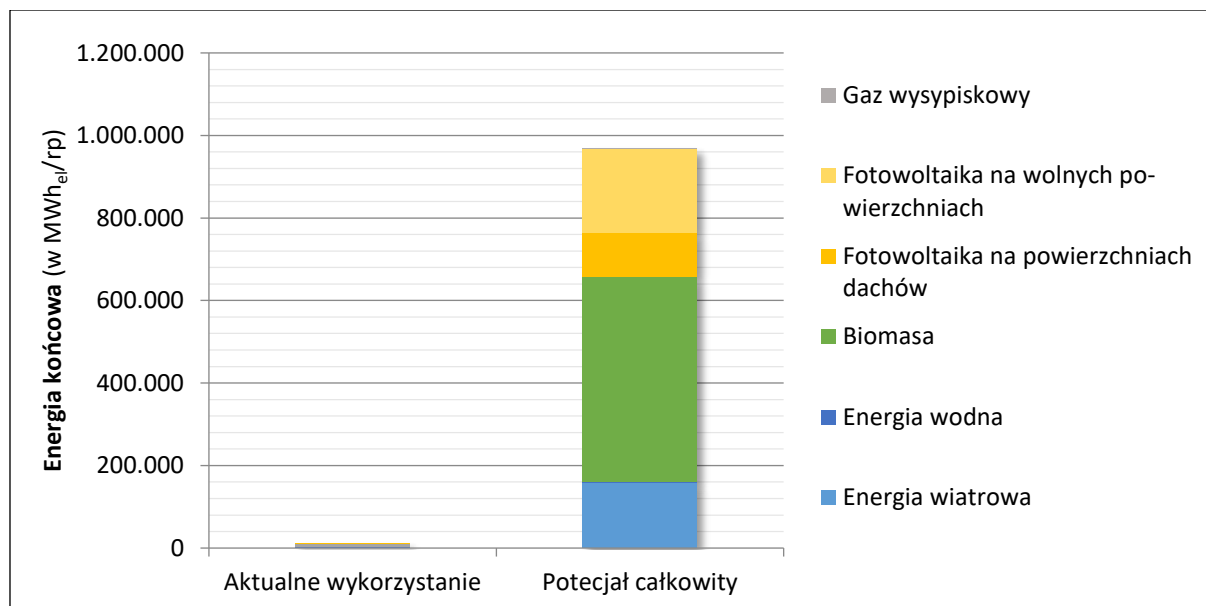
Wskazówka: W związku z zaokrągleniem i zaokrągleniem podanych tutaj danych liczbowych przedstawiona suma może nieznacznie różnić się od przedstawionej wcześniej sumy poszczególnych potencjałów.

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)





Poniższy rysunek ilustruje związek pomiędzy całkowitym potencjałem a obecnym wykorzystaniem. Wartości aktualnego zużycia są tak niskie, że trudno je dostrzec na rysunku. Wyraźnie rozpoznawalne są teoretycznie istniejące duże potencjały energii elektrycznej z biogazu oraz łatwe do zrealizowania w praktyce potencjały dla instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych.



Rys. 99: Aktualne zużycie i potencjał energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w Powiecie Hajnowskim

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Tutaj należy jednak przypomnieć główne założenia:

Przy dużym potencjale biomasy założono, że wszystkie grunty orne poza gruntami przeznaczonymi na zapewnienie potrzeb żywnościowych zostaną wykorzystane do uprawy kukurydzy energetycznej. Bardziej zrównoważone uprawy energetyczne (przy nieco niższym plonie energii z hektara użytków rolnych) z jednej strony zwiększą potencjał, a z drugiej strony jest mało prawdopodobne, że potencjał ten zostanie kiedykolwiek w pełni wykorzystany ze względu na fakt, że w rzeczywistości te pozostałe grunty orne z pewnością nie mogą zostać w pełni wykorzystane. W tym przypadku jednak, nawet przy wykorzystaniu tylko dziesięciu procent potencjału, prawie jedna trzecia obecnego zużycia energii elektrycznej mogłaby zostać pokryta przez biogazownie. Ponieważ biogazownie są zdolne zarówno do obciążenia podstawowego, jak i regularnego oraz nie są zależne od wiatru i pogody nawet bez dalszych technologii magazynowania, należy zwrócić szczególną uwagę na ten typ wytwarzania energii.

Ponadto w przedstawionej powyżej analizie potencjału uwzględniono potencjał energetyki wiatrowej, który w momencie opracowywania koncepcji mógł być realizowany z prawnego punktu widzenia (chodzi o to, że z prawnego punktu widzenia należy w szczególności uwzględnić regulację odległości do budynków mieszkalnych w wysokości dziesięciokrotności wysokości całkowitej wiatraka). W związku z tym wskazano również, że potencjał mógłby być ponad dziesięciokrotnie większy, gdyby ta zasada odległości z technicznego punktu widzenia była oparta na czysto obiektywnych kryteriach. Przynajmniej w przyszłości można sobie wyobrazić zmianę sytuacji prawnej. Całkowity potencjał byłby wówczas odpowiednio wyższy.



### 6.2.8.2 Potencjał energii odnawialnych w obszarze produkcji ciepła

W tabeli 53 podsumowano potencjał odnawialnych źródeł energii w obszarze produkcji ciepła. Wynika z niej, że teoretycznie wykorzystywane jest dopiero 25 % całkowitego potencjału.

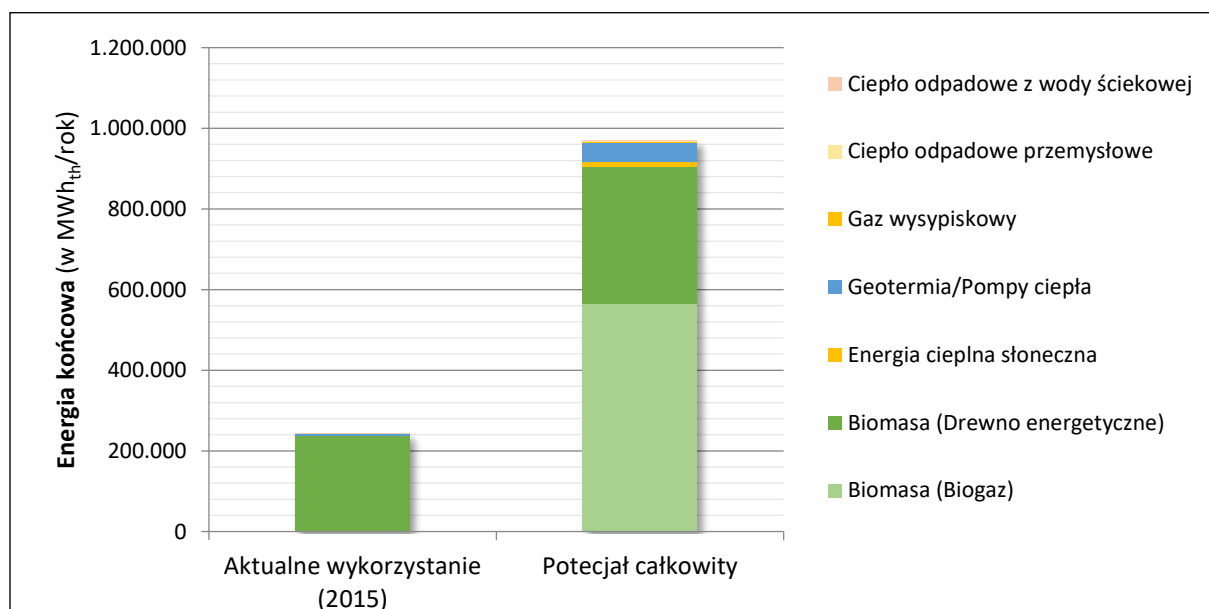
Tab. 53: Potencjał energii odnawialnych w obszarze produkcji ciepła

	Stan		Potencjał rozwojowy		Potencjał całkowity	
	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]	Praca [MWh <sub>el</sub> ]	Moc [kW <sub>el</sub> ]
Biomasa (Biogas)	0	0	563.855	67.934	563.855	67.934
Biomasse (Energieholz)	236.949	157.966	102.419	68.279	339.368	226.245
Solarthermie	1.344	1.272	12.651	20.497	13.995	21.770
Obfln. Geothermie	3.401	2.268	44.393	29.595	47.794	31.863
Deponiegas	0	0	1.456	175	1.456	175
Industrielle Abwärme	0	0	2.000	2.000	2.000	2.000
Abwärme aus Abwasser	100	66	500	500	600	566
<b>Suma</b>	<b>241.794</b>	<b>161.572</b>	<b>727.274</b>	<b>188.980</b>	<b>969.068</b>	<b>350.553</b>

Wskazówka: W związku z zaokrągleniem i zaokrągleniem podanych tutaj danych liczbowych przedstawiona suma może nieznacznie różnić się od przedstawionej wcześniej sumy poszczególnych potencjałów.

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Poniższy rysunek ilustruje związek pomiędzy całkowitym potencjałem a obecnym wykorzystaniem. Wyraźnie widoczny jest duży potencjał ciepła z biogazowni.



Rys. 100: Aktualne zużycie i potencjał ciepła z odnawialnych źródeł energii w Powiecie Hajnowskim

(ŹRÓDŁO: OBLICZENIA I PRZEDSTAWIENIE WŁASNE EVF 2018)

Relatywnie duży całkowity potencjał jest już jednak wykorzystywany w około jednej czwartej. Ponadto potencjał ciepła z biogazowni bez dalszych inwestycji w większe instalacje gazowe lub inne odpowiednie systemy magazynowania ciepła jest dostępny przez cały rok - nawet latem, kiedy nie jest



potrzebny. Ponadto, jak już wskazano w rozdziale 6.2.2.1, potencjał drewna energetycznego jest obecnie wykorzystywany gdzie indziej. Choć teoretycznie potencjał ten pozostałby po przemysłowym wykorzystaniu lokalnym, to w rzeczywistości surowiec drzewny jest również wykorzystywany poza granicami powiatu.

Teoretycznie potencjał energii słonecznej, energii geotermalnej bliskiej powierzchni oraz pomp ciepła można rozszerzyć poza przedstawione tu prezentacje. Teoretycznie energia geotermalna w pobliżu powierzchni mogłaby być również wykorzystana w istniejących strukturach. Systemy solarne mogą być również wykorzystywane do wspomaganie ogrzewania, a nie tylko do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. W obu przypadkach jednak zastosowanie w istniejących budynkach pociąga za sobą znacznie wyższe koszty inwestycyjne, ponieważ mogą one być skutecznie wdrożone tylko wtedy, gdy istniejące budynki są w pełni odremontowane (te zazwyczaj nie posiadają centralnego ogrzewania w połączeniu z grzejnikami powierzchniowymi). Chociaż teoretycznie istnieje ten dodatkowy potencjał, obecnie trudno jest go wykorzystać gospodarczo ze względu na wysokie koszty inwestycji bez ogromnego wsparcia finansowego ze strony odpowiednich programów rządowych.

### 6.2.8.3 Wnioski końcowe

Zasadniczo, rzeczywisty potencjał cieplny, który może być wykorzystany w obecnych warunkach ramowych, jest już w dużej mierze wykorzystywany. Bez większych inwestycji nie ma tu prawie żadnych możliwości rozwojowych. Jednakże takie wykorzystanie już teraz przyczynia się do tego, że ponad 25 % całkowitego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania jest już pokryte przez odnawialne źródła energii. Niemniej jednak należy poszukiwać rozwiązań w celu dalszego zwiększenia tego udziału.

Z drugiej strony, potencjał energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii jest wykorzystywany jedynie w niewielkim stopniu. Mimo że wymagane do tego celu technologie są teoretycznie dostępne od lat i są znacznie łatwiejsze do wdrożenia niż w sektorze ciepłowniczym, to nadal istnieje ogromny potencjał rozwojowy. Byłoby stosunkowo łatwo wygenerować tak dużo energii odnawialnej z instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych, że wszystkie prywatne gospodarstwa domowe na Podlasiu mogłyby być nią zasilane. Gdyby dodatkowo wykorzystać dalsze technicznie możliwe do wykorzystania potencjały w dziedzinie energii wiatrowej, można by je było dostarczyć nawet dwukrotnie. W przypadku systemów fotowoltaicznych jest to już dziś ekonomicznie wykonalne. Hamująco działają tutaj wysokie początkowe koszty inwestycyjne, które zazwyczaj można zrekompensować oszczędnościami wygenerowanymi w trakcie eksploatacji. W dziedzinie energetyki wiatrowej istnieje obecnie poważna przeszkoda, że prawie nie ma odpowiednich kanałów zbytu. Z przypuszczalnie 0,30 do 0,40 PLN/kWh<sub>el</sub> duże turbiny wiatrowe w Powiecie Hajnowskim miałyby najniższe pełne koszty produkcji energii elektrycznej.

Pompy ciepła mogą być również wykorzystywane do przetwarzania dużej części energii elektrycznej stosunkowo efektywnie w ciepło. Dzięki stworzeniu odpowiednio zwymiarowanej infrastruktury magazynowania można by również wyeliminować zależność od wiatru i pogody.

Oprócz odnawialnego i przyjaznego dla środowiska charakteru, dzięki wykorzystaniu tego potencjału można zaoszczędzić duże ilości gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń. Oszczędności te zostaną szerzej omówione w scenariuszach (rozdział 8).





## Zastosowane skróty

### Skróty nazw własnych

Dena	Niemiecka Agencja Energetyczna
Dtld.	Niemcy
EVF	EVF – Energievision Franken GmbH
GEMIS	Globalny model emisji zintegrowanych systemów
IINAS	Międzynarodowy Instytut Analizy i Strategii Zrównoważonego Rozwoju
KEM-Tool	Samorządowe narzędzie do zarządzania energią
PEC	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Hajnówce
PGE	Polska Grupa Energetyczna
PUK	Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych Sp. z o.o.

### Przepisy ustawowe i wykonawcze

EEG	Ustawa o odnawialnych źródłach energii
EnEV	(niemieckie) Rozporządzenie w sprawie oszczędności energii

### Jednostki fizyczne i matematyczne

°C	stopień Celsius (temperatura, stan)
°K	stopień Kelvin (jednostka zmiany temperatury; 1 °K jest różnicą pomiędzy dwoma stanami wyrażoną w stopniach Celsjusza; a więc np. Między 10 °C i 11 °C)
a	rok
cm	centymetr
g	gram (waga)
GW <sub>el</sub>	gigawat elektryczny (1 Mrd. W <sub>el</sub> )
GW <sub>th</sub>	gigawat termiczny (1 Mrd. W <sub>th</sub> )
GWh <sub>el</sub>	gigawat elektryczny (1 Mrd. Wh <sub>el</sub> )
GWh <sub>HS</sub>	gigawatogodzina wartość energetyczna (1 Mrd. Wh <sub>HS</sub> )
GWh <sub>Hi</sub>	gigawatogodzina wartość opałowa (1 Mrd. Wh <sub>Hi</sub> )
GWh <sub>th</sub>	gigawatogodzina termiczna (1 Mrd. Wh <sub>th</sub> )
h	godzina/y



ha	hektar (odpowiada 10.000 m <sup>2</sup> )
kg	kilogram (odpowiada 1.000 g)
km	kilometer (odpowiada 1.000 m)
km <sup>2</sup>	kilometer kwadratowy (odpowiada mln m <sup>2</sup> )
kV	kilovolt (odpowiada 1.000 Volt)
kW <sub>el</sub>	kilowat elektryczny (odpowiada 1.000 W <sub>el</sub> )
kW <sub>p</sub>	kilowat moc szczytowa (patrz słownik)
kW <sub>th</sub>	kilowat termiczny (odpowiada 1.000 W <sub>th</sub> )
kWh <sub>HS</sub>	kilowatogodzina wartość energetyczna (górną wartość opałową) (ang. „superior heating value“)
kWh <sub>Hi</sub>	kilowatogodzina wartość opałowa (dolną wartość opałową) (ang. „inferior heating value“)
kWh <sub>el</sub>	kilowatogodzina elektryczna (odpowiada 1.000 Wh <sub>el</sub> )
kWh <sub>th</sub>	kilowatogodzina termiczna (odpowiada 1.000 Wh <sub>th</sub> )
l	litr (1.000 cm <sup>3</sup> )
m	metr (odległość)
m <sup>2</sup>	metr kwadratowy (powierzchnia)
m <sup>3</sup>	metr sześcienny (pojemność)
MW <sub>el</sub>	megawat elektryczny (odpowiada 1 mln W <sub>el</sub> )
MW <sub>th</sub>	megawat termiczny (odpowiada 1 mln W <sub>th</sub> )
MWh <sub>HS</sub>	megawatogodzina wartość energetyczna (górną wartość opałową) (ang. „superior heating value“)
MWh <sub>Hi</sub>	megawatogodzina wartość opałowa (dolną wartość opałową) (ang. „inferior heating value“)
MWh <sub>el</sub>	megawatogodzina elektryczna (odpowiada 1 mln Wh <sub>el</sub> )
MWh <sub>th</sub>	megawatogodzina termiczna (odpowiada 1 mln Wh <sub>th</sub> )
Nm <sup>3</sup>	standardowy metr sześcienny (pojemność w znormalizowanych warunkach temperatury i ciśnienia)
t	tona/y (metrycznie; odpowiada 1 mln g lub 1.000 kg)
V	volt (napięcie elektryczne)
W <sub>el</sub>	wat elektryczny (moc elektryczna)
W <sub>th</sub>	wat termiczny (moc termiczna)



$Wh_{el}$	watogodziny elektryczne (praca elektryczna)
$Wh_{Hs}$	watogodziny wartość energetyczna (cała praca)
$Wh_{Hi}$	watogodziny wartość opałowa (praca użytkowa ogółem)
$Wh_{th}$	watogodziny wartość termiczna (praca termiczna)
$\eta$	stopień aktywności (eta)



## Słownik

Wartość termiczna	ter-	Wartość termiczna "Ho" oznacza całkowitą energię końcową zawartą w źródle energii. Ze względu na straty energii podczas kondensacji energia ta nie może być w pełni wykorzystana. Ilość użytkowa energii określana jest jako wartość opału-wa.
CNG		Paliwo CNG to sprężony gaz ziemny pod ciśnieniem. CNG jest stosowany głównie jako paliwo w pojazdach. Skrót CNG pochodzi z angielskiego „Compressed Natural Gas”. Gaz ziemny jest mieszaniną różnych gazów kopalnych, których wartość energetyczna jest zazwyczaj ustawiona na ok. 11,3 kWh <sub>Ho</sub> /Nm <sup>3</sup> (nieskompresowany gaz ziemny).
Energia końcowa		Energia końcowa to energia obecna w źródle energii dostępnym na miejscu.
Współczynnik jednoczesności	Współczynnik jednoczesności	Współczynnik jednoczesności jest współczynnikiem korygującym, który jest brany pod uwagę przy planowaniu i wymiarowaniu technicznym sieci ciepłowniczych lokalnych lub dalszych. Stosując współczynnik jednoczesności zakłada się, że maksymalna wymagana moc cieplna wszystkich abonentów nigdy nie jest potrzebna w tym samym czasie lub że w razie potrzeby zbiornik buforowy może na krótko przechwycić tę jednoczesność, tak aby można było zastosować mniejszy kocioł, którego moc jest mniejsza niż suma wszystkich potrzeb grzewczych wszystkich abonentów.
Wartość opału	Wartość opału	Wartość opału "Hu" oznacza całkowitą użyteczną energię końcową zawartą w nośniku energii, z wyłączeniem energii końcowej potrzebnej do kondensacji gazów spalinowych.
LPG		Paliwo LPG jest gazem płynnym stosowanym jako paliwo do silników spalinowych. Nazwa pochodzi od angielskiego "Liquefied Petroleum Gas". Głównymi składnikami są butan i propan. Wartość opału wynosi około 6,9 kWh <sub>Ho</sub> /l.
Lokalna sieć ciepłownicza	Lokalna sieć	Lokalna sieć ciepłownicza to sieć ciepłownicza, która transportuje ciepło do odbiorcy tylko na krótkich odcinkach. Lokalne sieci ciepłownicze tworzą z reguły zamknięty system w obrębie miejscowości. To odróżnia je od sieci ciepłowniczych, które transportują ciepło do odbiorców na większe odległości (czasami od 10 do 20 km).
Standardowe liczniki sześciennie	Standardowy metr sześcienny	Standardowy metr sześcienny (Nm <sup>3</sup> ) to znormalizowana objętość. W związku z niniejszym badaniem termin ten jest szczególnie ważny dla opisu objętości gazów (gaz ziemny, metan itp. ), ponieważ różne gazy (i mieszanki gazów) mają różne objętości w zależności od temperatury i ciśnienia. Standardowy metr sześcienny umożliwia porównanie objętości różnych gazów poprzez standaryzację.
Moc szczytowa		Moc szczytowa w niniejszym opracowaniu to moc znamionowa generatora elektrycznego. Termin ten jest stosowany w szczególności w związku z systemami fotowoltaicznymi. Moc szczytowa to moc, którą można uzyskać w standardowych warunkach laboratoryjnych. Są one zwykle określane jako "standardowe warunki





temperaturowe (STC)". Rzeczywista wydajność różni się znacznie w zależności od rzeczywistych warunków pracy.

- Energia pierwotna** Energia pierwotna to suma wszystkich energii związanych ze zużyciem źródła energii i energii w nim zawartej. Oprócz energii końcowej zawartej w źródle energii, energia pierwotna uwzględnia również łańcuch dostaw i niezbędne zużycie energii związane z końcowym zużyciem energii.
- Gazy cieplarniane** Gazy cieplarniane (GHG) to wszystkie gazy, które w znacznym stopniu przyczyniają się do zmian klimatycznych. Należą do nich w szczególności dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) i podtlenek azotu (N<sub>2</sub>O), ale także inne, które w niniejszym badaniu są nieistotne pod względem ilościowym. Ponieważ w związku ze zmianami klimatycznymi początkowo publicznie mówiono tylko o dwutlenku węgla, gazy cieplarniane są również wskazane w tzw. ekwiwalentach CO<sub>2</sub>.
- Wartość U** Wartość U jest tzw. współczynnikiem przenikania ciepła. Wskazuje ona, ile energii cieplnej jest uwalniane z Kelvina przez medium o powierzchni 1 m<sup>2</sup> przy różnicy temperatur po obu stronach. Im niższa wartość U, tym lepszy jest materiał izolacyjny.



## Bibliografia i źródła

**AEOLUS WIND ENERGY LTD 2017:** Informacje techniczne i broszury dotyczące małych turbin wiatrowych. Aeolos Wind Energy Ltd [Wyd.], United Kingdom (UK), London, 2017.

**ARGE ENP 2014:** Uniwersytet w Landshut, Instytut Systemowego Doradztwa Energetycznego. Podręcznik dotyczący planów wykorzystania energii - dodatek do przewodnika do Planu wykorzystania energii. Opracowany w ramach ARGE "Plany wykorzystania energii" Bawarskiego Związku Gmin. Dostępny na stronie internetowej rządu kraju związkowego Bawarii: [www.energieatlas.bayern.de/file/pdf/1635/handbuch.pdf](http://www.energieatlas.bayern.de/file/pdf/1635/handbuch.pdf) [ostatni dostęp uzyskano 17.01.2017].

**BMWİ 2015:** Niemieckie Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii (BMWİ) oraz Niemieckie Federalne Ministerstwo Środowiska, Ochrony Przyrody, Budownictwa i Bezpieczeństwa Jądrowego (BMUB) [red. Ogłoszenie zasad dotyczących wartości charakterystycznych zużycia energii i wartości porównawczych w budynkach niemieszkalnych z dnia 07 kwietnia.

**BRZOSTOWSKI, N., POSKROBKO, K. M., POSKROBKO, T., & SIDORCZUK-PIETRASZKO, E. 2014:** Analiza zapotrzebowania, potencjału i wykorzystania surowców w regionie. Pobrana 05.12.2017 z <http://powiat.hajnowka.pl/pliki/a2.pdf>

**BWP 2016:** Informacje i grafiki na temat pomp ciepła. Federalne Stowarzyszenie Pompy Ciepła (BWP) [red. Ostatni dostęp uzyskany 30. 09. 2016 r. Dostępny na stronie głównej BWP: <https://www.waermepumpe.de>

**C.A.R.M.E.N. e.V. 2013:** Centralna sieć obrotu surowcami rolnymi i energii e.V. (C.A.R.M.E.N. e.V.) [Wyd.], Małe turbiny wiatrowe - informacje ogólne i zalecenia dotyczące działań, Straubing, 2013.

**CO2ONLINE GGMBH 2016:** Strona główna. Skład zużycia energii elektrycznej w niemieckich gospodarstwach domowych, status 03/2016. <https://www.co2online.de/fileadmin/co2/Multimedia/Infografiken/stromverbrauch.jpg>

**CSOP 2017:** Główny Urząd Statystyczny RP. Bank Danych Lokalnych. Pobrane w dniu 23.06.2017 r: 23.06.2017 [https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start?p\\_name=indeks](https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start?p_name=indeks)

**CZYŻE 2017:** Informacje na temat danych statystycznych i planowania w gminie Czyże. Dane zebrane w okresie od 01.10.2016 do 28.02.2018. Częściowo dostępne na stronie internetowej gminy Czyże: [www.ugczyze.pl](http://www.ugczyze.pl)

**DENA 2013:** Niemiecka Agencja Energetyczna GmbH [Red.]. Doradztwo energetyczne w przemyśle i handlu, 12/2013 3. wydanie.

**DIFU 2011:** Niemiecki Instytut Spraw Miejskich [red. Ochrona klimatu w gminach - praktyczny przewodnik. PD Dr. Bunzel i Al. DifU], Dipl. -Ing. Dünnebeil et Al. IFEU, Dipl. -Geogr. Kuhn [Climate Alliance] [Autorzy]. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Berlin. 2011.

**ENERGIEATLAS BAYERN 2017:** Informacje na temat odnawialnych źródeł energii i technologii. Bawarskie Ministerstwo Gospodarki, Rozwoju Regionalnego i Energii (StMWLE) [red. Ostatni pobrane w lutym 2018 r. Dostępny na stronie internetowej bawarskiego Atlasu Energii: [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)

**FRAUNHOFER ISE 2013:** Koszty produkcji energii elektrycznej Energia odnawialna, Studium, wersja listopad 2013. Instytut Słonecznych Systemów Energetycznych w Fraunhof ISE [Red.], Christoph Kost et. Al. [Autorzy]. Freiburg, 2013.



**GUGK 2017:** Główny Urząd Geodezji i Kartografii [red.], Dane Geobasis, pobrane jako WMS w okresie od 01.10.2016 do 31.03.2018.

**IFEU 2016:** Instytut Badań nad Energią i Środowiskiem Heidelberg. BSKO - Systemowa komunikacja księgową. Zalecenie w sprawie metodologii bilansu gminnych gazów cieplarnianych dla sektora energetycznego i transportowego w Niemczech. Streszczenie. Dostępny na stronie internetowej IfEU: [www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungs-Systematik\\_Kommunal\\_Kurzfassung.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungs-Systematik_Kommunal_Kurzfassung.pdf) [ostatnio pobrany 17. 01. 2017].

**IINAS 2017:** Międzynarodowy Instytut Analiz i Strategii Zrównoważonego Rozwoju (IINAS). Globalny model emisji systemów zintegrowanych (GEMIS). Wersja: 4. 95, kwiecień 2017 r. Program obliczeniowy dla emisji gazów cieplarnianych. Dostępne do bezpłatnego pobrania na stronie internetowej IINAS: [iinas.org](http://iinas.org) [pobrano 21.12.2017].

**IPCC 2014:** Zmiany klimatu 2014: Sprawozdanie podsumowujące. Wkład grup roboczych I, II i III do piątego sprawozdania oceniającego Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (IPCC) [Core Writing Team, R. K. Pachauri i L. A. Meyer (red. )]. IPCC, Genewa, Szwajcaria.

**LFU 2015:** Energia ze ścieków. Bawarski Państwowy Urząd Ochrony Środowiska [red. Dr Ralf Mitsdoerffer, Prof. Dr Oliver Christ, Dr Werner Gebert [autorzy], GFM Beratende Ingenieure GmbH, Bobingen, maj 2015.

**LORENC 2005:** Atlas klimatu Polski. Halina Lorenc [Autor]. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

**OMIR 2015:** w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju (OMIR) [Hrsg.]. Warszawa, 2015.

**PGA 2008:** Polska Geotermalna Asocjacja (PGA) [Hrsg.], Informationen und Karten zum geothermischen Potenzial in Polen. Prof. Juliana Sokołowski, J. Zimny, M.Karch, Szczotka [Autoren]. Ostatnio informacje pobrano 11.07.2018 ze strony internetowej PGA: <http://www.pga.org.pl/geotermia-zasoby-polskie.html>

**SIMONET 1985:** Wytwarzanie energii z wysypisk śmieci. W: Ścieki gazowo-wodne. Jg. 65, Nr. 4, 1985, S. 185.

**StMUG 2011:** Bawarskie Państwowe Ministerstwo Środowiska i Zdrowia (StMUG), Bawarskie Państwowe Ministerstwo Gospodarki, Infrastruktury, Transportu i Technologii (StMWIVT), Najwyższy Urząd Budownictwa Bawarskiego Państwowego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych (OBB) [red. ]. Uniwersytet Techniczny w Monachium, Katedra Kontroli Klimatu Budowlanego i Usług Budowlanych, Prof. dr inż. dr hab. h. c. Hausladen i inni, Katedra Gospodarki Energetycznej i Techniki Stosowanej, Prof. Dr. rer. Nat Hamacher i inni. [autorzy]. Przewodnik po planie wykorzystania energii (EPS). Jagusch Printing Company, Wallenfels. Stan: 21 lutego 2011 r.

**StMWMET 2016:** Atlas energetyczny Bawarii. Informacje i grafika. Bawarskie Ministerstwo Gospodarki i Mediów, Energii i Technologii (StMWMET) [red. Monachium. Status 2015: dostępne do wglądu i pobrania na stronie internetowej firmy: [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de).

**SZEWczyk J. 2010:** Geofizyczne oraz hydrogeologiczne warunki pozyskiwania energii geotermicznej w Polsce. Prz. Geol., 58 (7): 566-573.



**UBA 2016:** Informacje na temat rozwoju efektywności samochodów osobowych w Federalnej Agencji Ochrony Środowiska (UBA) [red. Ostatni dostęp uzyskany w sierpniu 2017 r. Dostępny na stronie internetowej UBA: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

### Ważne informacje o prawach użytkowania i prawach autorskich oraz stosowanych licencjach osób trzecich

Podczas powielania, publikowania i/lub innego wykorzystania koncepcji energetycznej i/lub jej fragmentów należy przestrzegać następujących licencji i warunków korzystania z niej przez osoby trzecie:

1. W wielu mapach wykorzystano geodane Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (np. Ortofotomapa, Budynki BDOT 2010, etc. ). Pozycje zostały odpowiednio oznaczone. Warunki korzystania i warunki licencji są dostępne na stronie Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (<http://www.geoportal.gov.pl>) i muszą być ściśle przestrzegane podczas publikacji i/lub powielania.
2. W przedstawieniach mapowych wykorzystano pod pewnymi warunkami użytkowania geodane National Aeronautics and Space Administration (NASA) z USA. Warunki użytkowania można obejrzeć na stronie internetowej NASA (<https://www.nasa.gov>) i należy ich przestrzegać w każdej publikacji i/lub reprodukcji.
3. Ponadto w przedstawieniach mapowych użyto na określonych zasadach OpenStreetMap (OSM). Warunki użytkowania można znaleźć na stronie internetowej projektu OSM (<https://www.openstreetmap.org>) i należy ich przestrzegać przy każdej publikacji i/lub reprodukcji.
4. Zleceniodawca, Powiat Hajnowski oraz gminy przekazały określone geodane na podstawie licencji Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii zgodnie z ustalonymi warunkami użytkowania. Dotyczy to w szczególności następujących geodanych:

- Budynki BDOT

Dane te były wykorzystywane na niektórych mapach w niezmienionej postaci i/lub poprzez przedstawianie opartych na nich analiz. Oznaczono odpowiednie miejsca. Mogą być one wykorzystywane wyłącznie w ramach niniejszego badania i zgodnie z powiązаныmi warunkami użytkowania. Licencjobiorcą jest Powiat Hajnowski. Bez wyraźnej zgody Powiatu Hajnowskiego oraz Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii dane te nie mogą być publikowane, reprodukowane i/lub w inny sposób wykorzystywane.

Więcej informacji na temat licencji i warunków korzystania można uzyskać w Powiecie Hajnowskim oraz Głównym Urzędzie Geodezji i Kartografii (<http://www.geoportal.gov.pl>).



## Wykaz rysunków

Rys. 39: Porównanie form energii użytkowej, końcowej i pierwotnej.....	3
Rys. 40: Porównanie emisji zanieczyszczeń powietrza i gazów cieplarnianych z różnych paliw w celu wygenerowania 1 kWh ciepła do pomieszczeń.....	7
Rys. 41: Przykład łańcucha dostaw (tutaj: lekki olej opałowy), który jest brany pod uwagę w obliczeniach zapotrzebowania na energię pierwotną i sumy emisji.....	8
Rys. 42: Udział grup użytkowników w łącznym zapotrzebowaniu na ciepło w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	12
Rys. 43: Roczne zużycie energii grup odbiorców w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018.....	13
Rys. 44: Podział źródeł energii wykorzystywanych do pokrycia zapotrzebowania na ciepło w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018.....	14
Rys. 45: Udział grup odbiorców w całkowitym zużyciu energii elektrycznej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	15
Rys. 46: Zużycie energii elektrycznej przez grupy odbiorców na terenie Powiatu Hajnowskiego w latach 2015/2018 .....	15
Rys. 47: Podział stosowanych źródeł energii w zużyciu energii elektrycznej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	16
Rys. 48: Udział grup odbiorców w całkowitym zużyciu energii dla mobilności w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018.....	17
Rys. 49: Roczne zużycie energii na transport grup odbiorców w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	17
Rys. 50: Podział zużycia energii dla komunikacji wg nośnika energii w latach 2015/2018.....	18
Rys. 51: Aktualne roczne zużycie energii końcowej w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	19
Rys. 52: Zużycie energii końcowej w porównaniu samorządowym w Powiecie Hajnowskim .....	19
Rys. 53: Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło (zużycie energii końcowej i pierwotnej z uwzględnieniem warunków atmosferycznych) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych .....	20
Rys. 54: Suma emisji zanieczyszczeń związanych ze zużyciem ciepła w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	21
Rys. 55: Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną (zużycie energii końcowej i energii pierwotnej) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych.....	22
Rys. 56: Suma związanych ze zużyciem energii elektrycznej emisjami substancji szkodliwych w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018.....	22
Rys. 57: Średnie roczne zapotrzebowanie na energię na potrzeby mobilności (zużycie energii końcowej i pierwotnej) w Powiecie Hajnowskim i związane z tym emisje gazów cieplarnianych.....	23



Rys. 58: Suma emisji substancji szkodliwych związanych z mobilnością w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	24
Rys. 59: Pochodzenie emisji gazów cieplarnianych związanych z energią w Powiecie Hajnowskim w latach 2015/2018 .....	25
Rys. 60: Podział emisji substancji szkodliwych wg rodzajów w latach 2015/2018 .....	25
Rys. 61: Skład zapotrzebowania gospodarstw domowych na energię końcową .....	26
Rys. 62: Pełne porównanie kosztów różnych systemów ogrzewania .....	29
Rys. 63: Średnie zużycie paliwa samochodu osobowego Kombi na 100 km* .....	33
Rys. 64: Zilustrowanie potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności zużycia 5 litrów oleju napędowego na 100 km. ....	34
Rys. 65: Ilustracja potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności dzięki przejściu na elektromobilność.....	35
Rys. 66: Ilustracja potencjału oszczędności prywatnych gospodarstw domowych poprzez zwiększenie wydajności przy przejściu na elektromobilność (aktualny mix pojazdów).....	36
Rys. 67: Porównanie scenariuszy „Potencjału oszczędności energii i emisji gazów cieplarnianych” prywatnych gospodarstw domowych poprzez wydajne silniki spalinowe i elektromobilność przy różnych założeniach dotyczących pochodzenia energii elektrycznej.....	37
Rys. 68: Porównanie scenariuszy „Potencjalne oszczędności w zakresie emisji zanieczyszczeń” z gospodarstw domowych dzięki wydajnym silnikom spalinowym i mobilności elektrycznej przy różnych założeniach dotyczących pochodzenia energii elektrycznej .....	37
Rys. 69: Porównanie efektywności energetycznej i kosztowej różnych typów lamp w sektorze gospodarstw domowych .....	39
Rys. 70: Straty w trybie czuwania i związane z tym koszty energii elektrycznej typowych urządzeń elektrycznych w ciągu roku .....	40
Rys. 71: Istniejący potencjał oszczędności w obszarze oświetlenia ulicznego w stosunku do całkowitego zużycia energii elektrycznej w samorządach.....	55
Rys. 72: Końcowe zużycie energii sektora publicznego niesamorządowego, przedsiębiorstw i przemysłu .....	56
Rys. 73: Przegląd rodzajów potencjałów.....	60
Rys. 74: Solarny system grzewczy na dachu szkoły w Hajnówce .....	61
Rys. 75: Instalacje fotowoltaiczne (tutaj na wolnej powierzchni).....	61
Rys. 76: Wycinek katastru słonecznego dla powierzchni dachowych pojedynczych budynków .....	63
Rys. 77: Wycinek potencjalnych powierzchni dla systemów fotowoltaicznych na otwartych przestrzeniach .....	67
Rys. 78: Krzywa obciążenia przykładowej oczyszczalni ścieków i optymalne pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną z instalacji fotowoltaicznej.....	69



Rys. 79: Przykładowe zapotrzebowanie na miejsce dla instalacji PV przy oczyszczalni ścieków (tutaj: w Dubiczach Cerkiewnych).....	69
Rys. 80: Widok na Puszcę Białowieską.....	70
Rys. 81: Obszary leśne i obszary chronione.....	71
Rys. 82: Biogazownia w Starym Korninie (Gmina Dubicze Cerkiewne).....	75
Rys. 83: Elektrownia wodna przy Erlangen (Niemcy).....	81
Rys. 84: Duża instalacja wiatrowa w północnej Bawarii .....	83
Rys. 85: Mała turbina wiatrowa na budynku mieszkalnym.....	84
Rys. 86: Średnia prędkość wiatru na wysokości 10 m (1971-2001) .....	85
Rys. 87: Obszar przepływu turbulენტnego z powodu przeszkód wiatrowych.....	86
Rys. 88: Budowa małej turbiny wiatrowej we Włoszech .....	87
Rys. 89: Potencjalne miejsca dla elektrowni wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m) .....	90
Rys. 90: Przedstawienie gęstości obsadzenia potencjalnymi turbinami wiatrowymi (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m) .....	91
Rys. 91: Potencjalne miejsca dla elektrowni wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m) .....	93
Rys. 92: Przedstawienie gęstości obsadzenia z potencjalnymi turbinami wiatrowymi (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m) .....	94
Rys. 93: Porównanie zastosowania: kolektor geotermalny, sonda geotermalna, pompa ciepła wody gruntowej i powietrzna pompa ciepła .....	96
Rys. 94: Mapa hydrotermalna Polski.....	98
Rys. 95: Mapa rozkładu temperatury na głębokości 2.000 m dla Polski.....	99
Rys. 96: Przekształcanie bioenergii w energię elektryczną i ciepło w oczyszczalniach ścieków .....	102
Rys. 97: Miejsca do ekstrakcji ciepła ze ścieków .....	104
Rys. 98: Możliwość wykorzystania ciepła odpadowego ze ścieków komunalnych w mieście Hajnówka .....	105
Rys. 99: Aktualne zużycie i potencjał energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w Powiecie Hajnowskim .....	107
Rys. 100: Aktualne zużycie i potencjał ciepła z odnawialnych źródeł energii w Powiecie Hajnowskim .....	108



## Katalog tabelaryczny

Tab. 9: Baza danych - Badanie zużycia energii .....	9
Tab. 10: Dopuszczalne nieodnawialne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla nowych budynków .....	31
Tab. 11: Teoretycznie możliwy do osiągnięcia potencjał oszczędności w zakresie ciepła w prywatnych gospodarstwach domowych.....	32
Tab. 12: Wyciąg z wartości porównawczych stosowanych zgodnie z BMWi .....	43
Tab. 13: Kolorowe oznakowanie specyficznego parametru zużycia jako funkcja stosunku do wartości porównawczej .....	43
Tab. 14: Analiza budynków w obszarze ciepła .....	44
Tab. 15: Analiza budynków w sektorze energii elektrycznej.....	47
Tab. 16: Podsumowanie potencjału oszczędnościowego nieruchomości komunalnych.....	51
Tab. 17: Potencjał oszczędności dla pojazdów komunalnych .....	52
Tab. 18: Potencjały oszczędności energii w przypadku technicznego zastosowania „oświetlenia ulicznego” przez diody LED.....	54
Tab. 19: Potencjał oszczędności dla władz samorządowych w obszarze oświetlenia ulicznego .....	54
Tab. 20: Potencjał oszczędności w obszarze sektora publicznego niesamorządowego , przedsiębiorstw oraz przemysłu .....	57
Tab. 21: Podsumowanie potencjału oszczędności wszystkich grup użytkowników w obszarze energii końcowej .....	58
Tab. 22: Zakładane właściwości w zależności od przydatności dla systemów fotowoltaicznych i słonecznych systemów grzewczych .....	63
Tab. 23: Całkowite potencjalne promieniowanie słoneczne na powierzchniach dachów.....	64
Tab. 24: Potencjał dla energii słonecznej na powierzchniach dachów .....	65
Tab. 25: Potencjał dla energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na powierzchniach dachów .....	66
Tab. 26: Potencjał dla energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na dachach komunalnych .	66
Tab. 27: Potencjał energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych na otwartych przestrzeniach ..	68
Tab. 28: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada minimum) .....	73
Tab. 29: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada maksimum) .....	74
Tab. 30: Potencjał ciepła z drewna energetycznego (zasada maksymalna bez zapotrzebowania przemysłowego) .....	74
Tab. 31: Potencjał energii elektrycznej z upraw energetycznych .....	76





Tab. 32: Potencjał ciepła z upraw energetycznych .....	76
Tab. 33: Potencjał energii elektrycznej z nawozu naturalnego .....	77
Tab. 34: Potencjał ciepła z nawozu naturalnego .....	77
Tab. 35: Potencjał energii elektrycznej z odpadów biogenicznych w odpadach z gospodarstw domowych .....	78
Tab. 36: Potencjał ciepła z odpadów biogenicznych w odpadach z gospodarstw domowych .....	78
Tab. 37: Potencjał ciepła z zielonych odpadów komunalnych (z sękami) .....	79
Tab. 38: Potencjał energii elektrycznej z materiału zielonego z ogrodów i pielęgnacji krajobrazu .....	80
Tab. 39: Potencjał ciepła z materiału zielonego z ogrodów i pielęgnacji krajobrazu .....	80
Tab. 40: Potencjał dla energii elektrycznej z elektrowni wodnych .....	82
Tab. 41: Porównanie dużych i małych turbin wiatrowych (lądowych) .....	84
Tab. 42: Potencjał dla energii elektrycznej z małych turbin wiatrowych .....	88
Tab. 43: Kryteria wykluczenia w celu określenia potencjału dużych turbin wiatrowych .....	89
Tab. 44: Potencjał dla energii elektrycznej z dużych turbin wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 2.000 m) .....	91
Tab. 45: Potencjał dla energii elektrycznej z dużych turbin wiatrowych (Odległość do budynków mieszkalnych = 1.000 m) .....	93
Tab. 46: Potencjał dla ciepła z bliskiej powierzchniowej energii geotermalnej (Horyzont czasowy: do 2050) .....	97
Tab. 47: Potencjał energii elektrycznej z gazu wysypiskowego .....	100
Tab. 48: Potencjał ciepła z gazu wysypiskowego .....	101
Tab. 49: Potencjał ciepły odpadów przemysłowych w Powiecie Hajnowskim .....	103
Tab. 50: Potencjał ciepła z odpadów przemysłowych .....	103
Tab. 51: Potencjał ciepła z odpadów przemysłowych .....	106
Tab. 52: Potencjał odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej .....	106
Tab. 53: Potencjał energii odnawialnych w obszarze produkcji ciepła .....	108