



Projekt założeń do planu zaopatrzenia  
w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe  
gminy Pietrowice Wielkie

**Pietrowice Wielkie, 2011 r.**

**Spis Treści**

|                                                                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Wstęp .....</b>                                                                                                  | <b>5</b>  |
| <b>2. Zadania własne gminy w zakresie zarządzania energią .....</b>                                                    | <b>6</b>  |
| <b>3. Położenie i charakterystyka gminy Pietrowice Wielkie .....</b>                                                   | <b>7</b>  |
| 3.1 Położenie i podział administracyjny .....                                                                          | 7         |
| 3.2 Rys historyczny .....                                                                                              | 7         |
| 3.3 Warunki klimatyczne oraz środowiskowe .....                                                                        | 10        |
| 3.4 Demografia gminy .....                                                                                             | 10        |
| 3.5 Ogólne informacje o istniejącej zabudowie .....                                                                    | 10        |
| 3.6 Gospodarka rolna i leśna oraz inne działy gospodarki na terenie gminy .....                                        | 11        |
| 3.7 Rynek pracy .....                                                                                                  | 14        |
| <b>4. Infrastruktura techniczna .....</b>                                                                              | <b>15</b> |
| <b>5. Gospodarka wodno-ściekowa .....</b>                                                                              | <b>15</b> |
| 5.1 Zasoby wodne – charakterystyka i ocena stanu aktualnego .....                                                      | 15        |
| 5.1.1 Wody podziemne .....                                                                                             | 15        |
| 5.1.2 Wody powierzchniowe .....                                                                                        | 16        |
| 5.2 Sieć wodociągowa .....                                                                                             | 18        |
| 5.3 Sieć kanalizacyjna .....                                                                                           | 21        |
| 5.4 Oczyszczanie ścieków .....                                                                                         | 22        |
| <b>6. Wykorzystanie energii w gminie – analiza stanu aktualnego .....</b>                                              | <b>26</b> |
| 6.1 Ciepłownictwo .....                                                                                                | 26        |
| 6.2 Gazownictwo .....                                                                                                  | 31        |
| 6.3 Elektroenergetyka .....                                                                                            | 32        |
| 6.4 Energia odnawialna .....                                                                                           | 35        |
| 6.4.1 Energia wiatru .....                                                                                             | 36        |
| 6.4.2 Energia słońca .....                                                                                             | 40        |
| 6.4.3 Energia geotermalna .....                                                                                        | 43        |
| 6.4.4 Pompy ciepła .....                                                                                               | 47        |
| 6.4.5 Energia wodna .....                                                                                              | 48        |
| 6.4.6 Energia z biomasy .....                                                                                          | 48        |
| 6.4.6.1 Pierwotne surowce energetyczne .....                                                                           | 49        |
| 6.4.6.2 Wtórne surowce energetyczne .....                                                                              | 53        |
| 6.4.6.3 Przetworzone surowce energetyczne .....                                                                        | 54        |
| <b>7. Bilans energetyczny i ocena poziomu obciążenia środowiska naturalnego ....</b>                                   | <b>58</b> |
| <b>8. Działania termomodernizacyjne oraz mające na celu ograniczenie zużycia energii podejmowane przez gminę .....</b> | <b>68</b> |
| <b>9. Prognoza zapotrzebowania na ciepło i inne źródła energii .....</b>                                               | <b>75</b> |
| <b>10. Możliwości zwiększenia efektywności oraz dywersyfikacji zasilania w energię cieplną i elektryczną .....</b>     | <b>83</b> |
| <b>11. Modernizacja budynków inwentarskich jako sposób ograniczenia energochłonności produkcji rolniczej .....</b>     | <b>86</b> |
| <b>12. Analiza potencjału lokalnych zasobów naturalnych do produkcji energii ze źródeł odnawialnych .....</b>          | <b>86</b> |
| <b>13. Powiązania infrastrukturalne oraz współpraca z innymi gminami .....</b>                                         | <b>89</b> |
| <b>14. Rekomendacje dla władz gminy i mieszkańców w kwestii zwiększenia efektywności wykorzystania energii .....</b>   | <b>90</b> |
| <b>15. Bibliografia .....</b>                                                                                          | <b>92</b> |

## Spis tabel

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1. Liczba mieszkańców z podziałem na sołectwa .....                                                                                                                    | 10 |
| Tab. 2. Użytkowanie gruntów w Gminie Pietrowice Wielkie (stan na 01.01.2011 r.) .....                                                                                       | 12 |
| Tab. 3. Wydajność oraz średnia roczna produkcja dobową wody w poszczególnych ujęciach wody podziemnej na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                             | 18 |
| Tab. 4. Struktura zużycia wody w Gminie Pietrowice Wielkie .....                                                                                                            | 20 |
| Tab. 5. Charakterystyka oczyszczalni ścieków w Aglomeracji Amandów .....                                                                                                    | 23 |
| Tab. 6. Ilość mieszkańców oraz powstających ścieków na terenie aglomeracji Krzanowice (stan na koniec 2007 r.) .....                                                        | 24 |
| Tab. 7. Równoważna liczba mieszkańców (RLM) dla Aglomeracji Krzanowice (stan na koniec 2007 r.) .....                                                                       | 24 |
| Tab. 8. Prognozowana ilość ścieków z Aglomeracji Krzanowice w 2015 r. ....                                                                                                  | 25 |
| Tab. 9. Równoważna liczba mieszkańców (RLM) Aglomeracji Krzanowice w 2015 r. ....                                                                                           | 26 |
| Tab. 10. Liczba wymienionych pieców oraz zainstalowanych kolektorów słonecznych, wraz z kwotą dofinansowania w latach 2004 – 2009 w Gminie Pietrowice Wielkie .....         | 27 |
| Tab. 11. Struktura budynków mieszkalnych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                          | 27 |
| Tab. 12. Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło w zależności od wieku budynku wg KAPE .....                                                                                    | 28 |
| Tab. 13. Struktura zapotrzebowania energii i zużycia paliw z podziałem na rodzaj źródeł ciepła w budynkach jednorodzinnych indywidualnych w Gminie Pietrowice Wielkie ..... | 28 |
| Tab. 14. Zużycie paliw i energii na ogrzewanie budynku reprezentatywnego z uwzględnieniem sprawności systemów grzewczych w ciągu roku .....                                 | 30 |
| Tab. 15. Emisja oraz potencjalny stopień redukcji zanieczyszczeń powstających podczas ogrzewania budynku reprezentatywnego w ciągu roku .....                               | 30 |
| Tab. 16. Charakterystyka gazociągu występującego na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                  | 31 |
| Tab. 17. Roczne zużycie gazu w Gminie Pietrowice Wielkie w 2009 r. ....                                                                                                     | 31 |
| Tab. 18. Stacje transformatorowe oraz transformatory zlokalizowane na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                | 33 |
| Tab. 19. Długość linii WN, SN i nN na obszarze Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                               | 33 |
| Tab. 20. Podział oraz ilość przyłączy zlokalizowanych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                             | 34 |
| Tab. 21. Odbiorcy z podziałem na taryfy oraz zużycie energii elektrycznej w Gminie Pietrowice Wielkie .....                                                                 | 35 |
| Tab. 22. Stan i prognoza rozwoju odnawialnych źródeł energii na wsi i w rolnictwie .....                                                                                    | 36 |
| Tab. 23. Planowane siłownie wiatrowe na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                              | 39 |
| Tab. 24. Potencjalna energia użyteczna w zależności od rejonu Polski .....                                                                                                  | 40 |
| Tab. 25. Właściwości biopaliw stałych .....                                                                                                                                 | 49 |
| Tab. 26. Wilgotność i wartość opałowa słomy w zależności od gatunku roślin .....                                                                                            | 50 |
| Tab. 27. Rodzaje biopaliw, ich źródła i zastosowanie .....                                                                                                                  | 54 |
| Tab. 28. Skład biogazu .....                                                                                                                                                | 56 |
| Tab. 29. Wartości opałowe różnych nośników energii .....                                                                                                                    | 56 |
| Tab. 30. Obecne potrzeby cieplne w analizowanych budynkach .....                                                                                                            | 60 |
| Tab. 31. Potrzeby energii elektrycznej w analizowanych budynkach w stanie obecnym .....                                                                                     | 62 |
| Tab. 32. Zużycie paliw w omawianych budynkach w stanie obecnym .....                                                                                                        | 65 |
| Tab. 33. Wielkość emisji zanieczyszczeń w stanie obecnym .....                                                                                                              | 68 |
| Tab. 34. Wyniki analiz ekonomicznych opłacalności przeprowadzenia działań modernizacyjnych w omawianych obiektach gminy .....                                               | 74 |
| Tab. 35. Potrzeby cieplne w analizowanych budynkach po modernizacji .....                                                                                                   | 75 |
| Tab. 36. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła w analizowanych budynkach po modernizacji .....                                                                                    | 77 |
| Tab. 37. Potrzeby energii elektrycznej w analizowanych budynkach po modernizacji .....                                                                                      | 78 |
| Tab. 38. Zużycie paliw w omawianych budynkach po modernizacji .....                                                                                                         | 80 |
| Tab. 39. Wielkość redukcji emisji zanieczyszczeń po przeprowadzeniu modernizacji .....                                                                                      | 82 |
| Tab. 40. Kryteria klasyfikacji energetycznej budynku ( <i>Criteria of building energy classification</i> ) .....                                                            | 84 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 41. Teoretyczny plon słomy wybranych roślin uprawnych ..... | 87 |
| Tab. 42. Moc jednostkowa w budownictwie jednorodzinny .....      | 89 |

## Spis rysunków

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rys. 1. Podział administracyjny Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                                                  | 7  |
| Rys. 2. Powierzchnia użytków rolnych w Gminie Pietrowice Wielkie na tle Polski, Województwa Śląskiego oraz Powiatu Raciborskiego .....                                          | 12 |
| Rys. 3. Charakterystyka gospodarstw rolnych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                           | 13 |
| Rys. 4. Powierzchnia zasiewów w Gminie Pietrowice Wielkie .....                                                                                                                 | 13 |
| Rys. 5. Zwierzęta hodowlane na terenie Gminy Pietrowice Wielkie (w sztukach) .....                                                                                              | 14 |
| Rys. 6. Wody podziemne w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                             | 16 |
| Rys. 7. Wody powierzchniowe w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie .....                                                                                        | 17 |
| Rys. 8. Schemat istniejącej sieci wodociągowej w Gminie Pietrowice Wielkie .....                                                                                                | 19 |
| Rys. 9. Zużycie wody w poszczególnych sektorach gospodarki w Gminie Pietrowice Wielkie w 2010 r. ....                                                                           | 21 |
| Rys. 10. Plan ideowy aglomeracji Krzanowice wraz z lokalizacją oczyszczalni ścieków .....                                                                                       | 25 |
| Rys. 11. Schemat ideowy gazociągu wysokiego ciśnienia przebiegającego przez Gminę Pietrowice Wielkie i sąsiednie gminy .....                                                    | 32 |
| Rys. 12. Średnioroczna prędkość wiatru (m/s) na wysokości ponad 30 m nad powierzchnią ziemi w terenie z przeszkodami do 3 m .....                                               | 37 |
| Rys. 13. Współczynnik konwersji wiatru na energię użyteczną .....                                                                                                               | 38 |
| Rys. 14. Potencjał energetyczny wiatru w Polsce na wysokości 30 m nad powierzchnią terenu oraz z przeszkodami do 3 m .....                                                      | 38 |
| Rys. 15. Potencjał energetyczny wiatru w Polsce na wysokości 20 m nad powierzchnią terenu na 1 m <sup>2</sup> powierzchni wirnika silnika wiatrowego w kWh/m <sup>2</sup> ..... | 39 |
| Rys. 16. Podział Polski pod względem A) możliwości wykorzystania energii słonecznej, B) sumy rocznego nasłonecznienia [godz.] .....                                             | 41 |
| Rys. 17. Potencjał energii słonecznej w Polsce, w MW/m <sup>2</sup> /rok .....                                                                                                  | 42 |
| Rys. 18. Wielkość kąta pochylenia płaszczyzny absorbującej kolektora słonecznego w zależności od pory roku i szerokości geograficznej .....                                     | 42 |
| Rys. 19. Możliwości wykorzystania wód geotermalnych w zależności od ich temperatury .....                                                                                       | 44 |
| Rys. 20. Zasoby wód geotermalnych w Polsce .....                                                                                                                                | 45 |
| Rys. 21. Zasoby energii geotermalnej na obszarze województwa śląskiego .....                                                                                                    | 46 |
| Rys. 22. Sposoby zasilania pieców na słomę w zależności od jej postaci .....                                                                                                    | 50 |
| Rys. 23. Sposoby pozyskiwania energii w procesie spalania z różnych form drewna .....                                                                                           | 52 |
| Rys. 24. Średni potencjał produkcji biogazu z wybranych substratów .....                                                                                                        | 57 |
| Rys. 25. Wykres uporządkowany temperatur powietrza zewnętrznego .....                                                                                                           | 61 |
| Rys. 26. Procentowy udział poszczególnych potrzeb ciepłych i energii elektrycznej w omawianych budynkach w stanie obecnym [kW] .....                                            | 64 |
| Rys. 27. Procentowy udział rocznego zużycia energii ciepłej i elektrycznej w omawianych budynkach w stanie obecnym [kWh/rok] .....                                              | 64 |
| Rys. 28. Źródła ciepła w omawianych budynkach gminy .....                                                                                                                       | 65 |
| Rys. 29. Roczna redukcja zużycia energii ciepłej i elektrycznej w budynkach [kWh/rok] .....                                                                                     | 79 |
| Rys. 30. Źródła ciepła w omawianych budynkach gminy po działaniach modernizacyjnych .....                                                                                       | 80 |

## 1. Wstęp

Zgodnie z ustawą Prawo Energetyczne wszystkie polskie gminy są zobowiązane do wykonania „Projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie”. Niniejsze opracowanie zostało wykonane na zlecenie gminy Pietrowice Wielkie przez Centrum Energii spółka z o.o. i spełnia nałożone przez powołaną ustawę wymagania „Projektu założeń...”. Ponadto w dokumencie położono nacisk na analizę możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz możliwości rozwoju budownictwa pasywnego na przestrzeni następnych piętnastu lat. W tekście nie wyznacza się szczegółowych ram czasowych ani zadań koniecznych do wykonania, co jest dyktowane charakterem samego dokumentu. Ma on wyznaczać kierunki działań stanowiąc ogólne ramy, jakimi kieruje się Gmina w kreowaniu polityki energetycznej na swoim terenie. W tym względzie istotne jest konsultowanie „Projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie” z zainteresowanymi podmiotami, w szczególności dostawcami energii.

Podstawą prawną „Projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie” ze względu na powołaną zawartość spełniającą warunki „Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe” są:

- a) Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. *o samorządzie gminnym* (tekst jednolity: Dz. U. Nr 142, poz. 1591 z 2001 r., wraz z późn.zm.);
- b) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (tekst jednolity Dz.U.06.89.625 z późn. zm.);
- c) Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (Dz. U. z dnia 10 maja 2003 r. Dz.U.03.80.717 z późn. zm.);
- d) Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. *o ochronie konkurencji i konsumentów* (tekst jednolity Dz.U.05.244.2080);
- e) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (tekst jednolity Dz.U. 06.129.902);
- f) „Założenia Polityki Energetycznej Polski do roku 2030” przyjęte przez Radę Ministrów dnia 10 listopada 2009 r.;
- g) „Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej” dokument rządowy z 8 września 2000 r.

Na początku opracowania określono podstawowe informacje na temat Gminy, wraz z jej charakterystyką, podstawowymi faktami dotyczącymi demografii oraz rynku pracy. W dalszej części zanalizowano stan aktualny dotyczący gospodarki wodno – ściekowej i wykorzystania energii w Gminie. Ze względu na rolniczy charakter gminy Pietrowice Wielkie, położono nacisk na elementy energii odnawialnej pozyskiwanej z wiatru, słońca i biomasy. Dalej opisano podejmowane działania termomodernizacyjne w kontekście ograniczenia wykorzystania energii w budynkach komunalnych. W dalszej części ujęto bilans energetyczny wraz z oceną oddziaływania na środowisko oraz współpracę z innymi gminami w kontekście energetycznym.

Opracowanie zakończono rekomendacjami dla władz gminy i mieszkańców, w kwestii zwiększenia efektywności wykorzystania energii.

Z technicznego punktu widzenia przyjęto w tej pracy metodę właściwą dla prac naukowych, wraz z powołaniem źródeł, spisem rysunków, tabel oraz wykorzystanej literatury.

## 2. Zadania własne gminy w zakresie zarządzania energią

Zadania własne gminy w kontekście zarządzania energią określa art. 18 ustawy Prawo energetyczne. Stwierdza on, że: „Do zadań własnych gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe należy:

- planowanie i organizacja zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy;
- planowanie oświetlenia miejsc publicznych i dróg znajdujących się na terenie gminy;
- finansowanie oświetlenia ulic, placów i dróg publicznych znajdujących się na terenie gminy”.

Gmina realizuje zadania zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku braku takiego planu – z kierunkami rozwoju gminy zawartymi w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy; a także odpowiednim programem ochrony powietrza przyjętym na podstawie art. 91 ustawy z dnia 21 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. Dalej ustawa Prawo energetyczne określa sposoby realizacji zadań gminy:

1. Wójt (burmistrz, prezydent miasta) opracowuje projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, zwany dalej „projektem założeń”.
2. Projekt założeń sporządza się dla obszaru gminy co najmniej na okres 15 lat i aktualizuje co najmniej raz na 3 lata.
3. Projekt założeń powinien określać:
  - 1) ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe;
  - 2) przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych;
  - 3) możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych w odnawialnych źródłach energii, energii elektrycznej i ciepła użytkowego wytwarzanych w kogeneracji oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych;
  - 4) zakres współpracy z innymi gminami.

Zgodnie z postanowieniami ustawowymi projekt założeń wyklada się do publicznego wglądu na okres 21 dni, powiadamiając o tym w sposób przyjęty zwyczajowo w danej miejscowości. Ponadto osoby i jednostki organizacyjne na obszarze gminy zainteresowane projektem założeń zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe mają prawo składać wnioski, zastrzeżenia i uwagi.

Dokument pt. „Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie” ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego mieszkańców gminy Pietrowice Wielkie. W perspektywie powinny przyczynić się do rozwoju systemów energetycznych i ich racjonalizacji. Szacuje się, że liczba miejsc pracy w energetyce odnawialnej wynosi 0,1-0,9 etatu na 1 GWh wyprodukowanej energii (dla porównania liczba ta dla energetyki konwencjonalnej wynosi 0,01-0,1). Warto także stwierdzić, że te miejsca nie powstają w wielkich scentralizowanych ośrodkach przemysłowych, ale na terenach wiejskich, często dotkniętych problemem wysokiej stopy bezrobocia. Najwięcej miejsc pracy powstaje w przypadku wykorzystania biomasy, co spowodowane jest wysokimi nakładami pracy w procesie produkcji, zbioru oraz przygotowania materiału do dalszego przetworzenia. Oprócz tego dodatkowe miejsca pracy powstają w przedsiębiorstwach świadczących usługi w zakresie instalacji i obsługi urządzeń wykorzystujących biomasę. Omawiany dokument ma wskazywać kierunki, sposoby pozyskiwania oraz wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych i przez to przyczyniać się do polepszenia jakości środowiska, a także aktywizacji społecznej i zawodowej mieszkańców. Ważnym jest, iż cechą dokumentu jest legitymacja ustawowa,



która sprawia że jest on nadrzędny nad planami rozwoju przedsiębiorstw energetycznych, które muszą być dostosowane do „Projektu założeń...”. W tym względzie – w ramach określonych przez prawo – jego uchwalenie winno być konsultowane z zainteresowanymi przedsiębiorstwami energetycznymi.

### 3. Położenie i charakterystyka gminy Pietrowice Wielkie

#### 3.1 Położenie i podział administracyjny

Gmina Pietrowice Wielkie jest przygraniczną gminą wiejską. Znajduje się na skraju Bramy Morawskiej – krainy geograficznej stanowiącej obniżenie między Karpatami a Sudetami, która w większości znajduje się na terenie Republiki Czeskiej. Na mapie Polski, Pietrowice Wielkie znajdują się na jej południowo-zachodnim krańcu. Po reformie administracyjnej w roku 1999, należy do powiatu raciborskiego, województwa śląskiego i położona jest w jego południowo-zachodniej części. Gmina graniczy: od południa ze starostwem Sudice w Republice Czeskiej oraz z gminą Krzanowice, od wschodu z miastem Racibórz, od północy z gminą Rudnik, od zachodu z gminami Kietrz i Baborów w województwie opolskim. W skład gminy wchodzi 11 sołectw: Pietrowice Wielkie, Amandów, Cyprzanów, Gródczanki, Kornica, Krowiarki, Lekartów, Maków, Pawłów, Samborowice, Żerdziny (rys. 1.) [15.8].

**Rys. 1.** Podział administracyjny Gminy Pietrowice Wielkie



Źródło: [15.8]

#### 3.2 Rys historyczny

Okolice dzisiejszej Gminy Pietrowice Wielkie we wczesnym średniowieczu zamieszkiwało plemię Gołężyców (nazwa plemienia pochodzi od imienia słowiańskiego Gołęga), mające pięć grodów u granic Moraw i Małopolski, na południe od Opola, w dorzeczu górnej Odry i Opawicy z Morawicą, wśród których największe to Racibórz i Lubomia. Ta część Śląska, znalazła się po raz pierwszy pod panowaniem Polski z tytułu

wiana wniesionego przez Dobrawę, żonę Mieszka I, który szybko rozszerzał swoje panowanie. Wejście Śląska w skład księstwa Polan potwierdzał wydany przez Mieszka I dokument Dagome Iudex. Historia Śląska we wczesnym średniowieczu jest skomplikowana.

Po upadku Wielkich Moraw ścierały się tu interesy Czech, Polski i Niemiec. Często zmieniające się sojusze i władcy sprawiały, że tereny te były areną serii wojen. Śląsk w sensie politycznym był istotny, pozostawał bowiem częścią szlaku prowadzącego z Południa Europy na Północ. Właśnie przez Bramę Morawską na tereny dzisiejszej Polski dotarło chrześcijaństwo, tędy chrystianizować Prusów podróżował św. Wojciech, tu wiodły szlaki kupieckie (prawdopodobnie już od czasów rzymskich). W czasach pierwszych Piastów był to teren graniczący z bardziej rozwiniętymi Czechami i Morawami – książę morawski Rościsław przyjął chrześcijaństwo już w roku 863 i między innymi na terenach przez niego kontrolowanych działali Cyryl i Metody. Gospodarczo Śląsk rozwijał się nie tylko jako ważny punkt tranzytowy, ale także ośrodek wydobywczy. Rozwijało się również górnictwo kruszcowe, m.in. srebra i ołowiu (Bytom, Tarnowskie Góry, Toszek) oraz górnictwo rudy darniowej żelaza (rejon dolin rzecznych Liswarty, Małej Panwi, Stoły, Bierawki, Rudy oraz pasmo rudonośne Wieluń - Zawiercie).

O tereny Śląska przez wiele lat toczono spory i przechodziły one wielokrotnie pod zarządek Polaków albo Czechów. Po śmierci Bolesława Chrobrego Śląsk dostał się na krótko pod panowanie czeskie, po czym w 1050 r. Kazimierz Odnowiciel przyłączył go z powrotem do Polski. Układ pokojowy w Kłodzku z 1137 r. zakończył długotrwałe wojny polsko-czeskie, a ustalona wtedy granica polsko-czeska podzieliła dawną ziemię gołęszycką. Racibórz wraz z okolicą na wschód od rzeki Cyny, która dziś znajduje się w Gminie Pietrowice Wielkie pozostał w Polsce. Kolejne lata przynosiły podział Śląska na wciąż mniejsze księstwa, początkowo głównie Piastowskie, z upływem lat (i wymieraniem Piastów) przechodzące w ręce innych rodów. Mimo to tereny te dynamicznie się rozwijały wciąż utrzymując znaczenie związane ze szlakami handlowymi (m.in. Wrocław – Opole – Bytom – Kraków). W XIII w., po rezygnacji ze starań o Śląsk przez Władysława Łokietka, przeważający wpływ uzyskali panowie czescy, jako że włodarze ziem śląskich zwykle składali hołd lenny królowi czeskiemu. W związku z faktem, że tron czeski objęła dynastia Habsburgów, a tereny księstwa raciborskiego pozostawały także w kręgu zainteresowań Hohenzollernów, widoczny zaczął być pierwiastek niemiecki.

Od tego momentu Śląsk stał się także elementem historii niemieckiej, a więc reformacji i kontrreformacji, wojny trzydziestoletniej, wojen śląskich (prowadzonych między Austrią i Prusami). W tym czasie ludność śląska mająca według przekazów świadomość bycia Polakami, budowała kulturę łączącą cechy polskie, czeskie i niemieckie. O ile Austriacy z zasady nie przeszkadzali w rozwoju kulturalnym, o tyle Prusy – szczególnie w wieku XIX – kładły nacisk na jednolitość w tym względzie, także jeśli chodzi o zwyczaje i język. Dolny Śląsk można było w końcu XVIII wieku uznać za silnie zgermanizowany, jednak Górny pozostawał stosunkowo „odporny” na te działania obudowując wpływy niemieckie własną kulturą. W owym czasie, a więc po wojnach śląskich akta urzędowe magistratu raciborskiego pisane były po czesku, rozprawy sądowe pisane i prowadzone w języku polskim, gdyż ludność innych języków nie знаła. Rozwój gospodarczy oraz polityka Prus, sprawiły że napływowe elity były niemieckie, zaś miejscowa ludność w większości polska. Nakładały się na to problemy religijne, gdyż Niemcy byli ewangelikami, zaś Polacy trwali w katolicyzmie. W reakcji na politykę germanizacyjną, powstawały liczne organizacje polonijne. Sytuacja ta utrzymała się aż do XX w., kiedy to odbywał się plebiscyt mający decydować o przynależności państwowej Górnego Śląska (podczas gdy w okolicach Wrocławia nie było wątpliwości co do pozostania w strefie niemieckiej).

Niezależnie od oceny politycznej, należy pamiętać, że ludność niemiecka przyczyniła się do istotnego rozkwitu gospodarczego ziemi raciborskiej. Ważnym etapem rozwoju



przemysłu było powołanie Wyższego Urzędu Górniczego z siedzibą we Wrocławiu, na czele którego w 1779 r. stanął Wilhelm von Reden. Dzięki niemu sprowadzono na Górną Śląsk nowe technologie, maszyny oraz wykwalifikowaną kadrę. Rozwój przemysłu spowodował aktywizację miejscowych feudałów, którzy dostrzegli w nim szansę na pomnożenie majątków. Do potentatów przemysłowych można zaliczyć rody magnackie, m.in. Donnersmarcków, Ballestremów, Schaffgotschów, Hochbergów i Hohenlohe. Więksi przemysłowcy pochodzenia mieszczańskiego występowali tylko w przemyśle cynkowym, np. Godula, Winckler. Bogate w surowce tereny pokryły kopalniane szyby, hałdy i piece hutnicze, powstawały także nowe miasta. W części Śląska austriackiego symbolem industrializacji było Bielsko, w którym powstawały przeważnie fabryki włókiennicze. Rozwój przemysłu wymusił rozbudowę infrastruktury, aby sprostać potrzebom rozwijającego się transportu surowców i gotowych wyrobów. Powstawały nowe trasy i dworce kolejowe [15.45].

Po pierwszej wojnie światowej, na konferencji pokojowej w Paryżu zarządzono plebiscyt, który odbył się 20 marca 1921 r. Mimo teoretycznej przewagi Polaków, wygrała opcja niemiecka. Za Polską wypowiedziało się w powiecie 17 967 osób, tj. 48 % mieszkańców powiatu, i 2175 mieszkańców Raciborza (11 %). Duży wpływ na wynik plebiscytu mieli tzw. emigranci; przybyli z głębi Niemiec w liczbie 13 499 osób, by głosować przeciwko oddaniu ziemi raciborskiej Polsce. 17.09.1923 roku w Raciborzu powstał Komitet Powiatowy Związku Polaków w Niemczech. Otwarto polskie szkoły w Budziskach, Makowie, Markowicach, Siedliskach, Studziennej, Turzu, Zabełkowie i Zawadzie Książęcej. W latach 1889-1921 działały „Nowiny Raciborskie”, żądały równouprawnienia dla Polaków, a w latach 1922-1939 ukazywał się „Dziennik Raciborski”.

W okresie kryzysu gospodarczego lat 1929-1933, 42,8 % zdolnych do pracy mieszkańców Raciborza zaliczano do bezrobotnych. Jeśli doliczymy do tego członków rodzin, to okaże się, że w Raciborzu blisko połowa ludności pozostawała w tym czasie bez stałego źródła dochodów, lub żyła z zasiłków przydzielanych jednak ich ograniczonej liczbie. Aż do wybuchu II wojny światowej Racibórz nie osiągnął dawnej rangi miasta przemysłowego.

Również rolnictwo raciborskie, które wskutek podziału Górnego Śląska zostało pozbawione naturalnego rejonu zbytu okręgu przemysłowego, wykazywało tendencje do zastoju, a nawet zacofania. Nic też dziwnego, że z regionu raciborskiego rozpoczęła się emigracja zarobkowa w głąb Niemiec. Z dojściem Hitlera do władzy wzmożyły się represje przeciw Polakom. W roku 1934 w wyniku prowokacji zlikwidowano polskie kazania w kościołach. W 1932 r. podjęto budowę Polskiego Liceum Żeńskiego, której realizację władze niemieckie wstrzymały, szykanując jej organizatorów.

Warto zauważyć, że prawdopodobnie od XI w., na terenie Raciborza i gmin ościennych w stosunkowo niewielkiej ilości osiedlali się Żydzi. Do końca XIX wieku było w samym Raciborzu około 1500 osób tej narodowości. W związku z tym, że ta część Śląska przypadła w udziale Niemcom, podlegali oni najpierw ustawom norymberskim, po wybuchu wojny zostali deportowani do obozów koncentracyjnych. Po roku 1945 do Raciborza z dawnych żydowskich mieszkańców nie powrócił nikt.

Druga wojna światowa zdecydowała o nowym kształcie Europy. Śląsk, dawna podpora pruskiej gospodarki, w całości został włączony do Polski jako państwa satelickiego ZSRR. Po roku 1970 i uznaniu wzajemnym granic przez Polskę i Niemcy można uznać przynależność Śląska za przesadzoną. Po roku '89 okazało się jednak, że przynależność państwowa nie musi stanowić linii podziału, ale początek dialogu. Niezależnie od polityki, na ziemi śląskiej mieszkają Polacy i Niemcy – ich kultury od wieków mieszają się pozwalając na powstanie pięknych odmienności, z których mogą korzystać oba narody.

### 3.3 Warunki klimatyczne oraz środowiskowe

Gmina Pietrowice Wielkie charakteryzuje się stosunkowo łagodnym klimatem. Średnia temperatura z wielolecia kształtuje się w granicach  $+8^{\circ}\text{C}$ . Średnie miesięczne opady wynoszą  $70,01 \text{ l/m}^2$  największe opady zanotowano w lipcu 1997 roku i wynosiły  $352,3 \text{ l/m}^2$ . W rejonie przeważają wiatry z kierunku pld.-zach. – 22 %, najmniej jest wiatrów pñ.-wsch. – 5,6 %. Najczęściej występują wiatry słabe 2-5 m/s, które stanowią 58,3 % ogólnej sumy. Następnie wiatry słabe 23,3 % i wiatry umiarkowane 12,6 % ogólnej sumy wiatrów. W ostatnich latach zarysowuje się tendencja do silnych krótkotrwałych porywistych wiatrów, mogących spowodować znaczne straty materialne.

### 3.4 Demografia gminy

Gminę Pietrowice Wielkie zamieszkuje 7 225 osób i w ostatnich latach nie obserwuje się znacznego spadku liczby mieszkańców. Zamieszkanie w podziale na poszczególne sołectwa kształtuje się następująco (tab. 1.)

**Tab. 1.** Liczba mieszkańców z podziałem na sołectwa

| Sołectwa           | Liczba mieszkańców w sołectwie | Udział w ogólnej liczbie mieszkańców [%] |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| Amandów            | 137                            | 2                                        |
| Cyprzanów          | 560                            | 8                                        |
| Gródczanki         | 189                            | 3                                        |
| Kornice            | 367                            | 5                                        |
| Krowiarki          | 1000                           | 14                                       |
| Lekartów           | 232                            | 3                                        |
| Maków              | 664                            | 9                                        |
| Pawłów             | 735                            | 10                                       |
| Pietrowice Wielkie | 2235                           | 31                                       |
| Samborowice        | 712                            | 10                                       |
| Żerdziny           | 394                            | 5                                        |
| <b>Razem</b>       | <b>7225</b>                    | <b>100</b>                               |

*Źródło: [15.8]*

Gęstość zaludnienia na terenie gminy wynosi 106 osób na  $1 \text{ km}^2$ . Udział kobiet w strukturze ludności wynosił 51,65 % natomiast mężczyzn 48,35 %. Ilość osób w wieku produkcyjnym wynosi 61 % ogółu mieszkańców, w wieku przedprodukcyjnym 23 %, zaś poprodukcyjnym 16 %. Są to wartości zbliżone do średniej notowanej w województwie śląskim. Struktura demograficzna jest stosunkowo młoda, odznacza się dużymi zasobami siły roboczej.

### 3.5 Ogólne informacje o istniejącej zabudowie

W Pietrowicach Wielkich dominuje zabudowa wiejska, co jest zgodne z charakterem gminy. Ze względu na bliskość miasta Racibórz zwiększa się jednak zabudowa nierolnicza, głównie jednorodzinna. Głównie dotyczy to sołectwa Żerdziny. W gminie Pietrowice Wielkie w 2009 r. w zasobach mieszkaniowych były 93 mieszkania komunalne. Pod jej zarządem znajdują się także budynki użytkowe – przedszkola, domy opieki, sale gimnastyczne, a także

budynki gospodarcze i remizy OSP. Większość budynków budowana była w starszych technologiach niespełniających dzisiejszych norm, jednak Gmina przeprowadziła szereg modernizacji dla ograniczenia strat energii. Dla celów niniejszego opracowania przeprowadzono energetyczne badania bilansowe wybranych budynków gminnych (rozdz. 7 i 8).

### 3.6 Gospodarka rolna i leśna oraz inne działy gospodarki na terenie gminy

Gmina Pietrowice Wielkie znajduje się według podziału Polski na jednostki fizyczno-geograficzne (według J. Kondrackiego) w podprowincji Nizin Środkowopolskich w obrębie makroregionu Płaskowyżu Głubczyckiego. Rzeźba terenu ma charakter wyżynny, ze znacznymi deniwelacjami terenu. Płaskowyż ten stanowi powierzchnię o typie krajobrazowym wyżyny lessowej, o zróżnicowanych wysokościach od około 300-315 m n.p.m. w części zachodniej do około 200-210 m n.p.m., w części wschodniej. Jest on silnie porożciniany przez lewe dopływy Odry na szereg izolowanych pagórków i garbów międzydolinnych, które przybierają formy działów o wydłużonym zgodnym z przebiegiem dolin kształcie, bądź tworzą powierzchnie zwarte bardziej rozległe i mniej rozczłonkowane. Generalnie powierzchnia gminy wykazuje łagodne nachylenie z północy na południe. W części północnej działy międzydolinne ograniczone są dolinami, których dna położone są 15-20 m niżej niż najwyżej położone powierzchnie działów. Jest to najwyżej wzniesiona część gminy od około 240 m n.p.m. w Makowie do ponad 265 m n.p.m. w Krowiarkach.

Ważnym elementem rzeźby Gminy Pietrowice Wielkie są płaskowyże doliny rzek Troi i Psiny oraz doliny ich największych dopływów. Pomimo, iż jest to dolny odcinek Psiny szerokość rzeki jest niezbyt duża i wynosi około 200 m w Makowie do 500 m w Cyprzanowie.

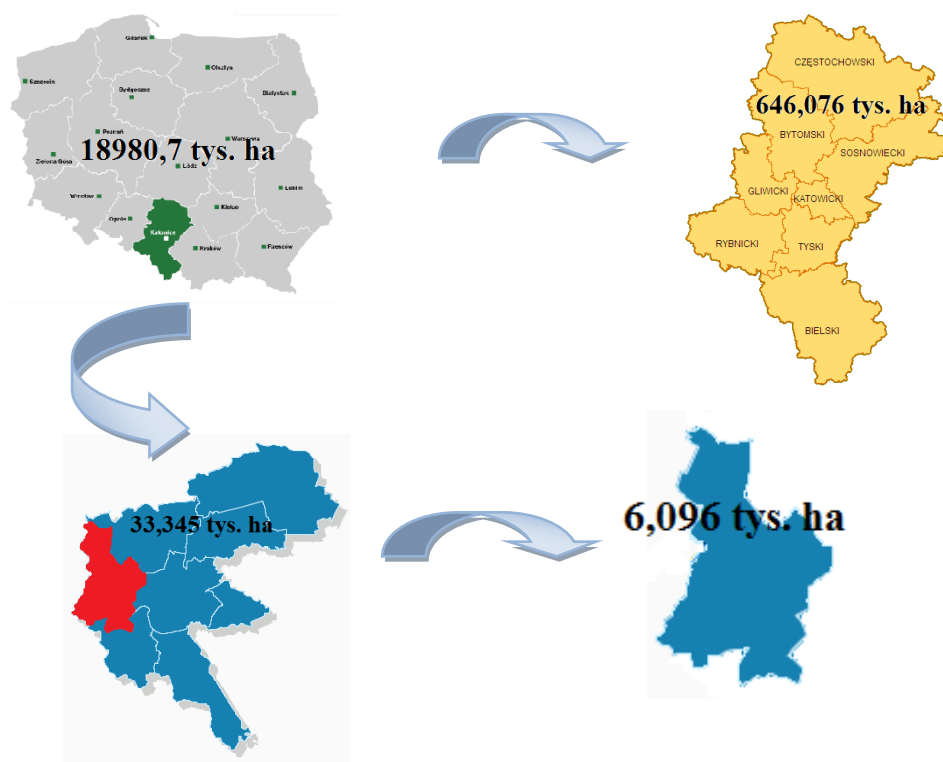
Gmina Pietrowice Wielkie charakteryzuje się podobnie, jak cały płaskowyż, niezwykle urodzajnymi glebami powstałymi na utworach lessowych. Płaskowyż zbudowany jest z czwartorzędowych lessów o miąższości nawet do kilku metrów oraz z glin morenowych, pod którymi zalegają trzeciorzędowe osady miocenu morskiego wykształconych w formie ilastej. Gleby te należą do urodzajnych gleb pszenno-buraczanych wykształconych z lessów i utworów lessopodobnych w postaci gleb czarnoziemnych, ciemnoszarych i brunatnych. Obszar gminy charakteryzują, więc najwyższe w skali kraju warunki agroekologiczne, stawiające ten obszar w rzędzie znanych z korzystnych warunków przyrodniczych dla rolnictwa Niziny Śląskiej, Lubelszczyzny, Żuław i innych. Na rysunku 2 przedstawiono schemat ogólnej powierzchni gruntów na terenie gminy. Natomiast w tabeli 2 zestawiono strukturę użytkowania gruntów i ich powierzchnię w Gminie Pietrowice Wielkie.

**Tab. 2.** Użytkowanie gruntów w Gminie Pietrowice Wielkie (stan na 01.01.2011 r.)

| Lp. | Wyszczególnienie                           | Powierzchnia [ha] | Udział procentowy w areale Gminy [%] |
|-----|--------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1.  | Powierzchnia ogółem                        | 6793              | 100                                  |
| 2.  | Użytki rolne ogółem                        | 6096              | 89,7, w tym:                         |
|     | Grunty orne                                | 5421              | 79,8                                 |
|     | Sady                                       | 29                | 0,4                                  |
|     | Łąki trwałe                                | 323               | 4,8                                  |
|     | Pastwiska trwałe                           | 129               | 1,9                                  |
|     | Grunty rolne zabudowane                    | 150               | 2,2                                  |
|     | Grunty pod stawami                         | 9                 | 0,1                                  |
|     | Grunty pod rowami                          | 35                | 0,5                                  |
| 3.  | Lasy oraz grunty zadrzewione i zakrzewione | 265               | 3,9                                  |

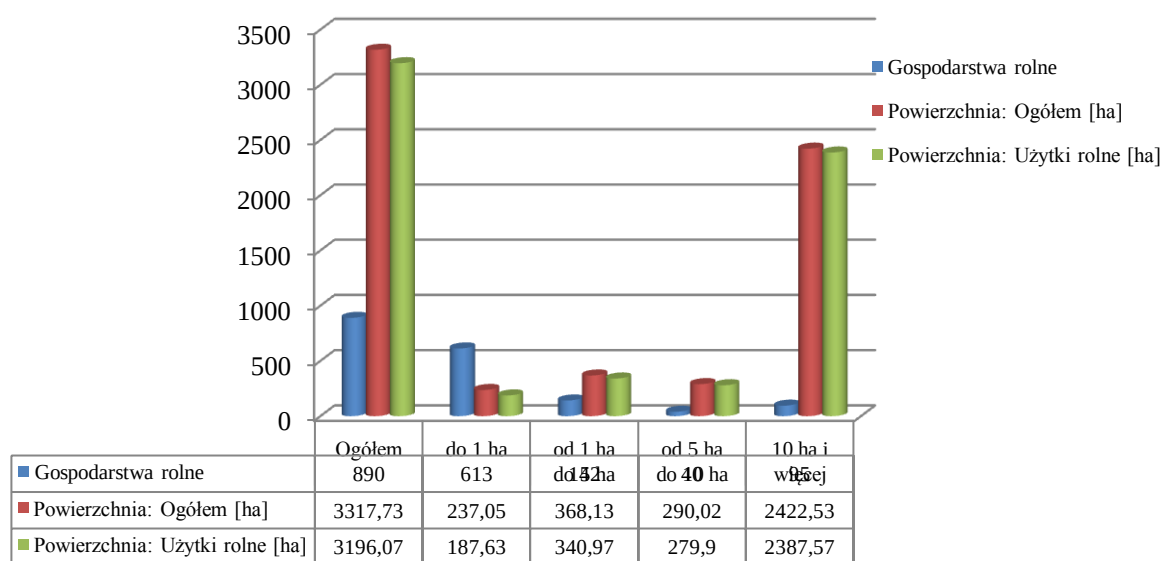
Źródło: informacje z Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich

Udział gleb klasy I-III wynosi około 90 % ogólnej powierzchni gruntów ornych. Gmina zaliczana jest do obszarów o wysokim stopniu zrównoważonego rozwoju, gdzie wydzielono tereny o różnej przydatności do zagospodarowania.

**Rys. 2.** Powierzchnia użytków rolnych w Gminie Pietrowice Wielkie na tle Polski, Województwa Śląskiego oraz Powiatu Raciborskiego

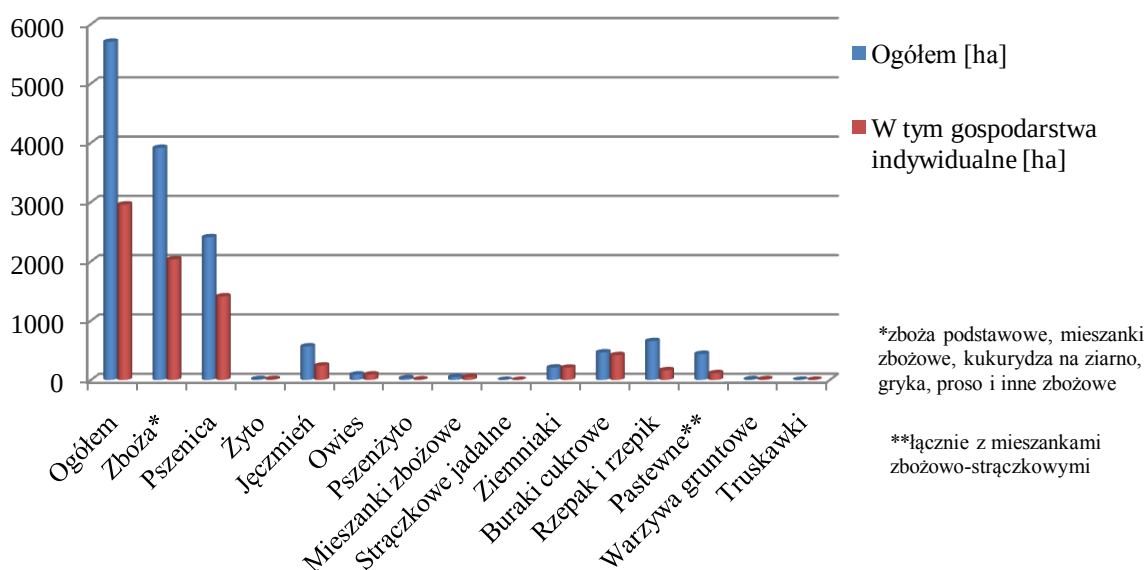
Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Lokalnych GUS

Około 60 % całej powierzchni gruntów ornych należy do rolników indywidualnych. Reszta znajduje się w posiadaniu pięciu spółdzielni produkcyjnych. Gospodarstwa poniżej 10 ha stanowią 895,2 ha ogólnej powierzchni gruntów (795 gospodarstw). Natomiast 95 gospodarstw posiada powierzchnię powyżej 10 ha (łącznie 2422,53 ha) (rys. 3.) [15.8].

**Rys. 3.** Charakterystyka gospodarstw rolnych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

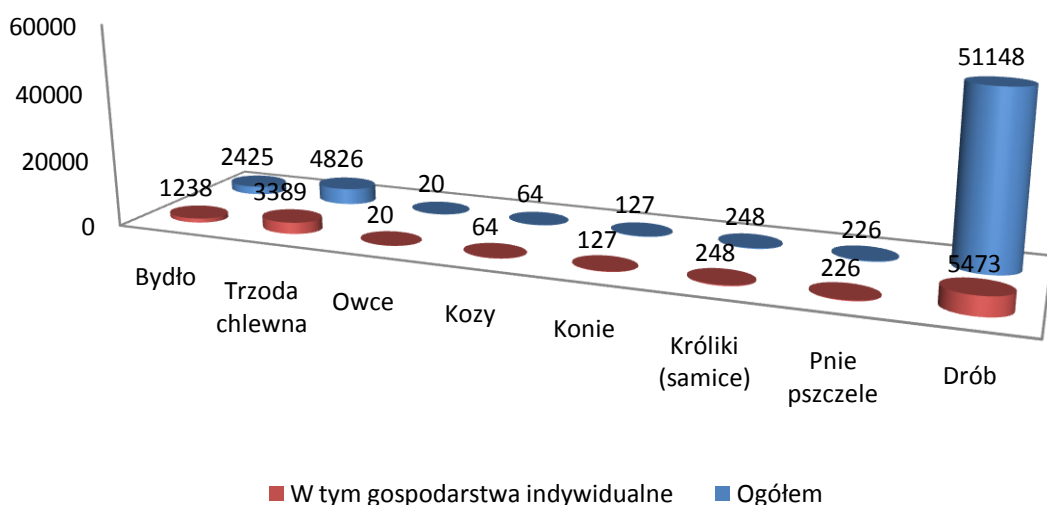
Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.55]

Do głównych zasiewów i ziemniopłodów w gminie należą pszenica, jęczmień, buraki cukrowe, rzepak oraz kukurydza. Na rysunku 4 zestawiono powierzchnie zasiewów na terenie Gminy Pietrowice Wielkie.

**Rys. 4.** Powierzchnia zasiewów w Gminie Pietrowice Wielkie

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.55]

Prócz produkcji roślinnej na obszarze gminy prowadzona jest również produkcja zwierzęca. Do najczęściej hodowanych zwierząt należą: bydło (2425 sztuk.), w tym krowy mleczne (1151 sztuk), trzoda chlewna (4826 sztuk) oraz drób (51148 sztuk), w tym kurzy (50049 sztuk) (rys. 5.).

**Rys. 5.** Zwierzęta hodowlane na terenie Gminy Pietrowice Wielkie (w sztukach)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.55]

Gmina Pietrowice Wielkie, jest obszarem słabo zalesionym (ok. 4 % ogólnej powierzchni). Zwarte tereny leśne zlokalizowane są w najbardziej na północ wysuniętej części gminy, ponadto na południe od wsi Krowiarki i w okolicach Pawłowa.

Na obszarze gminy występują dwa rodzaje krajobrazu. Północna część charakteryzuje się występowaniem łagodnych wzniesień poprzecinanych dolinami rzek. Stoki dolin rzecznych w tej części gminy charakteryzują się dosyć stromymi zboczami. W południowej części krajobraz ma charakter nizinny. W naturalnych warunkach wody rzeki Troi rozlewały się w szerokiej dolinie tworząc tereny podmokłe.

Poza gospodarką rolną przemysłownictwo gminy nie należy do najwyższych. Obecnie na obszarze gminy znajdują się 5 większych zakładów zatrudniających od 50 – 100 osób. Najistotniejszą rolę zajmują firmy trudniące się działalnością handlową oraz usługami.

### 3.7 Rynek pracy

Struktura rynku pracy Gminy Pietrowice Wielkie jest typowa dla terenów rolniczych. Większość zatrudnienia generowana jest przez gospodarstwa produkcyjne, co wiąże się z sezonowym obniżeniem stopy bezrobocia w miesiącach wiosennych i letnich. Działalność wytwórcza jest słabo rozwinięta. Istnieją dwa zakłady produkcyjne zatrudniające 100 lub więcej osób i trzy przedsiębiorstwa zatrudniające około 50 osób. Pozostała część działalności wytwórczej skupiona jest wokół rzemiosła oraz drobnych usług takich, jak zakłady mechaniki pojazdowej czy przedsiębiorstwa świadczące usługi remontowe.

Użytki rolne stanowią 83 % powierzchni gminy (5 906 ha), w tym grunty orne, łąki i pastwiska. Rolniczy charakter gminy wynika między innymi z wysokiego wskaźnika bonitacji gleb, który pozwala na uprawę szerokiej gamy roślin, także tych o dużych wymaganiach glebowych. Głównymi użytkownikami gruntów są rolnicy indywidualni. W ich rękach znajduje się około 60 % ziemi, pozostała część należy do pięciu spółdzielni produkcyjnych. Większość miejsc pracy jest więc związana z produkcją roślinną oraz zwierzęcą, głównie hodowlą bydła i trzody chlewnej (pozostałe gatunki zwierząt hodowlanych występują w ilościach nie posiadających większego znaczenia gospodarczego).

Z danych Powiatowego Urzędu Pracy w Raciborzu (stan na 31.12.2009 r.), wynika że w powiecie raciborskim zarejestrowanych było 2554 osób bezrobotnych w tym 1422 kobiety i 1132 mężczyzn (w Gminie Pietrowice Wielkie zarejestrowanych było 136 osób



w tym 70 kobiet i 66 mężczyzn). W lipcu 2010 r. bezrobocie okresowo spadło w powiecie do liczby 2130, w następnych miesiącach wykazując tendencję wzrostową. W listopadzie było 2734 bezrobotnych, do końca roku 2010 2894, zaś w lutym ich liczba osiągnęła 3228.

Według PUP bezrobocie może maleć wraz ze wzrostem zapotrzebowania na pracowników sezonowych w rolnictwie. W Gminie Pietrowice Wielkie na koniec badanego okresu (luty 2011 r.) było 160 bezrobotnych, w tym 70 kobiet. Można przyjąć, że w omawianej gminie bezrobocie jest zbliżone do poziomu naturalnego. Niski poziom stopy bezrobocia wynika tak z wiejskiego charakteru gminy, jak faktu stosunkowo dużej liczby mieszkańców pracującym poza granicami Polski. Warto dodać, że gmina posiada na swoim terenie komórkę wspomagającą poszukujących pracy – Gminne Centrum Informacji. W Centrum udostępnia się bezpłatnie: dostęp do komputera jak i Internetu, pomaga się w wyszukiwaniu ofert pracy, pracownicy pomagają pisać podania oraz oferują fachowe doradztwo, np. jak zakładać działalność gospodarczą.

#### 4. Infrastruktura techniczna

Na terenie Pietrowic Wielkich znajduje się droga wojewódzka DW 416, łącząca Racibórz z miejscowościami Kietrz, Głubczyce, Głogówek, Krapkowice. Przez omawiany obszar przechodzi też droga powiatowa nr 14604, prowadząca do Wojnowic oraz 14631 łącząca Gminę z miejscowością Gródczanki. Jednocześnie droga ta zapewnia komunikację między wsią Pietrowice Wielkie i sołectwami Cyprzanów, Lekatrów. Pozostałe drogi są zarządzane przez Gminę.

Przez Pietrowice Wielkie biegną dwie linie kolejowe, Studzienna – Pietrowice – Kietrz – Baborow i Racibórz – Głubczyce – Pietrowice Głubczyckie – Granica Państwa.

Na terenie gminy znajduje się jedna stacja paliw (Cyprzanów). Infrastrukturalnie Pietrowice Wielkie są powiązane z gminami ościennymi – Raciborzem (rozdzielnia gazu) oraz Krzanowicami (oczyszczalnia ścieków). Szczegółowo tematy dostarczania nośników energii na teren gminy oraz gospodarki wodnej zostaną opisane w kolejnych rozdziałach (rozdz. 5 i 6).

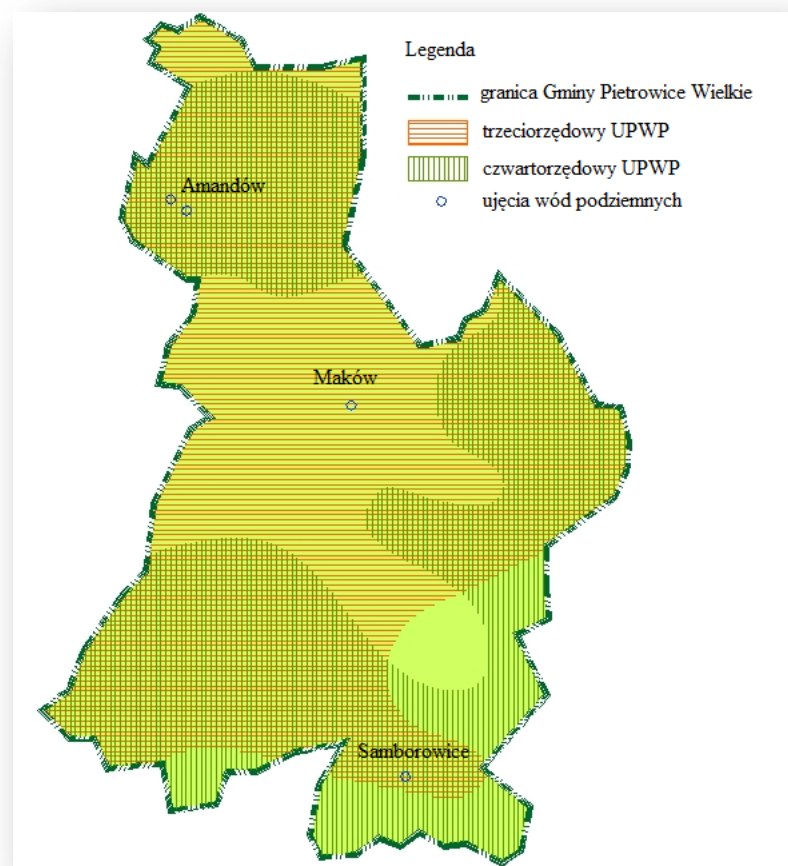
### 5. Gospodarka wodno-ściekowa

#### 5.1 Zasoby wodne – charakterystyka i ocena stanu aktualnego

##### 5.1.1 Wody podziemne

Na obszarze Gminy Pietrowice Wielkie znajdują się wody podziemne czwartorzędowego i trzeciorzędowego Użytkowego Poziomu Wód Podziemnych (UPWP).

Teren czwartorzędowego Użytkowego Poziomu Wód Podziemnych (UPWP) o typie porowym Q<sub>1</sub> (Regionu Górnej Odry) znajduje się w północnej, południowej i wschodniej części Gminy Pietrowice Wielkie. Ponadto gmina zlokalizowana jest na granicy trzeciorzędowego UPWP Kędzierzyn (Tr<sub>1</sub>) o typie porowym, który usytuowany jest w części centralnej, zachodniej oraz lokalnie w północnej (rys. 6.).

**Rys. 6.** Wody podziemne w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie

Źródło: [15.4]

Pierwszy poziom wodonośny zlokalizowany jest w utworach czwartorzędowych. Zwierciadło wód poziomych zalega na różnej głębokości, w dolinach rzecznych kształtuje się na poziomie 1-2 m ppt (Cyrzanów), na terenach wyżej położonych ok. 1-5 m ppt (sołectwo Kornice). Woda podziemna ujmowana jest studniami gospodarskimi lub powierzchnią siecią hydrograficzną. Eksploatacja trzeciorzędowego UPWP odbywa się za pomocą studni.,

Pod względem jakości zasoby wodne użytkowego poziomu zaliczane są do klas Ib, Ic, Id. Wody klasy II występują punktowo, czego przyczyną jest zły stan techniczny studni.

Woda na potrzeby własne gminy pobierana jest ujęciami głębinowymi w sołectwach: Amandów, Maków oraz Samborowice. Natomiast w okolicach Pawłowa zlokalizowane jest ujęcie wody podziemnej Strzybnik, którym dostarczana jest woda do lokalnego systemu wodociągowego miasta Raciborza.

#### 5.1.2 Wody powierzchniowe

Przez teren Gminy Pietrowice Wielkie przepływa kilka większych i mniejszych rzek oraz potoków, z których najważniejsza to Psina (Cyna) i Troja (rys. 7.). Cały obszar gminy usytuowany jest w dorzeczu Odry, zlewni rzeki Psiny, która stanowi zlewnię II rzędu.

Rzeka Psina (Cyna) jest lewobrzeżnym dopływem Odry. Powierzchnia zlewni wynosi 559,9 km<sup>2</sup> i przepływa przez gminę z północnego-zachodu w kierunku południowo-wschodnim. Posiada techniczną zabudowę brzegów koryta na całej długości przypadającej w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie.

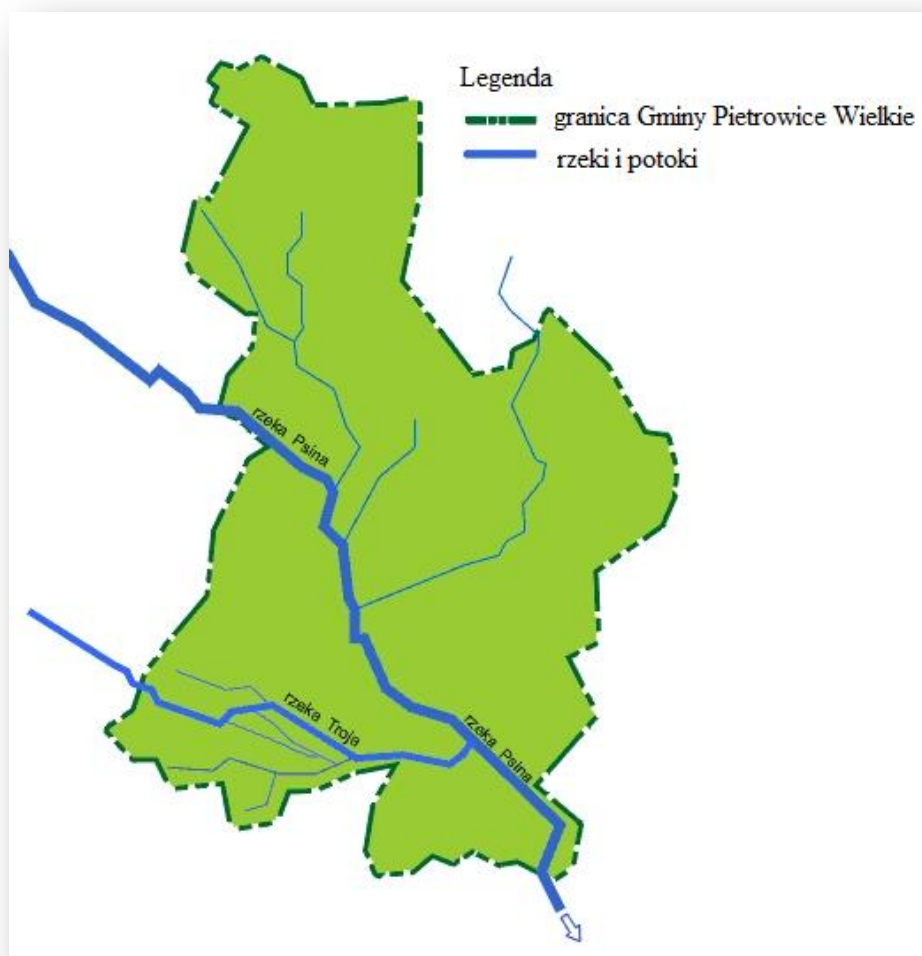
Powierzchnia zlewni rzeki Troi, która jest prawobrzeżnym dopływem Psiny, wynosi 230,3 km<sup>2</sup> i stanowi lewobrzeżny dopływ Psiny. Przez teren gminy przepływa z zachodu na wschód. Podobnie, jak rzeka Psina, posiada techniczną zabudowę na odcinku znajdującym się na obszarze gminy.

Wody płynące rzekami Psina i Troja są wodami złej jakości (pozaklasowymi). Według badań przeprowadzonych w latach 2001 – 2005 przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach stwierdzono, iż Psina należy do wód V klasy (wody złej jakości). Wskaźnikami, które odpowiadały tej klasie były: zawiesina ogólna ChZT<sub>Cr</sub>, azot Kiejdahla, azotany, azot ogólny, fosforany, fosfor ogólny, liczba bakterii grupy coli typu kałowego, ogólna liczba bakterii coli.

Struktura zanieczyszczeń, w szczególności przekroczenia azotu i fosforu świadczą o antropogenicznym zanieczyszczeniu wód, do którego mogą przyczynić się spływy powierzchniowe z okolicznych terenów uprawnych. Bakterie typu *Escherichia coli* służą jako wskaźnik zanieczyszczenia wody kałem. Wykazanie obecności *E. coli* w próbkach dowodzi skażenia wody bakteriami jelitowymi, w tym ewentualnie bakteriami chorobotwórczymi [15.10]. Przekroczenie tego parametru może być spowodowane odprowadzaniem ścieków bytowo-gospodarczych bezpośrednio do wód powierzchniowych.

Na terenie gminy nie występują duże zbiorniki wodne. Natomiast w okolicach miejscowości Pietrowice Wielkie, na rzece Psinie, znajdują się niewielkie stawy hodowlane.

**Rys. 7.** Wody powierzchniowe w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie



Źródło: [15.4]

## 5.2 Sieć wodociągowa

Woda do spożycia pobierana jest z trzech ujęć głębinowych (40 – 80 m ppt), które zaopatrują następujące miejscowości Gminy Pietrowice Wielkie:

- ujęcie podziemne w Makowie – Cyrzanów, Gródczanki, Żerdziny, Lekartów, Pawłów, Pietrowice Wielkie oraz Kornice (wodociąg Maków),
- ujęcie podziemne w Amandowie – Amandów, Maków, Krowiarki (ujęcie Amandów),
- ujęcie podziemne w Samborowicach – Samborowice (wodociąg Samborowice).

W tabeli 3 przedstawiono średnią roczną produkcję dobową wody w Gminie Pietrowice Wielkie oraz wydajność poszczególnych ujęć.

Szacuje się, iż dobowe zużycie wody w ostatnich latach kształtowało się na poziomie 1100 m<sup>3</sup>/d, co stanowi ok. 25 % łącznej wydajności ujęć wody. Świadczy to o wystarczających zasobach wody podziemnej na potrzeby mieszkańców.

**Tab. 3.** Wydajność oraz średnia roczna produkcja dobową wody w poszczególnych ujęciach wody podziemnej na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| Nazwa ujęcia   | Wydajność na godzinę<br>Q [m <sup>3</sup> /h] | Wydajność na dobę<br>Q [m <sup>3</sup> /d] | Średnia roczna dobową produkcja wody w 2008 r.<br>[m <sup>3</sup> /d] |
|----------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Maków          | 120                                           | 2880                                       | 770                                                                   |
| Amandów        | 54                                            | 1296                                       | 280                                                                   |
| Samborowice    | 12                                            | 288                                        | 52                                                                    |
| <b>Łącznie</b> | <b>186</b>                                    | <b>4464</b>                                | <b>1102</b>                                                           |

*Źródło: [15.4, 15.8]*

Wody podziemne na terenie Gminy Pietrowice Wielkie pod względem jakości należą do klasy Ib, Ic, Id oraz lokalnie II. Najlepszą jakościowo wodę eksploatuje się z ujęcia w Amandowie, skąd podawana jest bezpośrednio bez uprzedniego uzdatniania. Natomiast woda z dwóch pozostałych ujęć przed wtłoczeniem do sieci musi zostać poddana procesowi oczyszczania. W Makowie z wody należy usunąć jony żelaza (redukcja jonów Fe<sup>2+</sup> do Fe<sup>3+</sup> – odżelazienie) i manganu (Mn<sup>2+</sup> – odmanganianie), w Samborowicach wodę trzeba chlorować.

Problem odżelaziania i odmanganiania występuje głównie w oczyszczaniu wód podziemnych i infiltracyjnych, bardzo rzadko przy oczyszczaniu wód powierzchniowych.

Istota odżelaziania wody polega na utlenianiu jonów Fe(II) do Fe(III) i usuwaniu wytrąconych związków Fe(OH)<sub>3</sub> z oczyszczanej wody w procesie sedymentacji i filtracji. Procesy hydrolizy nieorganicznych związków żelaza, a następnie utlenianie jonów Fe(II) do Fe(III), przebiega łatwiej niż hydroliza związków manganu i utlenianie jonów Mn(II) do Mn(IV).

Stojąc przed wyborem metody usuwania żelaza z wody, należy ustalić, w jakiej formie pierwiastek ten występuje w wodzie surowej. Jeżeli żelazo występuje jako Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>1</sup>, to stosuje się najprostszy układ uzdatniania wody: obejmuje on napowietrzanie, a w kolejnym etapie sedymentację (jeżeli występują znaczne ilości wodorowęglanu żelaza (II)) oraz odżelazianie (filtracja pospieszna). Tak przygotowana woda poddawana jest dezynfekcji.

Natomiast, jeśli żelazo znajduje się w postaci FeSO<sub>4</sub><sup>2</sup>, wówczas do powyższego schematu oczyszczania należy włączyć proces alkalizacji [15.9].

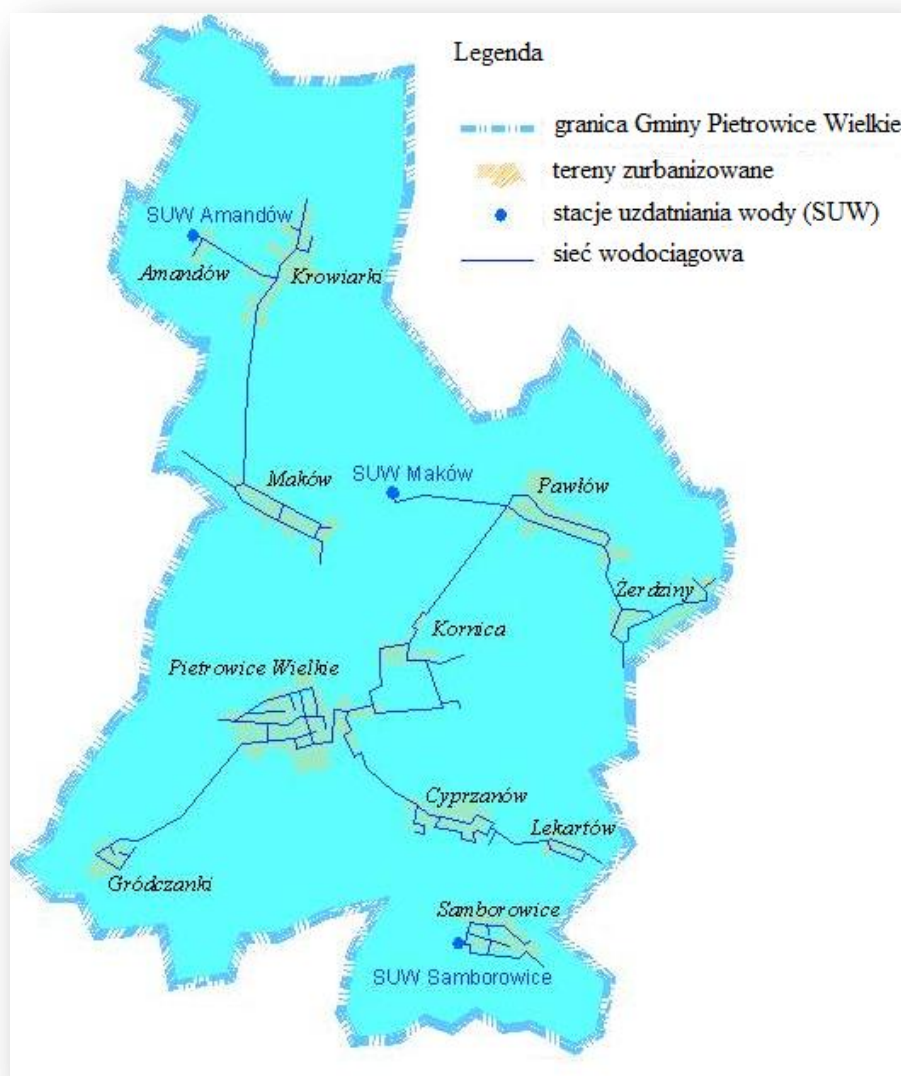
Tymczasem problem rozpuszczalności związków manganu nie jest do końca poznany. Wiadomym jest jednak, że trudno rozpuszczalnym jest MnO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O<sup>3</sup>. Istotą odmanganiania jest utlenianie jonów Mn(II) do Mn(IV) i wytrąceniu ich w postaci MnO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O [15.9].

<sup>1</sup> Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – wodorowęglan żelaza (II)

<sup>2</sup> FeSO<sub>4</sub> – siarczan (VI) żelaza (II)

Z kolei proces chlorowania wody wymaga wstępnego określenia dawki chloru i jego czasu kontaktu z wodą. Wielkość dawki, jak i czas kontaktu zależą od poziomu skażenia bakteriologicznego wody oraz jej składu fizyczno-chemicznego [15.9].

**Rys. 8.** Schemat istniejącej sieci wodociągowej w Gminie Pietrowice Wielkie



Źródło: [15.4]

Systematycznymi badaniami wody z ujęć głębinowych zajmuje się Powiatowa Stacja Sanitarno – Epidemiologiczna w Raciborzu. Z kolei badaniem wody wodociągowej (monitoring kontrolny i przeglądowy) dostarczanej mieszkańcom gminy przeprowadza Państwowy Powiatowy Inspektorat Sanitarny w Raciborzu, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2007, nr 61, poz. 417). Badania wykonane w 2008 r. w ramach monitoringu i wewnętrznej kontroli jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie wykazały nieprawidłowości. W związku z czym woda została dopuszczona do spożycia. Analizy w ramach wewnętrznej kontroli zostały powtórzone w 2009 r. przez Laboratorium Zakładu Inżynierii Środowiska Eko-projekt. Wyniki wskazały, że jakość wody dostarczanej

<sup>3</sup>  $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  – tlenek manganu (IV) hydrat (uwodniony tlenek manganu (IV))



do sieci z poszczególnych Stacji Uzdatniania Wody (SUW) w pełni odpowiada wymogom chemicznym i bakteriologicznym stawianym wodzie przeznaczonej do spożycia i potrzeb gospodarczych.

Producentem i dystrybutorem wody dostarczanej na terenie Gminy Pietrowice Wielkie jest od 2003 r. Zakład Gospodarki Komunalnej przy ul. Szkolnej 5 w Pietrowicach Wielkich. Natomiast właścicielem i administratorem sieci wodociągowej jest Urząd Gminy w Pietrowicach Wielkich.

Na terenie gminy do sieci wodociągowej podłączonych jest 99 % mieszkańców (ok. 7 tys. mieszkańców). Długość sieci wodociągowej wynosi 91,6 km. Układ sieci stworzony jest w taki sposób, aby nie było problemów przy podłączaniu nowych odbiorców. W większości sieć wykonana jest z rur PCV i PE (łącznie ok. 69,2 km, ~ 75,88 %), jednak są odcinki wykonane z rur żeliwnych (dn 200 mm ok. 8 km, ~ 8,77 %) i stalowych (dn 200 mm ok. 2 km (~2,19 %), dodatkowo przyłącza z rur stalowych ok. 12 km (~13,16 %)). Rysunek 8 obrazuje schemat istniejącej sieci wodociągowej w gminie.

Tabela 4 przedstawia strukturę zużycia wody w Gminie Pietrowice Wielkie.

**Tab. 4.** Struktura zużycia wody w Gminie Pietrowice Wielkie

| Wyszczególnienie                          | Rok    |        |        |        |
|-------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                           | 1998   | 2001   | 2008   | 2010   |
| Ujęcie wody własnej [m <sup>3</sup> /rok] | 327775 | 312963 | 304100 | 330400 |
| Zużycie wody ogółem [m <sup>3</sup> /rok] | 245832 | 247241 | 247000 | 241000 |
| Straty wody [m <sup>3</sup> /rok]         | 81943  | 65722  | 57100  | 28400  |

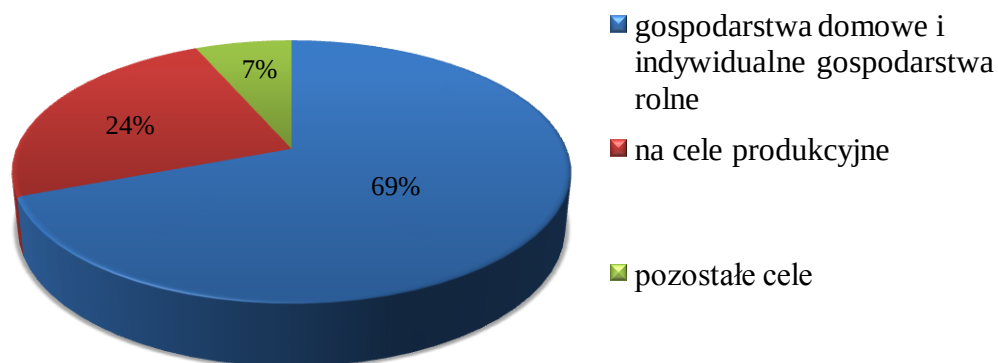
Źródło: [15.4]

W 1998 r. straty wody wynosiły ok. 25 %, w 2001 r. ok. 21 %, w 2008 r. ok. 18,8 %, natomiast w 2010 r. ok. 8,6 %. Wynika z tego, że co roku dochodzi do mniejszych strat wody, na co wpływ ma modernizacja i poprawa stanu technicznego sieci wodociągowej. Średnie jednostkowe zużycie wody na mieszkańca korzystającego z wodociągu (wliczając rzemiosło i usługi) w 2008 r. wyniosło 96,6 dm<sup>3</sup>/M/d, z kolei w 2010 r. 94,3 dm<sup>3</sup>/M/d.

Na rysunku 9 zobrazowano szczegółowe zestawienie zużycia wody z rozbiciem na poszczególne sektory gospodarki na terenie Gminy Pietrowice Wielkie. Jak wynika z wykresu 69 % wody zużywa się na cele bytowo-gospodarcze w indywidualnych gospodarstwach domowych i rolnych. Natomiast branża przemysłowa stanowi 24 % ogółu zużycia wody w gminie.



**Rys. 9.** Zużycie wody w poszczególnych sektorach gospodarki w Gminie Pietrowice Wielkie w 2010 r.



*Źródło: opracowanie własne na podstawie informacji z Gminy Pietrowice Wielkie*

W 2010 r. na terenie gminy zmodernizowano sieć wodociągową. Dotyczyło to wymiany 15 km odcinka sieci rozdzielczej wykonanej z rur stalowych i żeliwnych (dn 200 – 10 km, dn 160 – 5 km) oraz przyłączy o łącznej długości ok. 12 km. Po analizie potrzeb gminy do roku 2016 nie stwierdzono konieczności zwiększenia ilości wody dostarczanej na obszar gminy, jednak niezbędnym wydaje się bardziej racjonalne jej wykorzystanie.

### 5.3 Sieć kanalizacyjna

Jedyny odcinek sieci kanalizacji sanitarnej, o długości 0,85 km (stan na 31.12.2009 r.), zlokalizowany jest na terenie sołectwa Amandów. Sieć kanalizacyjna zakończona jest osadnikami z przelewem wyprowadzonym do pobliskiego rowu. W pozostałej części Gmina Pietrowice Wielkie nie posiada kanalizacji sanitarnej.

Ponadto na terenach zurbanizowanych, w centralnych częściach sołectw znajduje się kanalizacja deszczowa o długości 45 km. Stanowi ją system betonowych rur odprowadzających zgromadzone wody deszczowe do lokalnych potoków. Wody deszczowe na pozostałym obszarze spływają z ulic wprost do przydrożnych rowów, a następnie cieków wodnych.

Ładunek zanieczyszczeń, jaki może być odprowadzony do cieków wodnych wraz z wodami deszczowymi zależy między innymi od opadu atmosferycznego, charakteru zlewni, oraz istniejącej kanalizacji. Błędnie sądzi się, iż większość zanieczyszczeń w wodach deszczowych pochodzi z opadu atmosferycznego. Faktem jest, że wraz z wodami opadowymi następuje przemieszczanie metali ciężkich, czy zanieczyszczeń ze spływu dachowego. Jednak najważniejszy wpływ na skład wód deszczowych ma charakter zlewni, gdzie następuje zasadnicze zanieczyszczenie wód opadowych i ich przekształcenie w ścieki deszczowe, podczas spłukiwania zlewni. Zanieczyszczenia do wód deszczowych dostają się z powierzchni ziemi – nawierzchni ulic, chodników, trawników, pól. Są to głównie węglowodory mineralne, takie jak oleje, smary, paliwa, piasek, cement, sole i środki odładowe, metale ciężkie, starte opony, odchody zwierzęce, liście i inne części roślin, etc. Największe stężenie zanieczyszczeń niesionych wraz z wodami deszczowymi występuje podczas roztopów (ścieki roztopowe). Z kolei w wyniku nieprawidłowej eksploatacji sieci kanalizacyjnej, w trakcie intensywnych opadów, może dochodzić do wtórnego skażenia środowiska, poprzez wymycie zanieczyszczeń. Dlatego też stan aktualny w Gminie Pietrowice Wielkie powinien ulec zmianie, poprzez modernizację oraz rozbudowę sieci

kanalizacyjnej ogólnospławnej lub deszczowej, aby jakość wód powierzchniowych nie ulegała dalszemu pogarszaniu.

Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Raciborskiego, który jest dokumentem nadrzędnym w realizacji zadań dla gmin, zaleca kompleksową budowę, rozbudowę i systematyczną modernizację sieci kanalizacyjnej w każdej gminie, co odnosi się również do Gminy Pietrowice Wielkie.

W planach długoterminowych gminy do 2016 r. planowana jest budowa sieci kanalizacyjnej typu mieszanego, pracującego w układzie grawitacyjnym z pompowniami i rurociągami tłocznymi ścieków, co wymuszone jest warunkami topograficznymi terenu. Całkowita długość sieci kanalizacji sanitarnej wyniesie 97,7 km, w tym sieci sanitarnej ok. 60,7 km oraz przykanalików ok. 37,0 km.

Dodatkowo przewidywana jest rozbudowa istniejącej sieci kanalizacji deszczowej wraz z urządzeniami do oczyszczania wód deszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem tras komunikacyjnych. Nowo powstała sieć swym zasięgiem obejmować ma wszystkie ulice na terenach zurbanizowanych w poszczególnych sołectwach. Jej długość szacuje się na ok. 5 km<sup>4</sup>. Natomiast zgodnie z § 19.1 ust. 1 i 2 Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego<sup>5</sup> zanieczyszczenia z powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, budowli kolejowych, dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych klasy G<sup>6</sup>, oraz parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, a także obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, powinna być ujmowana w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne. Wody opadowe i roztopowe z tych terenów nie powinny wprowadzać do wód lub do ziemi substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesin ogólnych oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

#### 5.4 Oczyszczanie ścieków

Głównym sposobem utylizacji ścieków komunalnych w Gminie Pietrowice Wielkie jest gromadzenie ich w bezodpływowych zbiornikach. Można stwierdzić, iż ilość tych zbiorników dominuje, ponieważ 90 % gospodarstw domowych korzysta z takiego rozwiązania (ok. 1280 domost). Ścieki te wywożone są następnie do okolicznych oczyszczalni ścieków w Kietrzu oraz Raciborzu przez zobligowane do tego firmy prywatne. Funkcjonują również przydomowe oczyszczalnie ścieków. W Krowiarkach zlokalizowana jest przydomowa oczyszczalnia ścieków obsługująca 50 ok. osób. Jedyną czynną oczyszczalnią ścieków na terenie Gminy Pietrowice Wielkie jest oddana do użytku w 1958 r., mieszcząca się na terenie aglomeracji Amandów, oczyszczalnia w Amandowie. Jest to oczyszczalnia typu nonB<sup>7</sup>, która po planowanej modernizacji będzie spełniała wymogi oczyszczalni typu B. Średnia przepustowość aktualnie funkcjonującej oczyszczalni ścieków wynosi 14 m<sup>3</sup>/d, natomiast maksymalna 18,2 m<sup>3</sup>/d. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rów, a następnie rzeka Psina (Cyna). W tabeli 5 zestawiono najistotniejsze dane dotyczące oczyszczalni w aglomeracji Amandów.

<sup>4</sup> Program Ochrony Środowiska Gminy Pietrowice Wielkie

<sup>5</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2006 r., nr 137, poz. 984)

<sup>6</sup> Droga powiatowa klasy G – droga główna, jedna z klas dróg publicznych – Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 1999 r., nr 43, poz. 430).

<sup>7</sup> nonB – oczyszczalnia biologiczna nie spełniająca standardów odprowadzonych ścieków dla aglomeracji < 15000 RM

**Tab. 5.** Charakterystyka oczyszczalni ścieków w Aglomeracji Amandów

| Miejscowości w aglomeracji                                                                                                                                   | Amandów,<br>Krowiarki    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| RLM aglomeracji                                                                                                                                              | 1144                     |
| Ilość ścieków komunalnych powstających w aglomeracji ogółem w ciągu roku<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]                                                       | 25,07                    |
| Ilość ścieków komunalnych odprowadzanych zbiorczym systemem kanalizacyjnym do oczyszczalni<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]                                     | 3,07                     |
| Ilość ścieków dostarczanych do oczyszczalni w Kietrze, Raciborzu bądź Krzanowicach taborem asenizacyjnym z aglomeracji Amandów<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok] | 10,35                    |
| Ilość ścieków nieoczyszczanych<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]                                                                                                 | 10,35                    |
| Ilość ścieków oczyszczanych systemami indywidualnymi<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]                                                                           | 1,3                      |
| Średni ładunek zanieczyszczeń biodegradowalnych dopływających do oczyszczalni w ciągu doby<br>[RLM]                                                          | 91,52                    |
| Ilość powstających osadów ściekowych powstających na oczyszczalni w 2009 r.<br>[Mg s.m./rok]                                                                 | 3                        |
| Sposoby zagospodarowania osadu ściekowego                                                                                                                    | Składowanie na wysypisku |

*Źródło: opracowanie własne na podstawie Informacji z Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich na temat aglomeracji Amandów*

Wg art. 43 ust.1 Ustawy Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (Dz. U. 2005 r., nr 239, poz. 2019) każda aglomeracja powyżej 2000 mieszkańców powinna być wyposażona w system kanalizacji zbiorczej dla ścieków komunalnych, zakończonych oczyszczalniami ścieków. W związku z tym zapisem Gmina Pietrowice Wielkie przystąpiła do porozumienia międzygminnego oraz stworzenia wspólnej aglomeracji dla Gmin Krzanowice i Pietrowice Wielkie, mającego na celu ustanowienie skojarzonego systemu oczyszczania ścieków.

Do oczyszczalni w Krzanowicach (rys. 10.) z Gminy Pietrowice Wielkie będą odprowadzane ścieki z miejscowości: Cyprzanów, Kornice, Lekartów, Maków, Pietrowice Wielkie oraz Samborowice.

Poniżej przedstawiono zestawienie zbiorcze oraz RLM<sup>8</sup> dotyczące Aglomeracji Krzanowice (tab. 6., tab. 7.).

<sup>8</sup> RLM – Równoważna Liczba Mieszkańców – przez jednego równoważnego mieszkańca rozumie się ładunek substancji organicznych biologicznie rozkładalnych wyrażony jako wskaźnik pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania na tlen w ilości 60 g tlenu na dobę (art. 43, ust. 2, Prawo wodne – Dz.U. 2005 r. Nr 239, poz. 2019).

**Tab. 6.** Ilość mieszkańców oraz powstających ścieków na terenie aglomeracji Krzanowice (stan na koniec 2007 r.)

| Gmina (teren wchodzący w skład Aglomeracji) | Mieszkańcy   | Ilość ścieków [m <sup>3</sup> /rok] |                     |                    |
|---------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
|                                             |              | łącznie                             | gospodarstwa domowe | pozostali wytwórcy |
| Krzanowice                                  | 6008         | 175491                              | 157890              | 17601              |
| Pietrowice Wielkie                          | 4735         | 170778                              | 115794              | 54984              |
| <b>Razem</b>                                | <b>10743</b> | <b>346269</b>                       | <b>273684</b>       | <b>72585</b>       |

Źródło: [15.7]

**Tab. 7.** Równoważna liczba mieszkańców (RLM) dla Aglomeracji Krzanowice (stan na koniec 2007 r.)

| Gmina (teren wchodzący w skład Aglomeracji) | RLM          |                    |              |
|---------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                                             | mieszkańcy   | pozostali wytwórcy | suma         |
| Krzanowice                                  | 6008         | 670                | 6678         |
| Pietrowice Wielkie                          | 4735         | 2248               | 6983         |
| <b>Razem</b>                                | <b>10743</b> | <b>2918</b>        | <b>13661</b> |

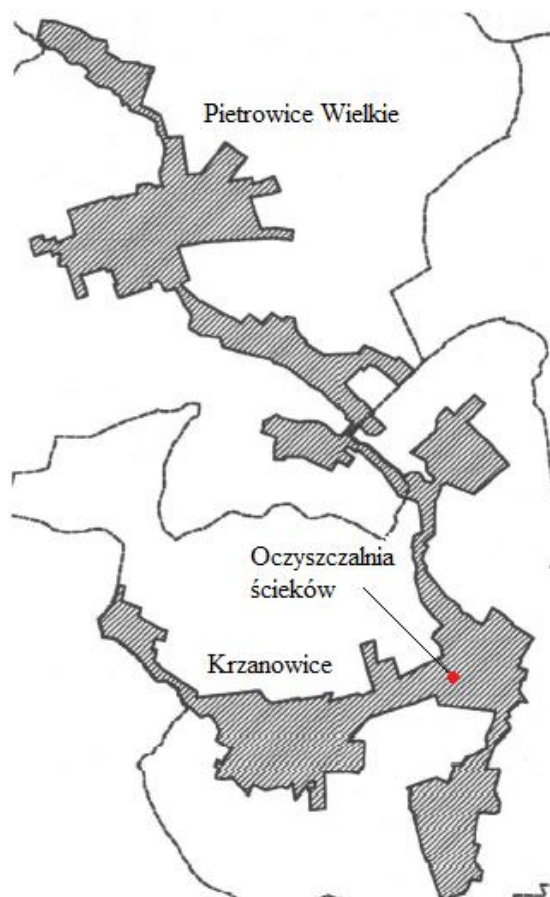
Źródło: [15.7]

Obecna maksymalna przepustowość oczyszczalni ścieków w Krzanowicach wynosi  $Q = 850 \text{ m}^3/\text{d}$  (dla  $\text{RLM}^9 = 6716$ ), toteż przed przyjęciem ścieków z Gminy Pietrowice Wielkie instalacja ta będzie musiała zostać rozbudowana. Jest to oczyszczalnia typu ECOLO – CHIEF wykorzystująca dwustopniowy mechaniczno – biologiczny proces z niskoobciążonym osadem czynnym, z redukcją związków biogennych, stabilizacją i przeróbką osadów (odwodnienie). Obiekt został oddany do eksploatacji w 2005 r. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rzeka Psina (Cyna). Odwodniony osad ściekowy jest aktualnie składowany na terenie oczyszczalni ścieków w wiatach składowania osadów.

Prognozowaną ilość ścieków trafiającą kanalizacją do oczyszczalni ścieków z terenu Aglomeracji Krzanowice w 2015 r. obrazuje tab. 8.

---

<sup>9</sup> RLM – ibidem

**Rys. 10.** Plan ideowy aglomeracji Krzanowice wraz z lokalizacją oczyszczalni ścieków

Źródło: [15.7]

**Tab. 8.** Prognozowana ilość ścieków z Aglomeracji Krzanowice w 2015 r.

| Gmina (teren wchodzący w skład Aglomeracji) | Ilość mieszkańców aglomeracji w 2015 r. | Ilość ścieków [m <sup>3</sup> /rok] |                     |                                            |                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                             |                                         | łącznie                             | gospodarstwa domowe | przemysł, drobny przemysł, handel i usługi | jednostki użyteczności publicznej |
| Krzanowice                                  | 6092                                    | 168908                              | 151203              | 5442                                       | 12263                             |
| Pietrowice Wielkie                          | 4767                                    | 176104                              | 106137              | 55085                                      | 14882                             |
| <b>Razem</b>                                | <b>10859</b>                            | <b>345012</b>                       | <b>256340</b>       | <b>60527</b>                               | <b>27145</b>                      |

Źródło: [15.7]

Docelowa równoważna liczba mieszkańców (RLM) w 2015 r. dla Aglomeracji Krzanowice wyniesie 14 714. Liczbę tą wyznaczono szacunkowo wliczając liczbę mieszkańców dla całkowitej produkcji ścieków łącznie z drobnym przemysłem, usługami i handlem oraz jednostkami użyteczności publicznej (tab. 9.).

**Tab. 9.** Równoważna liczba mieszkańców (RLM) Aglomeracji Krzanowice w 2015 r.

| Gmina (teren wchodzący w skład Aglomeracji) | RLM podłączona do kanalizacji |              |                                   |                                   |
|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                             | łącznie                       | mieszkańcy   | przemysł, drobny przemysł, handel | jednostki użyteczności publicznej |
| Krzanowice                                  | 6805                          | 6092         | 219                               | 494                               |
| Pietrowice Wielkie                          | 7909                          | 4767         | 2474                              | 668                               |
| <b>Razem</b>                                | <b>14714</b>                  | <b>10859</b> | <b>2693</b>                       | <b>1162</b>                       |

Źródło: [15.7]

Ponadto cele długoterminowe Gminy Pietrowice Wielkie do 2016 r. zakładają rozpropagowanie budowy oczyszczalni przydomowych w miejscach, gdzie na podstawie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego nie zostanie wybudowana sieć kanalizacyjna w okresie perspektywicznym. Ponadto przy budowie przydomowej oczyszczalni ścieków należy mieć na uwadze warunki glebowe konkretnej lokalizacji. Najlepszym podłożem do wybudowania przydomowej oczyszczalni ścieków jest podłoże dobrze przepuszczalne. Ze względu na występowanie na terenie gminy gleb bardzo dobrej jakości, które zarazem są bardzo często słabo przepuszczalne, zaleca się odpowiedni dobór urządzeń do przydomowego oczyszczania ścieków, dostosowany do warunków lokalnych.

## 6. Wykorzystanie energii w gminie – analiza stanu aktualnego

### 6.1 Ciepłownictwo

Obecnie na całym obszarze gminy Pietrowice Wielkie nie istnieje sieć ciepłownicza. Ciepło pozyskiwane jest jedynie z indywidualnych kotłowni. W związku z tym występuje niekontrolowana emisja do atmosfery zanieczyszczeń pyłowych (pył, nośnik metali ciężkich, pierwiastków promieniotwórczych i benzo(α)pirenu, który jest kancerogeny) oraz gazowych (dwutlenek węgla – CO<sub>2</sub>, dwutlenek siarki – SO<sub>2</sub>, tlenki azotu – NO<sub>x</sub>, tlenek węgla – CO, chlorowódz – HCl, węglowodory aromatyczne i alifatyczne oraz sadza, a przy spalaniu tworzyw sztucznych również chlorowcopochodne oraz dioksyny i furany).

Władze gminy w latach 2004 – 2009 prowadziły dofinansowanie w ramach Programu Ograniczenia Niskiej Emisji w zakresie modernizacji centralnego ogrzewania. Działania te mają polegać na wymianie kotła starego typu bez rozwiązań proekologicznych, na nowy posiadający odpowiednio unowocześnioną konstrukcję i certyfikaty (tab. 10.). Dofinansowanie prowadzone było w zakresie Gminnego Funduszu Ochrony Środowiska (GFOŚ). W latach 2004 – 2009 udzielono wsparcia finansowego w wysokości 83 923 zł na wymianę 110 pieców, które nie spełniały standardów ekologicznych. Program ten realizowany był również w budynkach użyteczności publicznej przy pomocy środków finansowych pozyskiwanych ze źródeł pozabudżetowych – WFOŚiGW oraz premii termomodernizacyjnej. Ponadto od 2009 r. program dofinansowania GFOŚ obejmuje także instalację kolektorów słonecznych do podgrzewania ciepłej wody. W 2009 r. dzięki programowi zainstalowano 5 kolektorów słonecznych, które służą do podgrzewania wody (ciepła woda użytkowa – c.w.u.) w gospodarstwach domowych. Możliwości wykorzystania energii pochodzącej z promieniowania słonecznego zostanie opisana szerzej w części dotyczącej odnawialnych źródeł energii.

Podstawowym nośnikiem energii pierwotnej dla ogrzewania budynków i obiektów użyteczności publicznej jest paliwo stałe, głównie węgiel kamienny w postaci pierwotnej, w tym również węgiel o złej jakości, np. flot i muł węglowy.



Spalanie paliwa stałego odbywa się w urządzeniach o małej mocy, często o niskiej sprawności bez systemów oczyszczania gazów odlotowych i zanieczyszczeń pyłowych, tj. piece kaflowe, domowe kotły c.o. i inne. W sezonie zimowym w paleniskach domowych prócz węgla spalane są również odpady komunalne [15.5].

**Tab. 10.** Liczba wymienionych pieców oraz zainstalowanych kolektorów słonecznych, wraz z kwotą dofinansowania w latach 2004 – 2009 w Gminie Pietrowice Wielkie

| <b>Lata</b>                                          | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>Ogółem</b> |
|------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Liczba wymienionych pieców [szt.]                    | 20          | 25          | 30          | 12          | 14          | 9           | 110           |
| Łączna kwota dofinansowania [tys. zł]                | 7,835       | 24,932      | 21,000      | 8,400       | 9,800       | 11,956      | 83,923        |
| Liczba zainstalowanych kolektorów słonecznych [szt.] | -           | -           | -           | -           | -           | 5           | 5             |
| Łączna kwota dofinansowania [tys. zł]                | -           | -           | -           | -           | -           | 3,500       | 3,500         |

Źródło: [15.5]

W Gminie Pietrowice Wielkie została przeprowadzona ankietyzacja w ramach Programu Ograniczenia Niskiej Emisji<sup>10</sup>, której wyniki ukazują datę budowy budynków mieszkalnych, strukturę wiekową, jak również rodzaj i zapotrzebowanie mocy oraz zużycie paliwa poszczególnych źródeł ciepła.

Z tabeli 11 przedstawiającej strukturę wiekową budynków na terenie gminy, można wywnioskować, iż najwięcej budynków zostało wybudowanych w latach 1918 – 1944 (30,2 %) oraz w latach 1945 – 1979 (26,6 %). Może to wskazywać na dużą energochłonność w kontekście celów grzewczych tychże budynków, co przedstawione jest w kolejnej tabeli (tab. 12.). Według KAPE<sup>11</sup> budynki powstałe do 1966 roku posiadają wskaźnik energochłonności do celów grzewczych na poziomie 240 – 350 kWh/m<sup>2</sup>a. Natomiast dla porównania wskaźnik ten dla budynków mieszkalnych wzniesionych po 1998 r. mieści się w zakresie 90 – 120 kWh/m<sup>2</sup>a.

**Tab. 11.** Struktura budynków mieszkalnych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| <b>Rok budowy budynków mieszkalnych</b> | <b>Liczba budynków mieszkalnych</b> |            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------|
|                                         | <b>ilość</b>                        | <b>%</b>   |
| Przed 1918                              | 214                                 | 13,6       |
| 1918 – 1944                             | 476                                 | 30,2       |
| 1945 – 1970                             | 419                                 | 26,6       |
| 1971 – 1978                             | 202                                 | 12,8       |
| 1979 – 1988                             | 144                                 | 9,1        |
| 1989 – 2002                             | 77                                  | 4,9        |
| 2003 – 2009                             | 45                                  | 2,8        |
| <b>Ogółem</b>                           | <b>1577</b>                         | <b>100</b> |

Źródło: [15.5]

<sup>10</sup> Podstawowym dokumentem stwierdzającym konieczność ograniczenia niskiej emisji jest Program Ochrony Środowiska dla Gminy Pietrowice Wielkie, podjęty uchwałą Rady Gminy Pietrowice Wielkie z dnia 14 lipca 2009 r. nr XXVI/291/2009

<sup>11</sup> KAPE – Krajowa Agencja Poszanowania Energii

**Tab. 12.** Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło w zależności od wieku budynku wg KAPE<sup>12</sup>

| Lp. | Rok budowy budynku<br>[wg KAPE] | Przybliżony wskaźnik zużycia energii do celów grzewczych<br>w budynkach<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |
|-----|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Do 1966                         | 240 – 350                                                                                         |
| 2   | 1967 – 1985                     | 240 – 280                                                                                         |
| 3   | 1985 – 1992                     | 160 – 200                                                                                         |
| 4   | 1993 – 1997                     | 120 – 160                                                                                         |
| 5   | Od 1998                         | 90 – 120                                                                                          |

Źródło: [15.5]

Struktura zużycia energii i paliw w indywidualnych budynkach jednorodzinnych zależy między innymi od rodzaju źródła wykorzystywanego do pozyskania ciepła (tab. 13.). W Gminie Pietrowice Wielkie najpopularniejszym źródłem ciepła jest kotłownia węglowa, 67,1 % spośród wszystkich urządzeń na potrzeby ciepłne oraz piece węglowe (27,1 %). Mniejszą popularnością cieszą się kotłownie gazowe i olejowe (2 %), a najmniejszym ogrzewanie elektryczne (1 %). Pod względem zużycia paliwa również przodują kotłownie węglowe (4536 Mg/a) i piece węglowe (2572 Mg/a).

**Tab. 13.** Struktura zapotrzebowania energii i zużycia paliw z podziałem na rodzaj źródeł ciepła w budynkach jednorodzinnych indywidualnych w Gminie Pietrowice Wielkie

| Wyszczególnienie                       | Rok budowy    |                |                |                |                |                   |                   | Łącznie | %    |
|----------------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|---------|------|
|                                        | Przed<br>1918 | 1918 –<br>1944 | 1945 –<br>1970 | 1971 –<br>1978 | 1979 –<br>1988 | 1989<br>–<br>2002 | 2003<br>–<br>2009 |         |      |
| Piecze węglowe                         |               |                |                |                |                |                   |                   |         |      |
| Ilość                                  | 58            | 129            | 113            | 55             | 39             | 21                | 12                | 427     | 27,1 |
| %                                      | 13,6          | 30,2           | 26,5           | 12,9           | 9,1            | 4,9               | 2,8               | -       | 100  |
| Powierzchnia<br>[m <sup>2</sup> ]      | 6177          | 14100          | 13817          | 7563           | 5516           | 3057              | 1712              | 51942   | 27,0 |
| Zapotrzebowanie<br>energii<br>[GJ/a]   | 3767          | 8601           | 8428           | 4084           | 2979           | 917               | 496               | 29272   | 27,3 |
| Zużycie paliwa <sup>13</sup><br>[Mg/a] | 328           | 748            | 733            | 355            | 259            | 80                | 69                | 2572    | 34,1 |
| Kotłownia węglowa                      |               |                |                |                |                |                   |                   |         |      |
| Ilość                                  | 144           | 319            | 282            | 135            | 97             | 51                | 30                | 1058    | 67,1 |
| %                                      | 13,6          | 30,2           | 26,6           | 12,8           | 9,2            | 4,8               | 2,8               | -       | 100  |
| Powierzchnia<br>[m <sup>2</sup> ]      | 15327         | 34989          | 34287          | 18767          | 13687          | 7585              | 4247              | 128889  | 67,1 |
| Zapotrzebowanie<br>energii<br>[GJ/a]   | 9349          | 21343          | 20915          | 10134          | 7391           | 2276              | 1231              | 72639   | 67,7 |
| Zużycie paliwa<br>[Mg/a]               | 584           | 1333           | 1307           | 633            | 461            | 142               | 76                | 4536    | 60,2 |
| Kotłownia gazowa                       |               |                |                |                |                |                   |                   |         |      |
| Ilość                                  | 4             | 10             | 8              | 4              | 3              | 2                 | 1                 | 32      | 2,0  |
| %                                      | 12,5          | 31,2           | 25             | 12,5           | 9,4            | 6,3               | 3,1               | -       | 100  |
| Powierzchnia<br>[m <sup>2</sup> ]      | 457           | 1044           | 1023           | 560            | 408            | 226               | 126               | 3844    | 2,0  |

<sup>12</sup> KAPE – Krajowa Agencja Poszanowania Energii<sup>13</sup> Wartość opałowa węgla kamiennego na poziomie 23 GJ/Mg

|                                                       |      |      |      |      |      |      |      |             |            |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------------|
| Zapotrzebowanie energii [GJ/a]                        | 279  | 637  | 624  | 303  | 220  | 68   | 37   | <b>2168</b> | <b>2,0</b> |
| Zużycie paliwa <sup>14</sup> [tys. m <sup>3</sup> /a] | 9    | 21   | 20   | 10   | 7    | 2    | 1    | <b>70</b>   | <b>0,9</b> |
| <b>Kotłownia olejowa</b>                              |      |      |      |      |      |      |      |             |            |
| Ilość                                                 | 4    | 10   | 8    | 4    | 3    | 2    | 1    | <b>32</b>   | <b>2,0</b> |
| %                                                     | 12,5 | 31,2 | 25   | 12,5 | 9,4  | 6,3  | 3,1  | -           | <b>100</b> |
| Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]                        | 457  | 1044 | 1023 | 560  | 408  | 226  | 126  | <b>3844</b> | <b>2,0</b> |
| Zapotrzebowanie energii [GJ/a]                        | 279  | 637  | 624  | 303  | 220  | 68   | 37   | <b>2168</b> | <b>2,0</b> |
| Zużycie paliwa <sup>15</sup> [Mg/a]                   | 9    | 20   | 19   | 10   | 7    | 2    | 1    | <b>68</b>   | <b>0,9</b> |
| <b>Ogrzewanie elektryczne</b>                         |      |      |      |      |      |      |      |             |            |
| Ilość                                                 | 2    | 4    | 4    | 2    | 1    | 1    | 1    | <b>15</b>   | <b>1,0</b> |
| %                                                     | 13,3 | 26,7 | 26,7 | 13,3 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | -           | <b>100</b> |
| Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]                        | 228  | 522  | 512  | 280  | 204  | 113  | 63   | <b>1922</b> | <b>1,0</b> |
| Zapotrzebowanie energii [GJ/a]                        | 139  | 318  | 312  | 151  | 111  | 34   | 18   | <b>1083</b> | <b>1,0</b> |
| Zużycie paliwa [MWh/a]                                | 37   | 86   | 84   | 41   | 30   | 9    | 5    | <b>292</b>  | <b>3,9</b> |
| <b>Inne</b>                                           |      |      |      |      |      |      |      |             |            |
| Ilość                                                 | 2    | 4    | 4    | 2    | 1    | 0    | 0    | <b>13</b>   | <b>0,8</b> |
| Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]                        | 228  | 522  | 512  | 280  | 204  | 0    | 0    | <b>1746</b> | <b>0,9</b> |

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.5]

Po uzyskaniu i zanalizowaniu wyników ankietyzacji w ramach Programu Ograniczenia Niskiej Emisji Gmina Pietrowice Wielkie określiła parametry rocznego zużycia paliwa i energii oraz emisji zanieczyszczeń do atmosfery powstających w budynku reprezentatywnym. Zmniejszenie niskiej emisji wiąże się z wymianą dotychczasowego źródła ciepła, na nowe o wyższej sprawności, a co za tym idzie redukcją zużycia paliw kopalnych w pozyskaniu energii na cele grzewcze. W tabeli 14 podano roczne zapotrzebowanie budynku reprezentatywnego na ciepło.

Celem wdrożenia Programu Ograniczenia Niskiej Emisji jest uzyskanie widocznego efektu ekologicznego na terenie gminy. Wprowadzanie nowych rozwiązań technologicznych przyczynia się do ograniczenia emisji większości związków, uznawanych w procesie spalania paliw kopalnych za niekorzystne. Jednak, jak wynika z poniższych danych liczbowych (tab. 15.) niektóre rozwiązania wiążą się ze wzrostem jednostkowego ładunku zanieczyszczenia. Niemniej zastosowanie nowych rozwiązań technologicznych, w tym również zmiany paliwa węglowego na inne, przyczynia się do zmniejszenia łącznej emisji do atmosfery.

<sup>14</sup> Wartość opałowa gazu ziemnego na poziomie 0,035 GJ/m<sup>3</sup><sup>15</sup> Wartość opałowa oleju napędowego na poziomie 42,5 GJ/m<sup>3</sup>

**Tab. 14.** Zużycie paliw i energii na ogrzewanie budynku reprezentatywnego z uwzględnieniem sprawności systemów grzewczych w ciągu roku

| Rodzaj kotła         |                      | Kocioł węglowy – komorowy | Kocioł węglowy – retortowy | Kocioł gazowy     | Kocioł olejowy    | Kocioł na pelety drzewne | Pompa ciepła – zużycie energii elektrycznej przez pompę | Ogrzewanie elektryczne |
|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------|
|                      |                      | Mg/a                      | Mg/a                       | m <sup>3</sup> /a | m <sup>3</sup> /a | Mg/a                     | MWh/rok                                                 | MWh/rok                |
| Roczne zużycie paliw | Ogrzewanie budynku   | 7,0                       | 4,7                        | 3227              | 3,08              | 6,5                      | 9,6                                                     | 26,1                   |
|                      | Ciepła woda użytkowa | 0,95                      | 0,62                       | 431,3             | 0,42              | 0,86                     | 1,29                                                    | 3,87                   |
|                      | <b>Ogółem</b>        | <b>7,95</b>               | <b>5,32</b>                | <b>3658,3</b>     | <b>3,5</b>        | <b>7,36</b>              | <b>10,89</b>                                            | <b>29,97</b>           |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [15.5]

**Tab. 15.** Emisja oraz potencjalny stopień redukcji zanieczyszczeń powstających podczas ogrzewania budynku reprezentatywnego w ciągu roku

| Rodzaj kotła                                                 |        | Kocioł węglowy – komorowy | Kocioł węglowy – retortowy | Kocioł gazowy     | Kocioł olejowy    | Kocioł na pelety drzewne |
|--------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
|                                                              |        | Mg/a                      | Mg/a                       | m <sup>3</sup> /a | m <sup>3</sup> /a | Mg/a                     |
| Emisja zanieczyszczeń                                        |        |                           |                            |                   |                   |                          |
| SO <sub>2</sub>                                              | kg/rok | 115,12                    | 67,03                      | 0                 | 16,62             | 11,04                    |
| NO <sub>2</sub>                                              |        | 7,95                      | 26,6                       | 4,6               | 17,5              | 11,04                    |
| CO                                                           |        | 795,0                     | 200,56                     | 1,3               | 2,1               | 7,36                     |
| CO <sub>2</sub>                                              |        | 14707,5                   | 10171,84                   | 7184,9            | 5775              | 0                        |
| Pył                                                          |        | 95,4                      | 10,11                      | 0,05              | 6,3               | 73,6                     |
| Sadza                                                        |        | 31,8                      | 6,92                       | 0                 | 0                 | 0                        |
| B(α)P                                                        |        | 0,16                      | 0,0067                     | 0                 | 0                 | 0                        |
| Stopień redukcji emisji w odniesieniu do kotła węglowego [%] |        |                           |                            |                   |                   |                          |
| SO <sub>2</sub>                                              | kg/rok | -                         | 41,77                      | 100               | 85,56             | 90,41                    |
| NO <sub>2</sub>                                              |        | -                         | -234,59                    | 42,14             | -120,13           | -38,87                   |
| CO                                                           |        | -                         | 74,77                      | 99,84             | 99,73             | 99,07                    |
| CO <sub>2</sub>                                              |        | -                         | 30,84                      | 51,15             | 60,73             | 100                      |
| Pył                                                          |        | -                         | 89,40                      | 99,95             | 93,39             | 22,85                    |
| Sadza                                                        |        | -                         | 78,24                      | 100               | 100               | 100                      |
| B(α)P                                                        |        | -                         | 95,81                      | 100               | 100               | 100                      |

Zielonym kolorem oznaczono 100 % redukcję danego zanieczyszczenia przy konkretnym rozwiązaniu

Czerwonym kolorem oznaczono wzrost stężenia danego zanieczyszczenia przy konkretnym rozwiązaniu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [15.5]

Programu Ograniczenia Niskiej Emisji w Gminie Pietrowice Wielkie będzie kontynuowany w latach następnych, tj. 2010 – 2013. W każdym etapie programu, czyli każdego roku, zostanie wymienionych 40 starych źródeł ciepła, w postaci kotłów i pieców węglowych, na inne, bardziej ekologiczne oraz zainstalowanych zostanie 10 kolektorów słonecznych. W całym okresie trwania programu zakłada się wymienienie łącznie 160 źródeł

ciepła oraz montaż 40 kolektorów słonecznych. Planuje się, iż dofinansowanie odbywać się będzie przy wsparciu Gminy wraz z WFOŚiGW.

## 6.2 Gazownictwo

Na terenie Gminy Pietrowice Wielkie funkcjonują gazociągi średniego i niskiego ciśnienia, których właścicielem i eksploatatorem jest Górnośląska Spółka Gazownictwa oddział Zakład Gazowniczy z siedzibą w Zabrze, przy ul. Mikulczyckiej 5. Podmiot ten posiada m.in. rozdzielnię gazu w Raciborzu. Ponadto przez obszar gminy przebiega gazociąg wysokiego ciśnienia, obsługiwany przez przedsiębiorstwo GAZ – System Świerklany (rys. 11.). Poniżej został przedstawiony podział na typy gazociągu wraz z krótką charakterystyką (tab. 16.).

**Tab. 16.** Charakterystyka gazociągu występującego na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| Typ gazociągu       | Długość gazociągu na terenie gminy [m] | Rodzaj materiału, z którego wykonany jest gazociąg |
|---------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Niskiego ciśnienia  | 7500                                   | Gazociąg stalowy (99 %)                            |
| Średniego ciśnienia | 3000                                   | Gazociąg wykonany z PE (100 %)                     |

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.16]*

W miejscowości Pietrowice Wielkie zlokalizowany jest:

1. gazociąg niskiego ciśnienia, który przebiega ulicami – Wyzwolenia, Żymierskiego, Jawoskiej, Żeromskiego, Matejki, Zawodzie, 1go Maja, Bończyka, Fabrycznej, Spółdzielczej, Świętokrzyskiej, Miskiegocza, Karola Miarki oraz Szkolnej;
2. gazociąg średniego ciśnienia, który przebiega ulicami – Jaworską, Konopnickiej, Parkową, I Armii.

Ponadto gazociąg średniego ciśnienia znajduje się na ulicach Spółdzielczej i Spacerowej w miejscowości Kornice.

Ogólna ilość aktywnych przyłączy w Gminie Pietrowice Wielkie wynosi 35 sztuk. W tabeli 17 ukazano roczne zużycie gazu w gminie. Stan techniczny sieci określony jest przez zarządcę jako dobry.

**Tab. 17.** Roczne zużycie gazu w Gminie Pietrowice Wielkie w 2009 r.

| Lp. | Grupy odbiorców       | Zużycie gazu [m <sup>3</sup> ] |
|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1.  | Przemysł              | 72 484                         |
| 2.  | Handel i usługi       | 5 206                          |
| 3.  | Szkolnictwo, kościoły | 51 183                         |
| 4.  | Odbiorcy indywidualni | 13 768                         |
| 5.  | <b>Ogółem</b>         | <b>13 768</b>                  |

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.16]*

Po przeprowadzonej ankietyzacji w ramach Programu Ograniczenia Niskiej Emisji, ustalono, iż na terenie gminy znajdują się 32 kotłownie gazowe w indywidualnych budynkach jednorodzinnych (stan na 2009 r.). Mieszkańcy korzystają z nich w celu ogrzania budynku oraz do podgrzania ciepłej wody użytkowej.

**Rys. 11.** Schemat ideowy gazociągu wysokiego ciśnienia przebiegającego przez Gminę Pietrowice Wielkie i sąsiednie gminy



*Źródło: opracowanie własne na podstawie Mapy systemu przesyłowego GAZ – System S.A. [15.12]*

W przypadku problemów technicznych zarządca zobowiązuje się do natychmiastowego usunięcia awarii oraz w miarę możliwości zapewni ciągłość dostaw gazu do odbiorców.

Na chwilę obecną Górnśląska Spółka Gazownictwa oddział Zakład Gazowniczy w Zabrzu nie przewiduje modernizacji funkcjonującej sieci gazowej. Istnieje jednak możliwość rozbudowy o nowe przyłącza (na wniosek przyszłego odbiorcy) na dotychczas niezgazyfikowanych obszarach gminy, pod warunkiem, że inwestycja będzie uzasadniona ekonomicznie.

## 6.3 Elektroenergetyka

Dostawcą energii elektrycznej, jak również właścicielem i eksploatatorem sieci elektroenergetycznej na terenie Gminy Pietrowice Wielkie jest Vattenfall Distribution Poland S.A., Oddział w Gliwicach przy ulicy Portowej 14a.

W układzie normalnym zasilanie odbiorców gminy odbywa się na średnim napięciu 15 kV liniami napowietrznymi i kablowymi:

1. stacja 110/15 kV Studzienna, transformatory: TR1 – 16MVA, TR2 – 16 MVA, których właścicielem jest Vattenfall Distribution Poland S.A.
2. stacja 110/15 kV Kietrz i stacja 110/15 kV Polska Cerekiew, które zasilają miejscowość Krowiarki, zlokalizowane są poza terenami Gminy Pietrowice Wielkie i nie należą do mienia Vattenfall Distribution Poland S.A.

Ponadto przez teren gminy przechodzi napowietrzna linia elektroenergetyczna jednotorowa 110 kV relacji Studzienna – Polska Cerekiew.



Na obszarze Gminy Pietrowice Wielkie zlokalizowane są 54 stacje transformatorowe SN/nN<sup>16</sup>, z czego 52 stacje są własnością Vattenfall Distribution Poland S.A., natomiast 2 stacje należą do innych właścicieli i oznaczane są jako „obce” (tab. 18.).

**Tab. 18.** Stacje transformatorowe oraz transformatory zlokalizowane na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| Miejscowość        | Rodzaj stacji transformatorowych |                               |                          |                       |                            | Ilość stanowisk transformatora |      | Rodzaj transformatora | Moc znamionowa – przedział [kVA] |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|------|-----------------------|----------------------------------|
|                    | Stupowa                          | Wolnostojąca wieżowa murowana | Wolnostojąca kontenerowa | Wolnostojąca murowana | Wolnostojąca pofabrykowana | Vattenfall Distribution Poland | Obce |                       |                                  |
| Amandów            | 1                                |                               |                          |                       |                            | 1                              |      | Rozdzielczy           | 160                              |
| Cyprzanów          | 3                                | 1                             | 1                        |                       | 1                          | 6                              |      | Rozdzielczy           | 160 – 250                        |
| Gródczanki         | 1                                | 1                             |                          | 1                     |                            | 3                              |      | Rozdzielczy           | 75 – 100                         |
| Kornice            | 3                                | 1                             | 1                        |                       |                            | 4                              | 1    | Rozdzielczy           | 63 – 250                         |
| Krowiarki          | 3                                | 3                             |                          |                       |                            | 6                              |      | Rozdzielczy           | 125 – 250                        |
| Lekartów           | 2                                | 1                             |                          |                       |                            | 3                              |      | Rozdzielczy           | 100 – 160                        |
| Maków              | 5                                |                               |                          |                       | 1                          | 5                              | 1    | Rozdzielczy           | 15 – 250                         |
| Pawłów             | 4                                | 2                             |                          |                       |                            | 7                              |      | Rozdzielczy           | 50 – 630*                        |
| Pietrowice Wielkie | 4                                | 4                             | 2                        |                       |                            | 10                             |      | Rozdzielczy           | 160 – 400**                      |
| Sambarowice        | 3                                | 2                             |                          |                       |                            | 5                              |      | Rozdzielczy           | 100 – 400***                     |
| Żerdziny           | 3                                |                               |                          |                       |                            | 3                              |      | Rozdzielczy           | 20 – 250                         |

\*Moc znamionowa 630 kVA i 400kVA – Brojlernia w Pawłowie,

\*\* 315 kVA – Pietrowice Wielkie Cegielnia, 400 kVA – Pietrowice Wielkie – Ośrodek Zdrowia, Zakład Produkcyjny Jedność, GS Pietrowice – sklep spożywczy,

\*\*\* 400 kVA – PGR Sambarowice

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.17]

Ogólna długość sieci elektroenergetycznej na terenie gminy wynosi 181,92 km. Najdłuższa jest linia napowietrzna niskiego napięcia, która wynisi 79,63 km. Poniżej (tab. 19.) przedstawiono szczegółowy podział sieci elektroenergetycznej na wysokie (WN), średnie (SW) i niskie (nN) napięcia.

**Tab. 19.** Długość linii WN, SN i nN na obszarze Gminy Pietrowice Wielkie

| Lp. | Wyszczególnienie                                           | Długość [km] |
|-----|------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.  | Linie napowietrzne niskiego napięcia (nN do 1 kV)          | 79,63        |
| 2.  | Linie kablowe niskiego napięcia (nN do 1 kV)               | 5,00         |
| 3.  | Linie napowietrzne niskiego napięcia oświetlenia ulicznego | 45,43        |
| 4.  | Linie kablowe niskiego napięcia oświetlenia ulicznego      | 0,51         |
| 5.  | Linie napowietrzne średniego napięcia (SN)                 | 2,22         |
| 6.  | Linie kablowe średniego napięcia (SN)                      | 46,51        |

<sup>16</sup> SN/nN – stacja transformatorowa służąca do tranformacji średniego napięcia (SN) na niskie napięcie (nN)

|    |                                            |               |
|----|--------------------------------------------|---------------|
| 7. | Linie napowietrzne wysokiego napięcia (WN) | 2,62          |
| 8. | Linie kablowe wysokiego napięcia (WN)      | 0,00          |
| 9. | <b>Ogółem</b>                              | <b>181,92</b> |

Źródło: [15.17].

Szczegółowy podział przyłączy funkcjonujących na terenie gminy zobrazowano w tabeli 20. Ogólna ich ilość wynosi 1807 sztuk.

**Tab. 20.** Podział oraz ilość przyłączy zlokalizowanych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| Lp. | Wyszczególnienie       | Ilość [szt.] |
|-----|------------------------|--------------|
| 1.  | Przyłącze napowietrzne | 1741         |
| 2.  | Przyłącze kablowe      | 66           |
| 3.  | <b>Ogółem</b>          | <b>1807</b>  |

Źródło: [15.17]

Strukturę odbiorców oraz zużycie przez nich energii elektrycznej w latach 2009 – 2010 zestawiono w tabeli 21. W systemie elektroenergetycznym rozróżniamy następujące grupy taryfowe:

1. **taryfa A** – odbiorcy na wysokim napięciu WN, napięcie znamionowe 110 kV,
2. **taryfa B** – odbiorcy na średnim napięciu SN, napięcie znamionowe wyższe od 1 kV i niższe niż 110 kV,
3. **taryfa C** – odbiorcy na niskim napięciu nN, napięcie nie wyższe niż 1 kV,
4. **taryfa G** – odbiorcy na niskim napięciu nN, niezależnie od poziomu napięcia zasilania, klienci indywidualni, w tym gospodarstwa domowe,
5. **taryfa R** – odbiorcy na niskim napięciu nN, niezależnie od poziomu napięcia zasilania, klienci indywidualni, w tym gospodarstwa domowe.

Z danych zawartych w tabeli 21 wynika, iż łączna liczba odbiorców, a co za tym idzie zużycie energii w gminie nieznacznie zmalało. W 2010 r. ogólna liczba odbiorców była niższa o 1,11 % w porównaniu z 2009 r., z kolei zużycie energii było niższe o 0,84 % w porównaniu z 2009 r.

Stan techniczny sieci i urządzeń towarzyszących, tj. stacji i linii występujących w granicach administracyjnych Gminy Pietrowice Wielkie dystrybutor ocenia jako dobry.

W przypadku wystąpienia awarii, dzięki powiązaniom sieci między stacjami, istnieje możliwość odpowiedniego konfigurowania sieci, zarówno w przypadku sieci dystrybucyjnej 110 kV pracującej w układzie zamkniętym, jak również sieci średnich napięć.

Planowane inwestycje w latach 2011 – 2013 w Gminie Pietrowice Wielkie są zbieżne z Planem Rozwoju Vattenfall Distribution Poland S.A. Dystrybutor sieci energetycznej w 2012 r. przewiduje realizację przebudowy linii napowietrznej średniego napięcia (SN) w obrębie stacji A225 Gródczanki Ferma Krów przy ul. Wiejskiej w Gródczankach. Ponadto w latach 2012 – 2013 ma dojść do modernizacji linii 110 kV Studzienna – Polska Cerekiew. Zadanie to związane jest z przyłączeniem farm wiatrowych i realizowane będzie na terenie trzech gmin: Racibórz, Pietrowice Wielkie oraz Rudnik. Natomiast w 2013 r. planowane jest rozpoczęcie etapu projektowania związanego z przebudową linii niskiego napięcia (nN) w Pietrowicach Wielkich, przy ulicy 1 Armii oraz Zawodzie. A także rozpoczęcie projektu dotyczącego przebudowy stacji A241 Krowiarki Przelot, przy ulicy Szkolnej w Krowiarkach.

**Tab. 21.** Odbiorcy z podziałem na taryfy oraz zużycie energii elektrycznej w Gminie Pietrowice Wielkie

| Lp. | Grupa taryfowa                                 | Umowy kompleksowe* |                       |                  |                       |
|-----|------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
|     |                                                | 2009 r.            |                       | 2010 r.          |                       |
|     |                                                | Liczba odbiorców   | Zużycie energii [MWh] | Liczba odbiorców | Zużycie energii [MWh] |
| 1.  | Odbiorcy na wysokim napięciu – <b>taryfa A</b> | -                  | -                     | -                | -                     |
| 2.  | Odbiorcy na średnim napięciu – <b>taryfa B</b> | -                  | -                     | -                | -                     |
| 3.  | Odbiorcy na niskim napięciu – <b>taryfa C</b>  | 193                | 1946,80               | 192              | 1968,72               |
| 4.  | Odbiorcy na niskim napięciu – <b>taryfa G</b>  | 2265               | 5939,47               | 2239             | 5890,02               |
| 5.  | Odbiorcy na niskim napięciu – <b>taryfa R</b>  | -                  | 0,53                  | -                | -                     |
| 6.  | <b>Ogółem</b>                                  | <b>2458</b>        | <b>7886,80</b>        | <b>2431</b>      | <b>7858,74</b>        |

\*umowy kompleksowe – tj. odbiorcy, którzy posiadają podpisane umowy z Vattenfall Distribution Poland S.A. na sprzedaż energii elektrycznej i świadczenie usług dystrybucji

Źródło: [15.17]

Opracowanie „Projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie” uwzględnia sugestie Vattenfall Distribution Poland S.A. dotyczących sposobu zagospodarowania terenu w infrastrukturę techniczną i zaopatrzenie w energię elektryczną. Niniejszym ustala się, iż strefy ochronne wolne od zagospodarowania i zadrzewień wzdłuż linii napowietrznych i kablowych wynoszą:

1. 15 m od skrajnych przewodów linii napowietrznych wysokich napięć (WN),
2. 10 m od skrajnych przewodów linii napowietrznych średnich napięć (SN),
3. 5 m od skrajnych przewodów linii napowietrznych niskich napięć (nN),
4. szerokość strefy ochronnej w pobliżu linii kablowych WN, SN i nN podlega każdorazowemu uwzględnieniu z właścicielem sieci, tj. Vattenfall Distribution Poland S.A. i powinna być zgodna z zapisami norm PN-EN-50341-3-22, EN 50423-1:2007, PN 5100-1:1998, SEP-003 i SEP-004 oraz standardami przyjętymi do stosowania przez właściciela sieci.

Istnieje możliwość zagospodarowania terenu w strefach ochronnych linii napowietrznych i kablowych średnich i niskich napięć. Jednak każdorazowo należy ustalić warunki i szczegółową lokalizację obiektów z właścicielem sieci.

W przypadku rozbudowy sieci dystrybucyjnej średnich i niskich napięć należy przewidzieć rezerwę terenu pod ewentualne stacje transformatorowe SN/nN wraz z dojazdem. Ponadto drogi powinny posiadać rezerwę terenu w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego dla realizacji rozbudowy linii średniego i niskiego napięcia.

#### 6.4 Energia odnawialna

W gospodarstwach rolniczych i w indywidualnych domach mieszkańców wsi zmienia się struktura użytkowania surowców na cele grzewcze. W dalszym ciągu najpopularniejsze są paliwa konwencjonalne – węgiel i koks. Jednak ich zużycie – szczególnie koksu – z roku na rok zmniejsza się. Ponadto do ogrzewania domów wiejskich wykorzystywane są paliwa gazowe, ciekłe, a w rzadkich wypadkach energia elektryczna.

Przewiduje się, że indywidualne wykorzystanie na wsi w zakresie odnawialnych źródeł energii, w tym biomasy, pomp ciepła i energii słonecznej będzie wzrastać, dając wymierne korzyści w postaci oszczędności, a także zmniejszając zużycie innych nośników energii. Z drugiej strony nastąpi zwiększenie zużycia odpadów, głównie słomy i pozostałej biomasy, a ponadto biogazu, energii geotermalnej, wodnej i wiatrowej, przez wprowadzenie zespołowych, samorządowych lub przemysłowych ciepłowni, elektrowni i innych instalacji OZE, które będą charakteryzowały się w przyszłości wyższą efektywnością [15.57]. Poniżej (tab. 22.) zaprezentowano prognozę stanu i rozwoju OZE na wsi i w rolnictwie na terenie Polski.

**Tab. 22.** Stan i prognoza rozwoju odnawialnych źródeł energii na wsi i w rolnictwie

| Rodzaj nośnika energii odnawialnej i innej niekonwencjonalnej | Wykorzystanie OZE na wsi i rolnictwie – w PJ w roku: |      |      |      | Struktura % w roku 2020 |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|------|------|-------------------------|
|                                                               | 1996                                                 | 2000 | 2010 | 2020 |                         |
| Drewno i odpady drzewne                                       | 50                                                   | 55   | 65   | 80   | 34                      |
| Pozostała biomasa (spalanie)                                  | 0,5                                                  | 1    | 5    | 25   | 10                      |
| Agropaliwa (etanol, rzepak)                                   | 2                                                    | 3    | 10   | 30   | 13                      |
| Biogaz (paliwa gazowe)                                        | 0,5                                                  | 1    | 3    | 8    | 3                       |
| Odzyskiwane ciepło (geotermalne i inne)                       | 1                                                    | 2    | 5    | 15   | 6                       |
| Energia wodna                                                 | 2                                                    | 3    | 6    | 20   | 8                       |
| Energia wiatrowa                                              | 0,5                                                  | 0,5  | 2    | 8    | 3                       |
| Energia słoneczna                                             | 2                                                    | 3    | 15   | 40   | 17                      |
| Inna niekonwencjonalna                                        | 1,5                                                  | 1,5  | 4    | 14   | 6                       |
| Razem wieś i rolnictwo                                        | 60                                                   | 70   | 115  | 340  | 100                     |
| Udział % w:                                                   |                                                      |      |      |      |                         |
| - łącznym wykorzystaniu OZE w kraju                           | 50                                                   | 44   | 34   | 32   | -                       |
| - ogólnym bilansie energetycznym                              | 1,5                                                  | 1,7  | 2,5  | 4,5  | -                       |

*Źródło: [15.57]*

W kolejnych podrozdziałach przedstawiono krótką charakterystykę OZE z podziałem na rodzaj: energia wiatru, energia słońca, energia geotermalna, pompy ciepła, energia wodna i energia z biomasy.

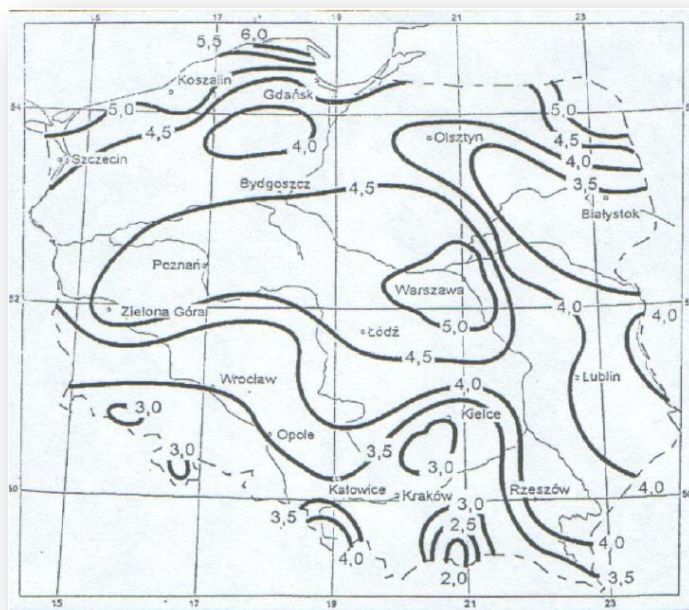
#### 6.4.1 Energia wiatru

Według Urzędu Regulacji Energetyki łączna moc oddanych do użytku elektrowni wiatrowych w Polsce wyniosła 1096 MW na koniec września 2010 r. Na terenie naszego kraju funkcjonuje 378 koncesjonowanych źródeł energii wiatrowej, z czego 11 instalacji o mocy 3,8 MW w województwie śląskim [15.18].

Wiatr w ogólnym ujęciu jest to przemieszczanie się mas powietrza zazwyczaj w kierunku równoległym do powierzchni terenu. Główną przyczyną tego zjawiska jest zmienny rozkład ciśnienia atmosferycznego nad powierzchnią Ziemi, wynikającego z nierównomiernego jej nagrzania [15.19].

Możliwość wykorzystania potencjału energii wiatru zależy przede wszystkim od czynników regionalnych (położenie geograficzne) i lokalnych (m.in. ukształtowania terenu i jego szorstkości).

**Rys. 12.** Średnioroczna prędkość wiatru (m/s) na wysokości ponad 30 m nad powierzchnią ziemi w terenie z przeszkodami do 3 m



Źródło: [15.21]

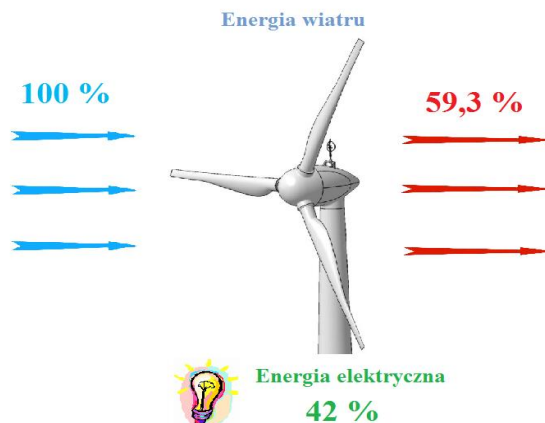
Przed przystąpieniem do budowy siłowni wiatrowej należy przeprowadzić dokładną analizę zasobów energii wiatru w danym miejscu. Jest to zagadnienie bardzo złożone. Pod uwagę należy wziąć przede wszystkim średnioroczne prędkości wiatru, które zależą od wysokości nad powierzchnią terenu. Ponadto wieloletnie pomiary prędkości wiatru często wykazują wahania sezonowe. Na terenie Polski silne wiatry dominują w miesiącach zimowych. Dlatego też w warunkach polskich minimalny okres prowadzenia pomiarów powinien wynosić co najmniej rok [15.22]. Na rysunku 12 zobrazowano średnie prędkości wiatru w Polsce w ciągu roku. Jak można zaobserwować na powyższej mapie obszar Gminy Pietrowice Wielkie zlokalizowany jest w granicach występowania wiatrów o średniorocznej prędkości 3,5 m/s.

Przy wyborze lokalizacji siłowni wiatrowej warto posłużyć się mapą rozkładu potencjału energetycznego wiatru. Szczególnie zasobne rejony Polski w energię wiatru to:

- okolice przylądka Rozewie (ok. 2 MWh/m<sup>2</sup>/rok),
- Półwysep Słowiński od Świnoujścia po Gdańsk (< 1,25 MWh/m<sup>2</sup>/rok),
- Suwalszczyzna (< 1,25 MWh/m<sup>2</sup>/rok),
- Beskid Śląski i Żywiecki (< 1 MWh/m<sup>2</sup>/rok) [15.19].

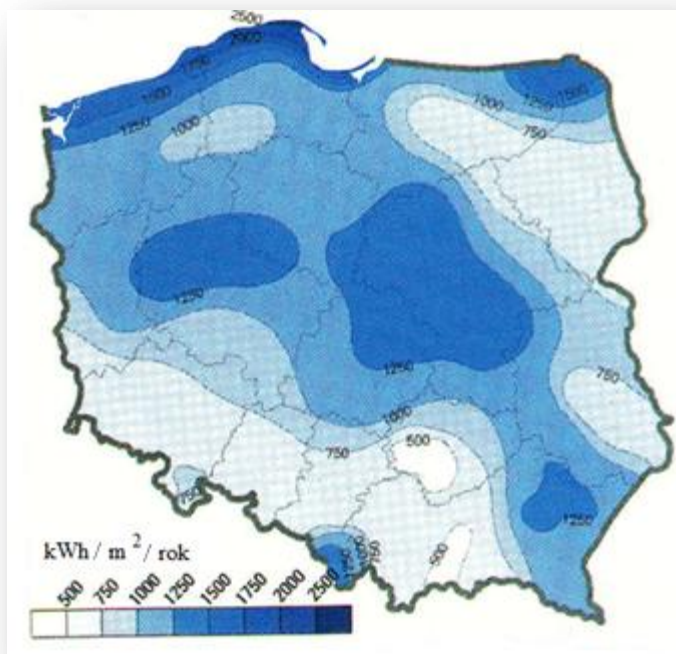
Na rysunku 13 zobrazowano współczynnik zamiany energii wiatru na energię użyteczną.



**Rys. 13.** Współczynnik konwersji wiatru na energię użyteczną

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.19]

Po analizie poniższych map (rys. 14. oraz rys. 15.) dla obszaru Gminy Pietrowice Wielkie można wywnioskować, iż potencjał energetyczny wiatru na tym obszarze mieści się w zakresie 500 – 750 kWh/m<sup>2</sup>/rok na wysokości 30 m nad powierzchnią terenu. Natomiast na wysokości 20 m nad powierzchnią ziemi na 1 m<sup>2</sup> powierzchni wirnika silnika wiatrowego zakres ten wynosi 500 – 750 kWh/m<sup>2</sup>.

**Rys. 14.** Potencjał energetyczny wiatru w Polsce na wysokości 30 m nad powierzchnią terenu oraz z przeszkodami do 3 m

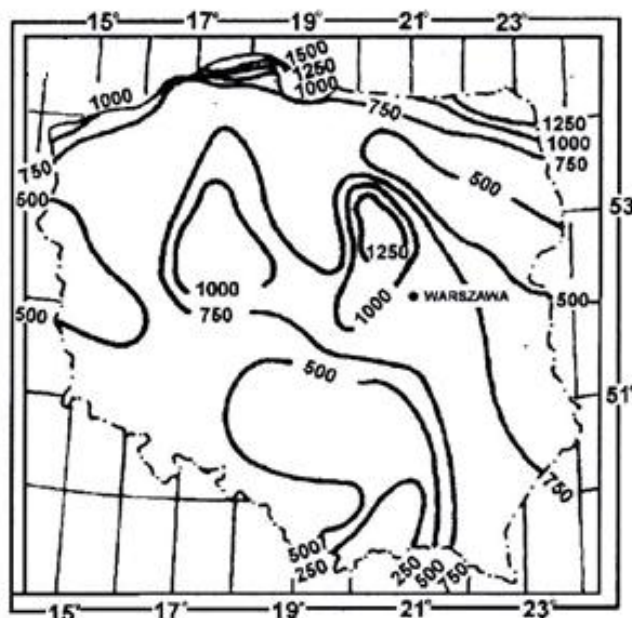
Źródło: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej [15.23]

Warunki wietrzne panujące na terenie Polski charakteryzuje duża zmienność na całym obszarze kraju i brak jest dużych średniorocznych prędkości wiatru. Istotną rolę w bilansie energetycznym mogą odnieść jedynie siłownie wiatrowe budowane w systemie fermowym, gdzie średnioroczna prędkość wiatru przekracza 5 m/s [15.19]. Jednak zasadne jest instalowanie silników wiatrowych zwłaszcza na obszarach wiejskich, o rozproszonej



zabudowie. Pozwala to na uniknięcie takich wad energetyki wiatrowej, jak hałas, szумы i wibracje, zakłócenia elektromagnetyczne, a także sporne kwestie estetyczności krajobrazu.

**Rys. 15.** Potencjał energetyczny wiatru w Polsce na wysokości 20 m nad powierzchnią terenu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni wirnika silnika wiatrowego w kWh/m<sup>2</sup>



Źródło: [15.19]

Warunk anemologiczne<sup>17</sup> panujące na obszarze gminy nie sprzyjają wykorzystaniu tego źródła w szerszej skali. Nie przekreśla to jednak możliwości funkcjonowania lokalnych siłowni wiatrowych w miejscach, gdzie warunki są bardziej korzystne. Założenia te potwierdza fakt, iż władze Gminy Pietrowice Wielkie wydały kilka decyzji środowiskowych na realizację budowy turbin wiatrowych (tab. 23.). Ewentualne położenie lokalnych siłowni wiatrowych zostało określone na podstawie badań anemologicznych przeprowadzonych przez firmy prywatne.

**Tab. 23.** Planowane siłownie wiatrowe na terenie Gminy Pietrowice Wielkie

| Miejscowość                                  | Numer działki ewidencyjnej | Ilość turbin | Moc jednostkowa turbiny [MW] |
|----------------------------------------------|----------------------------|--------------|------------------------------|
| Cyprzanów                                    | 5/38 km 3<br>20/4 km 2     | 2            | 1,5                          |
| Pawłów                                       | 96/4 km 3<br>105 km 4      | 2            | 1,5                          |
| Pietrowice Wielkie<br>(Farma Wiatrowa Troja) | 7 oraz 1558                | 3            | 2 – 3                        |
| Samborowice                                  | 839/3 km 6                 | 2            | 1,5                          |

Źródło: opracowanie własne na podstawie informacji z Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich

Realizacja powyższych przedsięwzięć pozwoli na wykorzystywanie OZE, jako elementu zaopatrzenia mieszkańców w energię elektryczną i podniesie walory gminy, w kontekście proekologicznym.

<sup>17</sup> Warunki anemologiczne – warunki wietrzne

### 6.4.2 Energia słońca

Do atmosfery ziemskiej dociera strumień mocy promieniowania słonecznego rzędu ok.  $1,73 \cdot 10^6$  GW, co odpowiada  $5,2 \text{ MJ/m}^2/\text{h} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$  [15.19]. Jest to maksymalna ilość energii, jaką ludzkość może wykorzystać. Jednak do Ziemi dociera jedynie  $1 \text{ kW/m}^2$ , natomiast ok. 25 % tej energii jest absorbowana lub rozpraszana przez atmosferę ziemską. Ze względu na ruch obrotowy Ziemi energia promieniowania słonecznego, docierającego do absorbera pada pod zmiennym kątem, co jest zależne od pory roku i dnia.

Z fizykochemicznego punktu widzenia procesy przemian promieniowania słonecznego można podzielić na trzy pierwotne rodzaje konwersji<sup>18</sup> [15.22]:

- konwersję fotochemiczną energii promieniowania słonecznego – podczas fotosyntezy prowadzi do tworzenia wiązań chemicznych w roślinach w procesach asymilacji, zapewniającą nieprzerwaną produkcję biomasy;
- konwersja fototermiczna prowadząca do przetworzenia energii promieniowania słonecznego w ciepło,
- konwersja fotowoltaiczna prowadząca do przetworzenia energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną.

W celu najefektywniejszego wykorzystania energii promieniowania słonecznego należy rozpoznać lokalne warunki oraz określić najważniejsze parametry, tj.:

1. roczne wartości nasłonecznienia, czyli insolacja,
2. średnioroczne sumy promieniowania słonecznego.

Ze względu na ilość docierającej na obszar naszego kraju energii słonecznej można wyróżnić cztery rejony (rys. 16A.):

1. RI – pas nadmorski ograniczony izolinią<sup>19</sup>  $950 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ ,
2. RII – wschodnia część Polski ograniczoną izolinią  $900 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ ,
3. RIII – centralna część Polski, od południa ograniczona izolinią  $950 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ ,
4. RIV – południowa część Polski, od południa ograniczona izolinią  $900 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ .

Ponadto w rejonie RIII i RIV wyodrębniono rejony RIIIa (górne dorzecze Odry z Rudzyniem) i RIVa (obszar Sudetów i Przedgórze Sudeckiego z Jelenią Górą).

W tabeli 24 zestawiono potencjalną energię użyteczną w skali regionalnej.

**Tab. 24.** Potencjalna energia użyteczna w zależności od rejonu Polski

| Rejon                                                                           | Rok<br>(I – IX)           | Półrocze<br>letnie<br>(IV – IX) | Sezon letni<br>(VI – VIII) | Półrocze<br>zimowe<br>(X – III) |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|                                                                                 | [kWh/m <sup>2</sup> /rok] |                                 |                            |                                 |
| RI – Pas nadmorski                                                              | 1076                      | 881                             | 497                        | 195                             |
| RII – Wschodnia część Polski                                                    | 1081                      | 821                             | 461                        | 260                             |
| RIII – Centralna część Polski                                                   | 985                       | 785                             | 449                        | 200                             |
| RIIIa – Zachodnia część Polski z górnym dorzeczem Odry                          | 985                       | 785                             | 438                        | 204                             |
| RIV – Południowa część Polski                                                   | 962                       | 682                             | 373                        | 280                             |
| RIVa – Południowo – zachodnia część Polski obejmująca obszar Sudetów z Tuchowem | 950                       | 712                             | 393                        | 238                             |

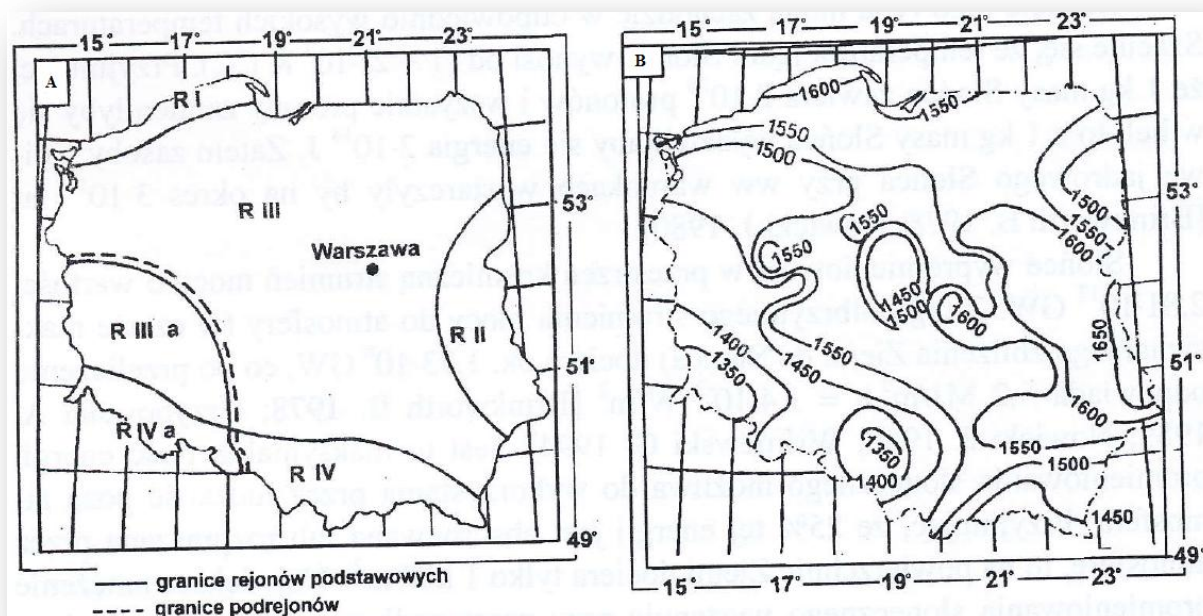
*Źródło: [15.24]*

<sup>18</sup> Konwersja energii – jest zamianą jednej jej postaci na inną.

<sup>19</sup> Izolinia – linia na mapie łącząca punkty o takim samym natężeniu bądź czasie występowania danego zjawiska, o takich samych wartościach.

Należy mieć na uwadze fakt, iż miejscowe zanieczyszczenie powietrza, a także występowanie przeszkód terenowych ma wpływ na rzeczywiste warunki lokalne, które mogą różnić się od tych, zawartych w powyższej tabeli.

**Rys. 16.** Podział Polski pod względem A) możliwości wykorzystania energii słonecznej, B) sumy rocznego nasłonecznienia [godz.]



Źródło: [15.19]

Obszar Gminy Pietrowice Wielkie znajduje się na pograniczu rejonu RIVa oraz RIV (rys. 16A.), które charakteryzują się najniższym w skali roku dopływem energii słonecznej w zakresie 900 – 950 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Jednocześnie w sezonie zimowym dociera tu znacznie więcej energii niż w pozostałych rejonach Polski (200 – 250 kWh/m<sup>2</sup>). Ponadto suma rocznego nasłonecznienia na terenie gminy wynosi 1400 godzin (rys. 16B.).

Na rysunku 17 zilustrowano potencjał energii słonecznej na terenie naszego kraju w MW/m<sup>2</sup>/rok. Dla Gminy Pietrowice Wielkie potencjał ten wynosi 1,1 MW/m<sup>2</sup>/rok.

Na polskim rynku instalacje wykorzystujące promieniowanie słoneczne można podzielić na:

- ogniwa fotowoltaiczne,
- kolektory słoneczne: płaskie, próżniowo-rurowe oraz cieczone.

Powyższe odbiorniki uzyskują najwyższą sprawność, podczas gdy promienie słoneczne padają prostopadle do jego płaszczyzny pochłaniającej. Dlatego tak istotna jest znajomość kąta padania promieni słonecznych<sup>20</sup> i azymut słońca<sup>21</sup> (rys. 18.) [15.19].

W ogólnym ujęciu promieniowanie słoneczne może być wykorzystywane do:

- podgrzewania wody (ciepła woda użytkowa),
- ogrzewania budynków,
- pozyskiwania energii elektrycznej.

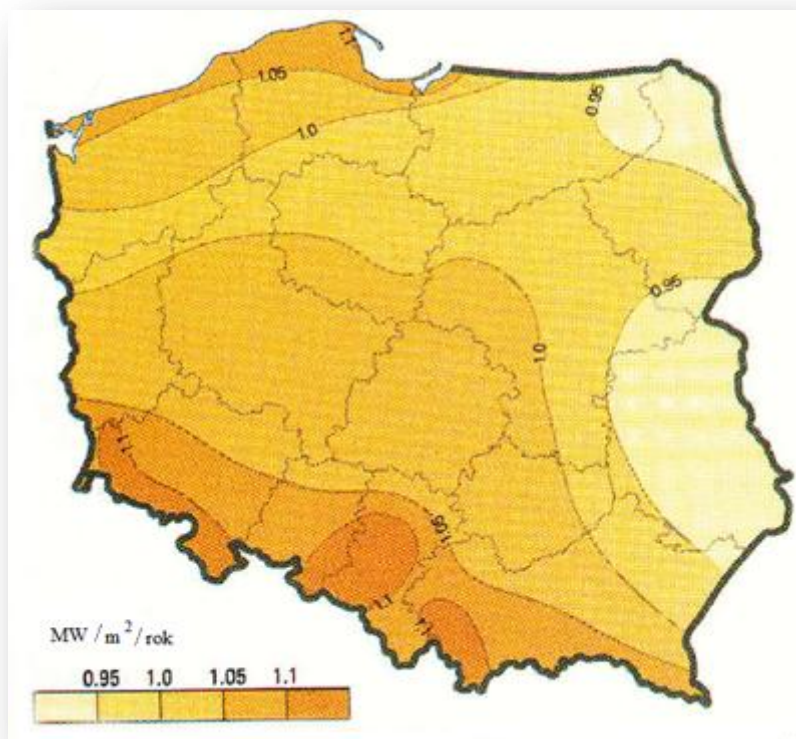
W warunkach polskich ogniwa fotowoltaiczne, jako samodzielne systemy fotowoltaiczne małej mocy, sprawdzają się jako źródło energii elektrycznej różnych urządzeń, których podłączenie do sieci jest zbyt kosztowne, np. sygnalizacja świetlna, w celach

<sup>20</sup> Kąt padania promieni słonecznych – wysokość słońca nad horyzontem.

<sup>21</sup> Azymut słońca – kąt pomiędzy osią północ-południe a chwilowym położeniem słońca.

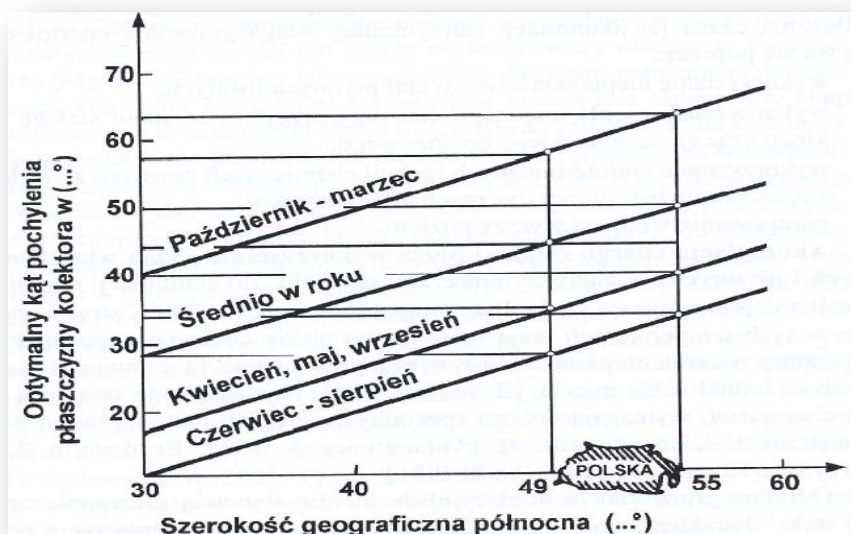
oświetleniowych, etc. Ponadto mogą być wykorzystywane w rolnictwie do zasilania pomp wodnych, urządzeń ochrony pastwisk, ochrony ogrodów i pól przed szkodnikami oraz ładowania akumulatorów [15.19, 15.22].

**Rys. 17.** Potencjał energii słonecznej w Polsce, w  $\text{MW}/\text{m}^2/\text{rok}$



Źródło: [15.19]

**Rys. 18.** Wielkość kąta pochylenia płaszczyzny absorbującej kolektora słonecznego w zależności od pory roku i szerokości geograficznej



Źródło: [15.19]



Ze względów konstrukcyjnych bardziej powszechne zastosowanie znajdują kolektory słoneczne, szczególnie w gospodarstwach indywidualnych. W głównej mierze instalacje te wykorzystywane są do podgrzewania wody użytkowej zarówno w budownictwie mieszkalnym, obiektach użyteczności publicznej, jak i obiektach sportowych (baseny kryte i otwarte). Ponadto do podgrzewania wody technologicznej w rolnictwie, ogrodnictwie, produkcji szklarniowej oraz przetwórstwie rolno-spożywczym. Rzadsze, ale również spotykane, to zastosowanie energii słonecznej do ogrzewania pomieszczeń oraz suszenia produktów rolniczych i drewna, zwłaszcza ziarna zbóż, nasion, tytoniu, ziół i zielonek.

Kolektor słoneczny o powierzchni 6 m<sup>2</sup> może zaopatrzyć w ciepłą wodę czteroosobową rodzinę, mogąc wytworzyć 35000 l wody o temperaturze 65 °C rocznie. Efekt środowiskowy, jaki przyniesie instalacja słoneczna to redukcja emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) o 1,5 t, dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>) o 12 kg, tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) o 5 kg i pyłów o 2 kg rocznie [15.22].

Poprawne zaprojektowanie instalacji, dobór odpowiednich rozwiązań, a następnie prawidłowe zainstalowanie powinno zapewnić redukcję zużycia paliwa konwencjonalnego w podstawowym systemie ogrzewania na poziomie ok. 60 %. Redukcja ta może różnicować się w zależności od indywidualnych parametrów i zależy w głównej mierze od rodzaju paliwa/energii wykorzystywanego w podstawowym systemie ogrzewania. Największe roczne oszczędności i najkrótszy okres zwrotu możliwy jest w przypadku wykorzystywania w celach grzewczych energii elektrycznej lub kotłów na olej opałowy, kolejno kotłów gazowych. Najmniejszy natomiast w przypadku ogrzewania paliwem stałym (węglem lub drewnem) [15.26].

Jak wspomniano wyżej bardzo istotnie jest odpowiednie ustawienie absorbera, tak aby jego praca wykazywała najwyższą sprawność. Kąt padania promieni słonecznych zależy od pory roku i dnia, dlatego też optymalne nachylenie kolektorów w warunkach polskich wynosi [15.21]:

- dla instalacji c.w.u. użytkowanych przez cały rok: 30 – 60°,
- dla instalacji c.w.u. użytkowanych w okresie letnim: 15 – 45°,
- dla instalacji wspomagających ogrzewanie budynków: 30 – 60°.

Potencjał energii słonecznej na obszarze Gminy Pietrowice Wielkie nie należy do najwyższych. Jednak wskazane jest wykorzystywanie tego źródła energii, m.in. do podgrzewania wody w indywidualnych gospodarstwach domowych. Wraz z postępem technicznym i obniżeniem cen urządzeń pozwalających wykorzystywać energię promieniowania słonecznego wzrośnie liczba instalacji, zarówno w gospodarstwach indywidualnych, jak i budynkach użyteczności publicznej. W ramach Programu Ograniczenia Niskiej Emisji władze gminy proponują dofinansowanie właśnie na ten cel. Ze względu na typowo rolniczy charakter gminy, wskazanym jest użytkowanie instalacji słonecznych również w innych aspektach.

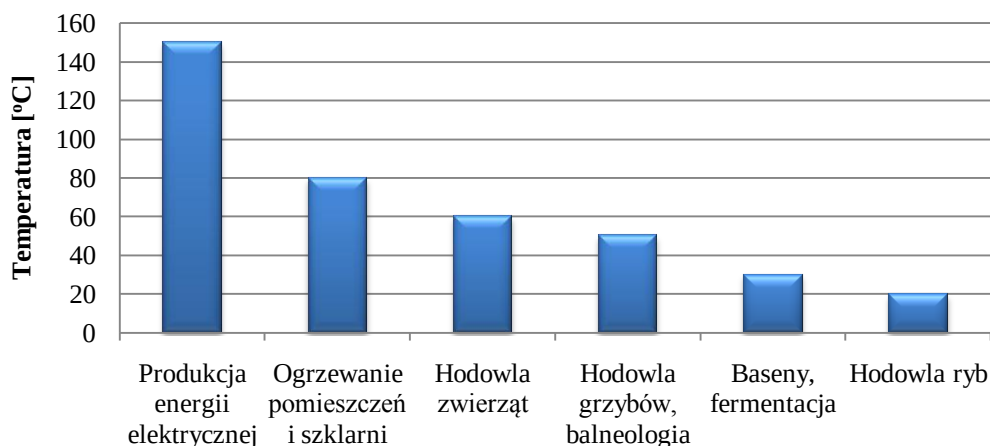
#### 6.4.3 Energia geotermalna

Poprzez termin energia geotermalna rozumiemy naturalną energię wnętrza Ziemi zakumulowaną w gruntach, skałach i płynach wypełniających pory i szczeliny skalne w skorupie ziemskiej. Powstawanie wód geotermalnych odbywa się poprzez ogrzanie wód podziemnych przez magmę lub gorące skały. Zasoby wód geotermalnych występują na głębokości od kilku do kilkunastu kilometrów pod powierzchnią gruntu. Jednak często ich wydobywanie bywa niemożliwe. Ważnym aspektem jest również opłacalność przedsięwzięcia. Powszechnie uważa się, że ekonomicznie uzasadniona jest eksploatacja złóż, których temperatura przekracza 60 °C, a ich występowanie nie przekracza głębokości 3000 m.

Energię geotermalną można wykorzystać w celach:

1. pozyskania energii elektrycznej (wysoka temperatura wody wykorzystana jest do napędzania turbiny, która generuje prąd),
2. wytwarzania ciepła,
3. rekreacyjnych, leczniczych, balneologicznych<sup>22</sup>, w rolnictwie (rys. 19.) [15.22].

**Rys. 19.** Możliwości wykorzystania wód geotermalnych w zależności od ich temperatury



*Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.22]*

Zasoby wód geotermalnych występują w 80 % obszaru Polski (rys. 20.). Są to wody o niskiej i średniej entalpii<sup>23</sup>. Najpopularniejszym sposobem ich wykorzystania na szeroką skalę jest budowa ciepłowni geotermalnej. Jednak decyzja o jej powstaniu zależy od wielu czynników (m.in. od dostępności wód, ich chemizmu, czy temperatury) i nakładów finansowych.

Obszar Gminy Pietrowice Wielkie znajduje się na pograniczu dwóch okręgów geotermalnych:

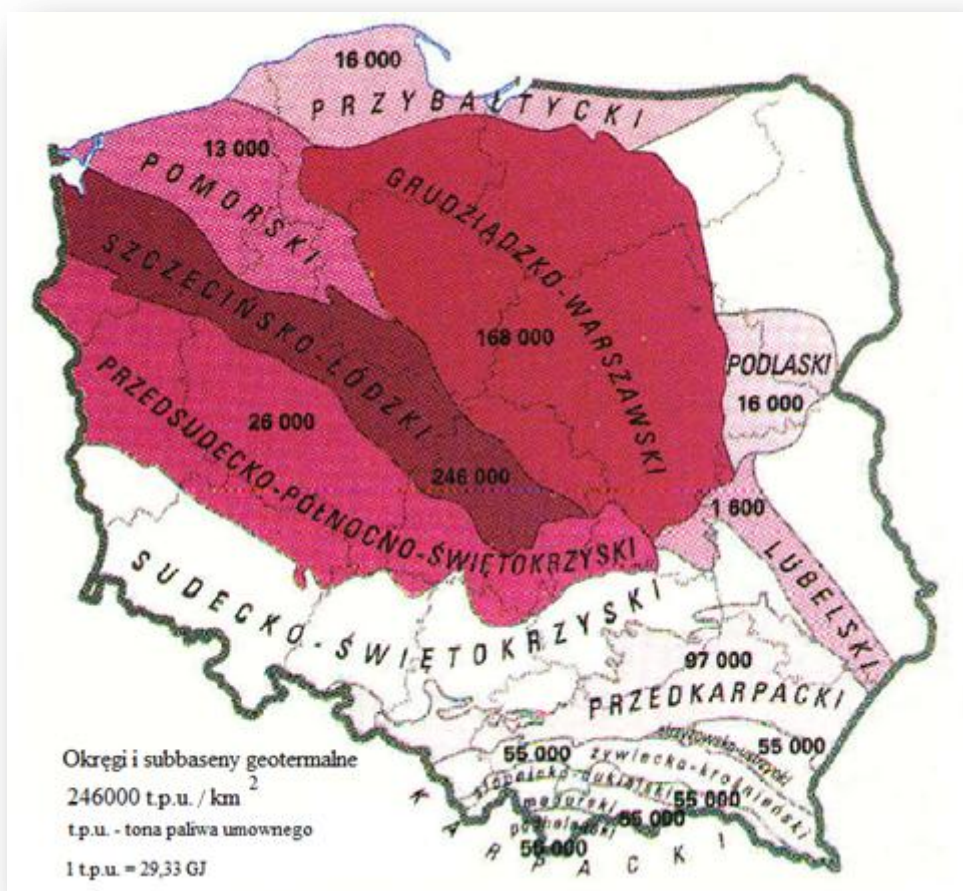
- przedkarpackiego: zlokalizowanego na większości terenów gminy. Cały okręg ma powierzchnię 16000 km<sup>2</sup> z wodami geotermalnymi występującymi w miocenie, kredzie, jurze i trasie o łącznych zasobach 362 km<sup>2</sup> wód, które zawierają energię cieplną równoważną 97000 t.p.u./km<sup>2</sup> [15.28].
- sudecko-świętokrzyskiego – znajduje się na niewielkim obszarze gminy. Słabo rozpoznany.

<sup>22</sup> Balneologia – to dziedzina medycyny zajmująca się wykorzystaniem wód podziemnych i borowin w leczeniu schorzeń.

<sup>23</sup> Entalpia – funkcja cieplna.



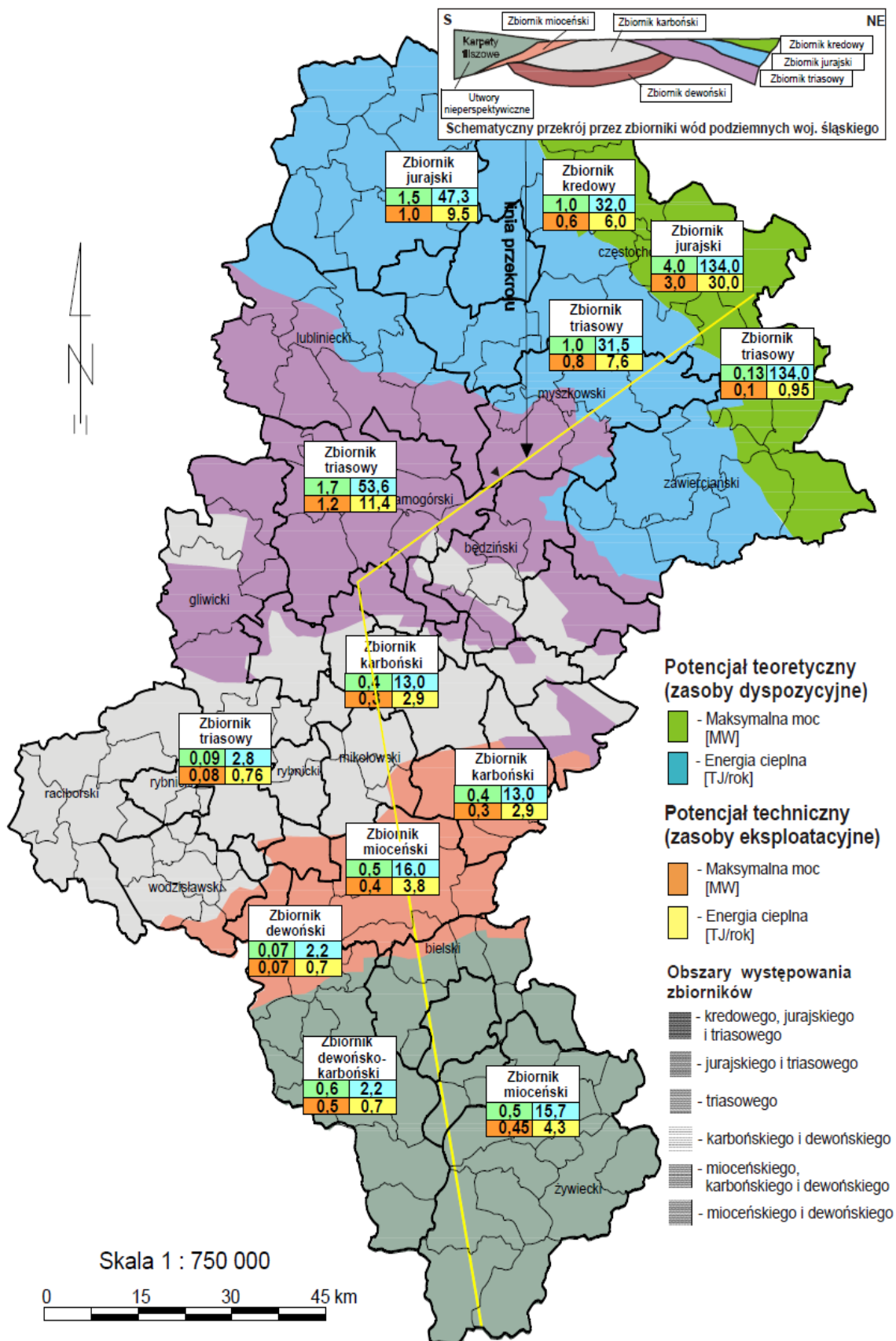
**Rys. 20.** Zasoby wód geotermalnych w Polsce



Źródło: [15.27]

Województwo śląskie zlokalizowane jest w basenie dewońsko-karbońskim. Zbiorniki tych wód mają temperaturę 50 – 90 °C i występują na głębokości od 2000 do 3000 m. Są one zróżnicowane pod względem porowatości i przepuszczalności (rys. 21.) [15,29].

Jak wynika z powyższych informacji na terenie Gminy Pietrowice Wielkie może istnieć potencjał energetyczny do wykorzystania wód geotermalnych. Jednak przed podjęciem jakichkolwiek działań zmierzających do ich pozyskania, należy wykonać szereg badań i analiz specjalistycznych, aby dokładnie scharakteryzować potencjalne zasoby. Należy nadmienić, iż koszt wykonania odwiertów eksploatacyjnych jest wysoki. Dlatego też alternatywą mogą okazać się pompy ciepła.

**Rys. 21.** Zasoby energii geotermalnej na obszarze województwa śląskiego

Źródło: [15.58]

#### 6.4.4 Pompy ciepła

Pompy ciepła należą do niskotemperaturowych źródeł odnawialnych, wykorzystujących ciepło zgromadzone zarówno w wodzie, powietrzu, jak i gruncie. Służą one do transformacji ciepła z niższego poziomu energetycznego na poziom wyższy kosztem wkładu pracy mechanicznej, ciepła lub energii elektrycznej [15.19]. Pomimo, iż charakteryzują się niską temperaturą, to posiadają dużą pojemność cieplną, co stanowi o ich potencjale energetycznym.

Ogólnie rzecz ujmując pompa ciepła może pobierać oraz oddawać ciepło w systemach [15.19]:

- powietrze – powietrze: ciepło pobierane jest z powietrza zewnętrznego lub zasysane z pomieszczenia ogrzanego i przekazywane do instalacji grzewczej. Pompy tego typu stosowane są do ogrzewania pomieszczeń, ogrzewania wody czy klimatyzacji pomieszczeń.
- powietrze – woda: ciepło pobierane z powietrza zewnętrznego lub zasysane z pomieszczenia ogrzewanego i przekazywane przez obieg pompy ciepła do wody, która bezpośrednio może być użyta w procesie produkcyjnym, jako woda socjalna lub czynnik grzewczy przy ogrzewaniu pomieszczeń.
- woda – woda: ciepło pobierane jest od wody i oddawane do innego ciekłego środowiska. Taki system wykorzystywany jest do ogrzewania wodnego wnętrza lub zbiorników wodnych, do ogrzewania pomieszczeń, przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W kwalifikacji rodzaju źródeł energii cieplnej dla pomp ciepła rozróżniamy:

1. dolne, z których energia cieplna jest pobierana (powietrze atmosferyczne, wody powierzchniowe, wody podziemne, grunt, a także ciepło odpadowe procesów technicznych),
2. górne, do których energia jest oddawana.

W aspekcie odpowiedniego doboru pompy ciepła niezwykle istotne są rodzaj, cechy jakościowe i parametry ilościowe dolnego źródła ciepła. Jednak najważniejszymi parametrami są: dostępność danego źródła, jego korozyjność, temperatura i jej zmiany w czasie, zasoby energii i jej zmiany w czasie, a także koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

Najważniejszym wyznacznikiem racjonalnego wykorzystania danego źródła jest jego temperatura i jej zmienność w czasie. Ma to ogromny wpływ na wydajność cieplną pompy i jej sprawność. Im stabilniejszy rozkład temperatury w czasie, tym bardziej stała moc grzejna pompy.

Pompy ciepła mogą być wykorzystane w wielu gałęziach gospodarki (budownictwo, przemysł itp.). Jednak racjonalnym wydaje się wykorzystanie tego typu urządzeń w rolnictwie, szczególnie w układzie alternatywnym, do celów grzewczych i chłodniczych, a także przy wykorzystaniu ciepła odpadowego.

Do ważniejszych niskotemperaturowych źródeł energii w rolnictwie należą [15.19, 15.25]:

- ogrzane powietrze – gazy, np. wentylacja obory, maszynownia, szusznia,
- odchody ciekłe, np. zbiornik na gnojowicę,
- odchody stałe – obornik,
- schładzane produkty rolnicze, np. mleko, owoce,
- woda powrotna w systemach ciepłowniczych,
- ścieki, np. przemysłowe,
- powietrze wentylacyjne odprowadzane ze szklarni.

Ciepło pozyskane przez pompę ciepła może być wykorzystane do przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) i technologicznej (na potrzeby rolnictwa) oraz wentylacji,

a także ogrzewania szklarni, tuneli foliowych, budynków mieszkalnych, podgrzewanie i osuszanie powietrza w suszarniach.

Postęp techniczny przyczynia się do ciągłego doskonalenia niskotemperaturowych źródeł energii, jakimi są pompy ciepła. Obecnie zaobserwować można bardzo wydajną pracę tych urządzeń, szczególnie w przypadku budownictwa niskoemisyjnego.

Mimo, iż budowa pompy ciepła wiąże się z dość wysokimi nakładami finansowymi, warto rozważyć ten rodzaj odnawialnego źródła energii. W szczególności, iż rolniczy charakter gminy sprzyja szerszym możliwościom ich wykorzystania.

#### 6.4.5 Energia wodna

Potencjał energetyczny wody może występować między innymi w wodach śródlądowych (energia cieków wodnych). Do celów energetycznych wykorzystuje się energię zgromadzoną w wodach śródlądowych o dużym natężeniu i spadzie, mierzonym różnicą poziomów wody górnej i dolnej z uwzględnieniem strat przepływu [15.30].

Zadaniem hydroenergetyki jest zamiana energii wód na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu turbin wodnych i hydrogeneratorów w siłowniach wodnych oraz elektrowniach wodnych.

Polska należy do krajów stosunkowo ubogich w zasoby wodno-energetyczne. Teoretyczny potencjał energetyczny w warunkach polskich kształtuje się na poziomie 23 – 25 TWh/rok [15.19].

Przez Gminę Pietrowice Wielkie przepływają dwie rzeki Psina (Cyna) i Troja. Charakteryzują się one niewysokim przepływem wody oraz znikomym spadem. Największy odpływ wód występuje podczas wiosennych roztopów. Większe wezbrania wód w rzekach obserwuje się również w okresie letnim.

Rzeźba terenu oraz mały przepływ wody w rzekach nie sprzyja wykorzystaniu energii wodnej na cele energetyczne w gminie Pietrowice Wielkie.

#### 6.4.6 Energia z biomasy

Według Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. (Dz. U. 2010, nr 34, poz 182) „biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym i ziarna zbóż, które nie podlegają temu zakupowi” [15.31].

Biomasę na cele energetyczne dzielimy na surowce [15.19]:

- pierwotne – słoma (zbóż, rzepaku), drewno, rośliny energetyczne,
- wtórne – gnojówka, obornik, odpady organiczne, osady ściekowe,
- przetworzone – biogaz, bioetanol, biometanol, estry (biodiesel), biooleje.

Proekologiczną zaletą przetwarzania biomasy na cele energetyczne jest fakt, iż bilans emisji dwutlenku węgla do atmosfery równy jest zeru. Ponadto emisja dwutlenku siarki jest mniejsza niż przy spalaniu węgla kamiennego lub innych paliw kopalnych [15.33].

Jednak należy podkreślić, iż biomasa charakteryzuje się niską wartością opałową, co wiąże się z dużymi nakładami na jej przemieszczanie i składowanie. Innym mankamentem jest fakt dość wysokiego jednostkowego pozyskiwania energii, nawet w wysokosprawnych instalacjach czy kotłach. Orientacyjnie przyjmuje się, że z 1 kg biomasy o wilgotności 20 % można uzyskać ok. 3 kWh energii [15.19]. Pomimo powyższych wad trzeba pamiętać



o korzyściach środowiskowych, które niesie za sobą ograniczenie spalania paliw konwencjonalnych.

W Polsce z 1 ha użytków rolnych zbiera się ok. 10 ton biomasy, co stanowi równowartość ok. 5 ton węgla kamiennego. Zawartość popiołów wynosi 1 % spalanej masy, natomiast przy spalaniu gorszych gatunków węgla wartość ta osiąga nawet 20 %.

#### 6.4.6.1 Pierwotne surowce energetyczne

Do tej grupy należą surowce najczęściej wykorzystywane do bezpośredniego spalania, ale także jako surowce do przetwarzania chemicznego. Najważniejszymi parametrami określającymi przydatność biomasy pierwotnej jest ciepło spalania<sup>24</sup> oraz wartość opałowa<sup>25</sup>. Wartość opałowa biopaliw waha się w granicach od 6 – 8 GJ/t, przy wilgotności 50 – 60 % do 18 – 19 GJ/t, po całkowitym wysuszeniu [15.22].

Przy doborze rozdrobnionych paliw drzewnych i słomy do bezpośredniego spalania ważnymi do określenia parametrami są: gęstość usypowa, zawartość popiołu, składniki palne, zanieczyszczenia oraz wilgotność. W tabeli 25 przedstawiono ogólną charakterystykę wybranych biopaliw stałych.

**Tab. 25.** Właściwości biopaliw stałych

| Postać materiału |                       | Masa usypowa [kg/m <sup>3</sup> ] | Objętość właściwa (masowa) m <sup>3</sup> /t | Współczynnik koncentracji energii MWh/m <sup>3</sup> |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Słoma</b>     | Luźna                 | 20 – 50                           | 20,0 – 50,0                                  | 0,7 – 0,16                                           |
|                  | Pocięta (siecarka)    | 40 – 60                           | 16,0 – 25,0                                  | 0,13 – 0,19                                          |
|                  | Duże bele prostopadł. | 70 – 130                          | 7,7 – 14,0                                   | 0,23 – 0,43                                          |
|                  | Bele okrągłe          | 60 – 90                           | 11,0 – 16,0                                  | 0,19 – 0,29                                          |
|                  | Wiązki konwencjonalne | 50 – 110                          | 9,0 – 20,0                                   | 0,16 – 0,36                                          |
|                  | Brykiety              | 300 – 450                         | 2,2 – 3,3                                    | 0,99 – 1,48                                          |
| <b>Drewno</b>    | Kawałki (polana)      | 200 – 500                         | 2,0 – 5,0                                    | 0,86 – 2,15                                          |
|                  | Wióry                 | 200 – 300                         | 3,3 – 5,0                                    | 0,86 – 1,29                                          |
|                  | Trociny               | 150 – 200                         | 5,0 – 6,6                                    | 0,65 – 0,86                                          |
|                  | Zrębki                | 250 – 400                         | 2,0 – 3,0                                    | 0,7 – 0,9                                            |
|                  | Brykiety              | 600 – 800                         | 1,3 – 1,6                                    | 2,58 – 3,44                                          |

*Źródło: [15.19]*

Przeciętny roczny plon słomy w Polsce wynosi ok. 25 mln ton, z czego średnio 10 – 12 ton może być przeznaczona na cele energetyczne [15.19]. Natomiast reszta powinna być przeorana przy jednoczesnym zastosowaniu nawozu azotowego w ilości ok. 10 – 15 kg na 1 tonę przeoranej słomy, aby utrzymać dobrą strukturę gleb i zapobiec negatywnemu wpływowi przeoranej słomy na plony [15.34]. Ponadto pośrednio może być wykorzystana jako ściółka dla zwierząt. Wartość opałowa słomy związana jest bezpośrednio z jej wilgotnością, która zależy od składu chemicznego, zależnego od gatunku roślin (zboża, rzepak, kukurydza), a także warunków wegetacji. Wilgotność słomy waha się w granicach 10 – 20 %, średnio

<sup>24</sup> Ciepło spalania – ilość ciepła uzyskana podczas spalania jednostki masy paliwa stałego w atmosferze tlenu [15.22].

<sup>25</sup> Wartość opałowa paliwa stałego – to ciepło spalania pomniejszone o ciepło parowania wody uwolnionej z paliwa w procesie spalania oraz wilgoci higroskopijnej [15.22].



18 – 20 %. Wartość opałowa słomy o wilgotności 15 % wynosi 14 – 15 GJ/t [15.19]. W tabeli 26 zobrazowano podstawowe parametry charakteryzujące słomę, jako surowiec energetyczny.

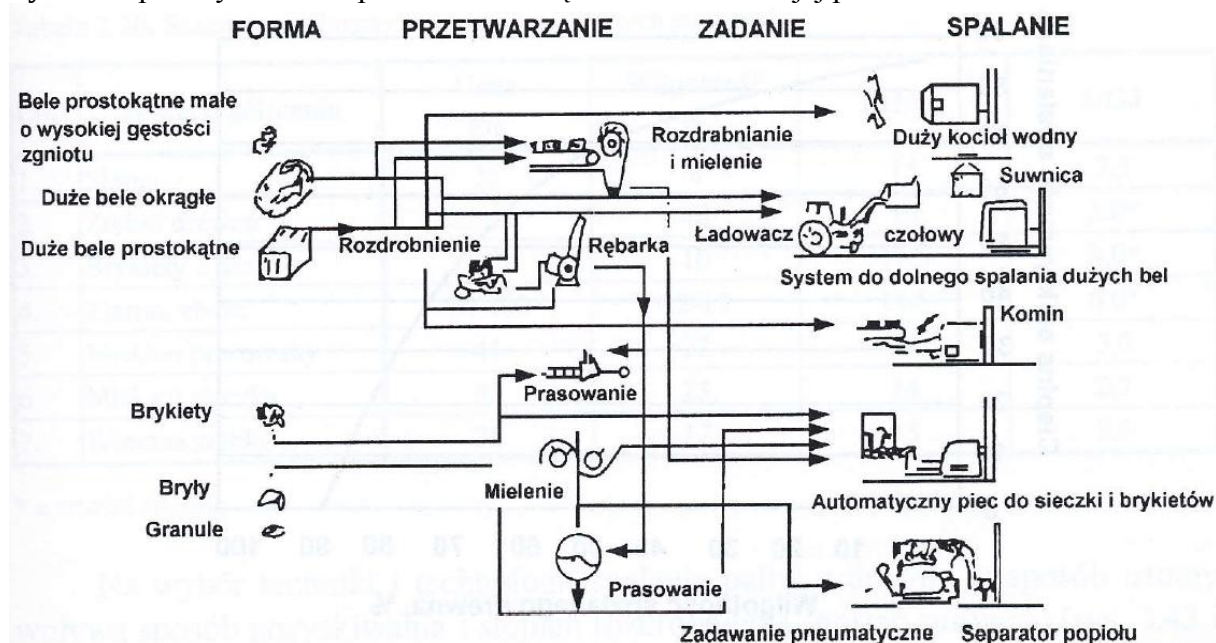
**Tab. 26.** Wilgotność i wartość opałowa słomy w zależności od gatunku roślin

| Rodzaj słomy              | Sposób suszenia      | Wilgotność [%] | Wartość opałowa [GJ/t] |
|---------------------------|----------------------|----------------|------------------------|
| <b>Słoma zbożowa</b>      | Świeżo zebrana       | 15 – 20        | 12 – 15                |
|                           | Suszona na powietrzu | 14 – 17        | 16 – 17                |
| <b>Słoma rzepakowa</b>    | Świeżo zebrana       | 30 – 40        | 10 – 12                |
|                           | Suszona na powietrzu | 17 – 20        | 14 – 15                |
| <b>Słoma kukurydziana</b> | Świeżo zebrana       | 45 – 60        | 5 – 8                  |
|                           | Suszona na powietrzu | 15 – 18        | 15 – 17                |

Źródło: [15.19]

Do celów energetycznych można wykorzystać słomę wszystkich rodzajów zbóż, a także rzepaku i gryki. Szczególnie cenna jest słoma żytnia, pszena, rzepakowa, gryczana, bobikowa i słonecznikowa oraz osadki kukurydzy. Pod względem energetycznym 1,5 Mg słomy równoważny jest około jednej tonie węgla kamiennego [15.33]. Postęp technologiczny umożliwia aktualnie wykorzystanie słomy jako paliwa nie tylko na cele grzewcze gospodarstw indywidualnych czy budynków inwentarskich w gospodarstwach rolnych, ale także w kotłowniach komunalnych. Wartość opałowa słomy zależy od jej gatunku, wilgotności, a także techniki przechowywania. Rekomendowane jest używanie słomy szarej, tzn. pozostawionej jako pokos na polu, a następnie wysuszonej [15.33]. Słoma szara ma lepsze parametry energetyczne, a także emituje podczas spalania mniej związków siarki i chloru, niż słoma żółta (świeżo ścięta).

**Rys. 22.** Sposoby zasilania pieców na słomę w zależności od jej postaci



Źródło: [15.19]

Dla potrzeb ogrzewnictwa prasuje się słomę w bele lub baloty. Ekonomicznie uzasadniony transport słomy z pola do miejsca docelowego wynosi ok. 100 km [15.33]. Rysunek 22 przedstawia sposoby zasilania pieców na słomę w zależności od jej postaci.

W lokalnych ciepłowniach coraz częściej obserwuje się zjawisko współspalania biomasy z węglem. Do tego celu można wykorzystać też słomę, w postaci brykietów czy peletów. Współspalanie z węglem może odbywać się w konwencjonalnych urządzeniach, tj. [15.35]:

- kotłach komorowych opartych na technice spalania dolnego węgla w całej objętości komory lub w części objętości komory,
- kotłach komorowych opartych na technice spalania górnego węgla w części objętościowej komory,
- kotłach dwustopniowego spalania przy zastosowaniu wstępnego zgazowania paliwa.

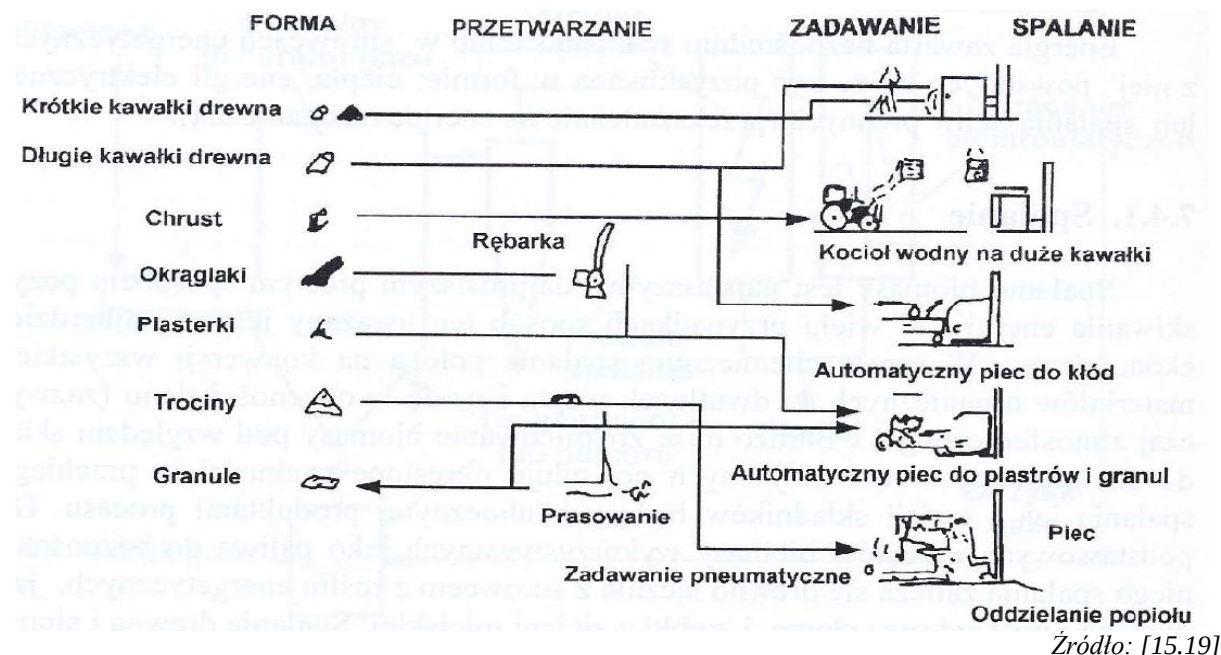
Ponadto do spalania słomy można zastosować palniki, jako przedpaleniska w kotłach. Jednak najbardziej wskazana jest wymiana urządzeń starego typu na nowe, przystosowane konstrukcyjnie do spalania słomy. W urządzeniach tego typu uzyskuje się wysoką sprawność procesu, przy zachowaniu wysokiej efektywności ekologicznej.

Gmina Pietrowice Wielkie ze względu na typowo rolniczy charakter oraz strukturę zasiewów (m.in. pszenica, jęczmień, rzepak, kukurydza) [15.8] ma duży potencjał energetycznego wykorzystania słomy. Z informacji uzyskanych z Urzędu Gminy wynika, że większość słomy z terenu gminy jest zakontartkowana do produkcji podłoża do hodowli pieczarek. Jednak w sytuacji, kiedy będą nadwyżki tego surowca można potraktować to jako alternatywę w celach grzewczych.

W przypadku drewna na cele energetyczne mogą być wykorzystane kłody lub polana, odpady drzewne z produkcji leśnej i przemysłu drzewnego, zrębki z szybko rosnących i wieloletnich gatunków drzew uprawnych, tzn. lasy energetyczne (wierzba – rotacja  $3 \div 5$  lat, topola – rotacja  $6 \div 15$  lat), ścinki, wióry, trociny, a nawet pył drzewny. Trociny i pył drzewny formowane są zazwyczaj w brykiety/pelety. Analogicznie do słomy najbardziej istotnymi parametrami termofizycznymi różnych rodzajów drewna jest wartość opałowa (zależna od składu chemicznego) oraz wilgotność. Wartość opałowa drewna o naturalnej wilgotności 50 – 60 % wynosi 6 – 8 GJ/t, a po wysuszeniu do stanu powietrznie-suchego (wilgotność 10 – 20 %) osiąga wartość 14 – 16 GJ/t [15.19, 15.22].

Całkowita ilość drewna w Polsce określana jest na 9 mln m<sup>3</sup> rocznie, przy ilości 4 mln m<sup>3</sup> biomasy na cele energetyczne. Drewno opałowe może występować w postaci rozdrobnionej, zrębków, a także brykietów czy peletów. Te ostatnie wytwarzane są głównie z trocin i wiórów na prasach wysokociśnieniowych, z dodatkiem lepiszcza. Brykiety i pelety powinny charakteryzować się wilgotnością 8 – 10 %, a przy spalaniu nie powinno powstawać więcej niż 1 % popiołu. Jednak należy nadmienić, iż bilanse energetyczne przy produkcji i spalaniu zarówno brykietów, peletów, jak i pyłów węglowych nie zawsze osiągają wartości korzystne. Dlatego też ich wytwórczością zajmują się zakłady dysponujące nadmiarową ilością surowców odpadowych (np. tartaki, celulozownie, etc.) [15.22].

Na rysunku 23 przedstawiono warianty pozyskiwania energii w procesie spalania drewna. Wybór techniki i technologii uzyskiwania energii z drewna (jak również ze słomy) zależy od: sprawności cieplnej, emisji zanieczyszczeń do atmosfery oraz ilość odpadów paleniskowych [15.19]. Bardzo istotne są względy ekonomiczne, w tym cena paliwa z biomasy. Ponadto przy wyborze techniki i technologii spalania drewna decyduje sposób pozyskiwania oraz stopień rozdrobnienia. Najkorzystniejszy efekt energetyczny uzyskuje się przy spalaniu zrębków drewn. Do spalania wykorzystuje się głównie piece z paleniskami rusztowymi i z paleniskami (komorami) fluidalnymi [15.19].

**Rys. 23.** Sposoby pozyskiwania energii w procesie spalania z różnych form drewna

Lesistość w Gminie Pietrowice jest niska i wynosi ok. 4 % powierzchni gminy (grunty leśne stanowią 265 ha, z czego 83 % to lasy, a 17 % stanowią grunty z zadrzewieniami i zakrzewieniami). Na cele energetyczna proponuje się wykorzystanie drewna odpadowego m.in. z prac leśnych i przemysłu wykorzystującego surowce drzewne.

Do pierwotnych surowców energetycznych zaliczamy również rośliny energetyczne, które zyskują w naszym kraju coraz większe zainteresowanie. Przed założeniem plantacji energetycznej należy odpowiednio dobrać rośliny do lokalnych warunków glebowo – klimatycznych. Ponadto pod uwagę należy wziąć zaplecze techniczne gospodarstwa oraz wymagania zakładów energetycznych odnośnie jakości biomasy.

Rośliny energetyczne dzielimy na [15.33, 15.36]:

- krzewy i drzewa szybko rosnące – np. wierzba wiciowa (*Salix viminalis*), topola (*Populus sp.*), robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia*),
- byliny – ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*), topinambur (*Helianthus tuberosus*)
- trawy o szlaku fotosyntezy C<sub>4</sub> – Miskant (*Miscanthus*): miskant olbrzymi (*Miscanthus*), miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*), miskant chiński (*Miscanthus sinensis*).

Największym zainteresowaniem spośród roślin zaliczanych do „energetycznych” cieszy się wierzba wiciowa (*Salix viminalis*). Jej popularność wynika z kilku przyczyn [15.33]:

- dużego przyrostu biomasy,
- wysokiej wartości energetycznej,
- łatwości uprawy,
- długiej żywotności plantacji, 15 – 20 lat.

Roczny przyrost tej rośliny kształtuje się na poziomie 7 – 15 t/ha s.m. drewna. Plony zbierane późną jesienią charakteryzują się dość wysoką wilgotnością 45 – 50 %. Zwiększa to koszty transportu i zmniejsza wartość opałow, ponieważ dużo ciepła potrzebna jest na odparowanie wody. Ponadto roślina ma duże wymagania wodne, wymaga gleb o wysokim poziomie wody gruntowej, ale nie zabagnionych. Jest podatna na choroby i szkodniki. Najbardziej przydatnymi glebami do uprawy wierzby wiciowej są gleby wilgotne, zaliczane do kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego (klasa IIIB, IVa i V) oraz zbożowo-pastewnego

słabego (klasa IVb i V). Można ją uprawiać także na glebach wytworzonych z piasków kompleksu żyniego dobrego (klasa IVb i V), jednak z wodą gruntową występującą nie głębiej niż 2 m.

Pod względem umiarkowanych wymagań glebowych, wodnych i termicznych szczególne zainteresowanie wzbudza miskant olbrzymi (*Miscanthus*). Jest to gatunek szybko rosnącej trawy wieloletniej. Zaliczany jest do traw o szlaku fotosyntezy typu C<sub>4</sub>, co pozwala osiągnąć duże przyrosty w ciągu roku. Roczne plony dochodzą nawet do 30 – 35 t s.m./ha. W pierwszym roku uprawy z 1 ha powierzchni uzyskuje się do 8 t s.m./ha. Najwyższe plony uzyskuje się w trzecim roku użytkowania (25 – 30 t s.m./ha). Średni plon wynosi 15 – 20 t s.m./ha. Natomiast ciepło spalania waha się w granicach 17 – 19,5 MJ/kg s.m. Miskant stosowany jest głównie na cele energetyczne, jako dodatek do węgla w ilości 20 – 50 % udziału lub spalany wraz ze słomą zbóż. Wartość opałowa przy wilgotności 15 – 20 % wynosi 15 – 17 MJ/kg.

Na terenie Gminy Pietrowice Wielkie dominują użytki rolne w klasach bonitacyjnych I – III (ok. 84 % powierzchni gminy). Użytki rolne klas bonitacyjnych IV i V stanowią ok. 6 %. Uprawa roślin energetycznych może być alternatywą dla rolników, którzy w strukturze użytków rolnych posiadają gleby gorszej jakości (gleby IIIb, IV i V klasy). Jednak przed założeniem plantacji energetycznej należy rozpoznać lokalne warunki glebowo-klimatyczne, aby odpowiednio dobrać rośliny, a co za tym idzie uzyskać jak najwyższy plon z hektara. Zakładanie upraw roślin energetycznych mogłoby zwiększyć ilość zasobów biomasy w gminie. Jednak należy mieć na uwadze, iż nie powinno zakładać się tych plantacji na gruntach I – III klasy, które mają służyć do produkcji żywności.

#### 6.4.6.2 Wtórne surowce energetyczne

Do wtórnych surowców energetycznych zaliczamy biomasę pochodzenia roślinnego i zwierzęcego powstałą z „wstępnego przerobienia” produktów roślinnych w procesach życiowych zwierząt (gnojowica, obornik), oraz produkty organiczne (wytloki, osadki, tłuszcze i in.) powstające przy przetwarzaniu surowców pochodzenia rolniczego i osady ściekowe ze ścieków gospodarczych i komunalnych [15.19].

Gnojowica powstaje podczas chowu zwierząt. Jest mieszaniną kału, moczu i wody. Zawartość suchej masy w gnojowicy waha się w granicach 8 – 10 %. Jedna SD<sup>26</sup> produkuje 50 – 55 kg gnojowicy w ciągu doby, o masie właściwej ok. 1 kg/dm<sup>3</sup>, co odpowiada objętości 20 m<sup>3</sup> w ciągu roku [15.19]. Według Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej gnojowica powinna być przechowywana w szczelnych zbiornikach o pojemności umożliwiającej zgromadzenie co najmniej 4-miesięcznej jej produkcji. Jednak zalecane jest, aby zbiornik taki był tak projektowany, aby mogła się tam zmieścić gnojowica z 6- miesięcznej produkcji.

Gnojowica (również obornik) na cele energetyczne wykorzystywana jest głównie do produkcji biogazu (proces ten zostanie szerzej opisany w następnym podrozdziale). Jednak jak zaznaczono w rozdziale 6.4.4. ciepło zgromadzone w zbiornikach z gnojowicami może być wykorzystywane przez pompy ciepła. Ponadto po przefermentowaniu w reaktorach biogazowych może być stosowana jako pełnowartościowy nawóz organiczny.

Podobnie, jak odpady zwierzęce, wstępnie przetworzone odpady roślinne (wytloki, osadki, tłuszcze, melasa) mogą być wykorzystane w procesie fermentacji metanowej do produkcji biogazu. Jednak ich ilość i występowanie determinowana jest przez warunki lokalne i powinna być rozpatrywana indywidualnie.

Ogólnie przyjęte jest, że człowiek „produkuje” ok. 1 kg odpadów komunalnych dziennie, z czego 40 % to odpady organiczne. Osady ściekowe mogą być z powodzeniem stosowane jako jeden z substratów w biogazowni. Po wysuszeniu posiadają wartość

<sup>26</sup> Sztuka duża (SD) to umowne jednostki przeliczeniowe odpowiadające krowie o masie ciała 500 kg



opalałą zbliżoną do torfu (11,7 – 15,5 MJ/kg) i węgla brunatnego (7,5 – 21 MJ/kg). Są stosowane jako dodatek do spalania wraz z paliwami konwencjonalnymi [15.19].

#### 6.4.6.3 Przetworzone surowce energetyczne

Ta grupa surowców energetycznych obejmuje produkty wytworzone z biomasy, które obecnie używane są głównie jako bezpośrednie nośniki energii, np. biogaz. Z kolei biopaliwa płynne (etanol, metanol, estry olejów roślinnych) w większości przypadków są składnikiem nośników energetycznych [15.19]. W warunkach polskich najczęściej stosowane są i prawdopodobnie będą etanol oraz olej rzepakowy [15.22]. W tabeli 27 zestawiono rodzaje biopaliw oraz surowców, z których mogą być pozyskiwane, jak również ich zastosowanie.

**Tab. 27.** Rodzaje biopaliw, ich źródła i zastosowanie

| Lp. | Rodzaj biopaliwa     | Surowiec                                              | Proces konwersji                        | Zastosowanie                                |
|-----|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.  | <b>Bioetanol</b>     | zboża, ziemniaki, pseudozboża, topinambur, itp.       | hydroliza, fermentacja                  | substytut i/lub dodatek do benzyny          |
|     |                      | buraki cukrowe itp.                                   | fermentacja                             | substytut i/lub dodatek do benzyny          |
|     |                      | uprawy energetyczne, drewno, słoma, rośliny trawiaste | obróbka wstępna, hydroliza, fermentacja | substytut i/lub dodatek do benzyny          |
| 2.  | <b>Biometanol</b>    | uprawy energetyczne, drewno                           | gazyfikacja lub synteza metanolu        | paliwo dla ogniw paliwowych                 |
| 3.  | <b>Olej roślinny</b> | rzepak, słonecznik i inne rośliny oleiste             | –                                       | substytut i/lub dodatek do oleju napędowego |
| 4.  | <b>Biodiesel</b>     | rzepak, słonecznik i inne rośliny oleiste             | estryfikacja                            | substytut i/lub dodatek do oleju napędowego |
| 5.  | <b>Bioolej</b>       | uprawy energetyczne, drewno                           | pyroliza                                | substytut oleju napędowego lub benzyny      |

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.22]*

Największe znaczenie na cele paliwowe ma etanol w najczystszej postaci (odwodniony spirytus). Używany jest jako dodatek do benzyn silnikowych, przez co poprawa proces spalania benzyny, a co za tym idzie ogranicza emisję tlenków węgla, tlenków azotu oraz węglowodorów w spalinach. Innym dodatkiem podwyższającym liczbę oktanową jest ester etylo-tert-butyłowy (ETBE), którego surowcem do produkcji jest alkohol etylowy. Etanol otrzymywany jest w wyniku fermentacji surowców skrobiowych (ziemniaki, zboża, kukurydza, burak cukrowy, trzcina cukrowa). Z 1 tony zboża uzyskuje się do 350 l etanolu bezwodnego, a z 1 tony ziemniaków – 100-125 l [15.22]. Najczęściej stosowane metody produkcji bioetanolu to trawienie enzymatyczne, w celu uwolnienia cukru ze skrobi zawartej w roślinach, następnie fermentacja cukrów, destylacja i odwodnienie. Wszystkie silniki spalinowe mogą być napędzane mieszankami do 15 % bioetanolu w benzynie. Przy wyższym udziale tego składnika silniki wymagają odpowiedniego przystosowania.

Bioolej jest stosowany jako dodatek do paliwa. Stosuje się głównie olej: rzepakowy, sojowy czy słonecznikowy. Jest używany przede wszystkim jako komponent do produkcji biodiesla, który może być stosowany do silników wysokoprężnych po jego zmieszaniu z konwencjonalnym olejem napędowym.



Biodiesel (ester, diester) stanowi chemicznie przetworzone oleje roślinne (głównie rzepakowego), będących mieszaniną glicerydów olejowych) przez metanolizę lub etanolizę odpowiednio na estry metylowe lub etylowe kwasów olejowych (tłuszczowych). Estry metylowe kwasów tłuszczowych (RME) mają właściwości paliwa do silników diesla [15.19]. Stosowanie biodiesla przyczyniają się do obniżenia emisji dwutlenku węgla, dwutlenku siarki oraz węglowodorów i cząstek stałych [15.22].

Nie są znane informacje na temat wykorzystywania biopaliw na terenie Gminy Pietrowice Wielkie. Jednak ze względu na stwierdzone uprawy rzepaku w strukturze zasiewów możliwe jest jego wykorzystanie na cele energetyczne przez indywidualnych rolników.

Jak wspomniano wyżej biogaz należy do surowców energetycznych wytworzonych z biomasy. Proces produkcji biogazu jest szeroko rozpowszechniony w nowoczesnych modelach społeczeństw, jako sposób zagospodarowania nawozu naturalnego (głównie gnojowicy i obornika). Celem nadrzędnym takiego postępowania jest produkcja energii odnawialnej, a także poprawa właściwości jakościowych nowozów. Rozwój nowych technologii w Europie, USA i innych częściach globu wykazały wzrost zainteresowania rolników uprawami będącymi surowcami do produkcji biogazu. Obecnie fermentacja beztlenowa jest szeroko rozpowszechnioną technologią m.in. w stabilizacji osadów ściekowych, obróbce odpadów organicznych z przemysłu przetwórstwa żywności, a także organicznej frakcji części stałych odpadów komunalnych (odzysk biogazu z istniejących wysypisk odpadów).

Podział biogazowni uzależniony jest od miejsca powstawania gazu, rodzaju substratów użytych w procesie fermentacji metanowej oraz zastosowanej technologii. Ze względu na to wyróżniamy cztery podstawowe typy biogazu pozyskiwanego w różnych systemach biogazowych, do których zaliczamy:

1. biogaz wysypiskowy (powstający na komunalnych wysypiskach odpadów),
2. biogaz komunalny (pozyskiwany z osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków),
3. biogaz rolniczy (proces oparty na substratach pochodzenia rolniczego),
4. biogaz przemysłowy (powstający w biogazowniach rolniczo-utylizacyjnych, bazujących na odpadach organicznych z przetwórstwa rolno-spożywczego, mięsnego, itp.)

Poszczególne rodzaje biogazowni różnicują elementy ciągu technologicznego, dostosowane indywidualnie dla każdej instalacji.

Biogaz jest mieszaniną gazów powstającą podczas beztlenowego katabolizmu substratów organicznych. Głównymi składnikami są metan ( $\text{CH}_4$ ) i dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ). Ponadto w biogazie mogą znajdować się substancje zanieczyszczające takie, jak siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amoniak ( $\text{NH}_3$ ), a także wilgoć, cząstki stałe, tlenek węgla ( $\text{CO}$ ), inne lotne węglowodory oraz śladowe ilości fluorowcopochodnych czy lotnych siloksanów [15.10, 14.37, 14.38, 14.39]. Przed wykorzystaniem z biogazu muszą zostać usunięte najistotniejsze zanieczyszczenia, do których zaliczamy siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ) i parę wodną. W tym celu przeprowadza się proces odsiarczania i suszenia. Skład jakościowy biogazu zależy od doboru substratów oraz procesu technologicznego. Poniżej przedstawiono typowe zawartości składników biogazu (tab. 28.).

**Tab. 28.** Skład biogazu

| Lp. | Składnik                          | Zawartość  |             |
|-----|-----------------------------------|------------|-------------|
|     |                                   | Zakres (%) | Średnio (%) |
| 1   | Metan – CH <sub>4</sub>           | 54 – 85    | 59          |
| 2   | Dwutlenek węgla – CO <sub>2</sub> | 16 – 48    | 38,8        |
| 3   | Siarkowodór – H <sub>2</sub> S    | 0,08 – 5,5 | 0,2         |
| 4   | Wodór – H <sub>2</sub>            | 0 – 5      | 0,5         |
| 5   | Tlenek węgla – CO                 | 0 – 2,1    | 0,5         |
| 6   | Azot – N <sub>2</sub>             | 0,6 – 7,5  | 0,4         |
| 7   | Tlen – O <sub>2</sub>             | 0 – 1      | 0,6         |

Źródło: [15.40]

Najważniejszym paramentrem, stanowiącym o kaloryczności biogazu, jest zawartość metanu. Im większa jego zawartość, tym wyższa jest wartość opałowa biogazu. Ilość otrzymanego metanu zależy w głównej mierze od składu mieszanki poddanej procesowi fermentacji. Wartość opałowa metanu to 9470 kcal/m<sup>3</sup> (39,7 MJ/m<sup>3</sup>). Natomiast biogaz o średniej zawartości metanu na poziomie 62 % posiada wartość opałową na poziomie 22,1 MJ/m<sup>3</sup>. W tabeli 29 zestawiono wartości opałowe biogazu z innymi nośnikami energii.

**Tab. 29.** Wartości opałowe różnych nośników energii

| Lp. | Rodzaj paliwa       | Wartość opałowa           | Przelicznik w stosunku do 1m <sup>3</sup> biogazu o wartości opałowej 26 MJ/m <sup>3</sup> |
|-----|---------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Biogaz              | 20 – 26 MJ/m <sup>3</sup> | 1,00 m <sup>3</sup>                                                                        |
| 2   | Gaz ziemny          | 33,5 MJ/m <sup>3</sup>    | 0,77 m <sup>3</sup>                                                                        |
| 3   | Olej napędowy       | 41,9 MJ/l                 | 0,62 m <sup>3</sup>                                                                        |
| 4   | Węgiel kamienny     | 23,4 MJ/kg                | 1,10 kg                                                                                    |
| 5   | Biopaliwo z rzepaku | 36,5 MJ/kg                | 0,70 kg                                                                                    |
| 6   | Etanol              | 29,6 MJ/kg                | 0,85 kg                                                                                    |

Źródło: [15.40]

Do produkcji biogazu możemy wykorzystać wiele rodzajów substratów. Ze względu na rodzaj podłoża można wyróżnić materiał organiczny pochodzenia [15.37]:

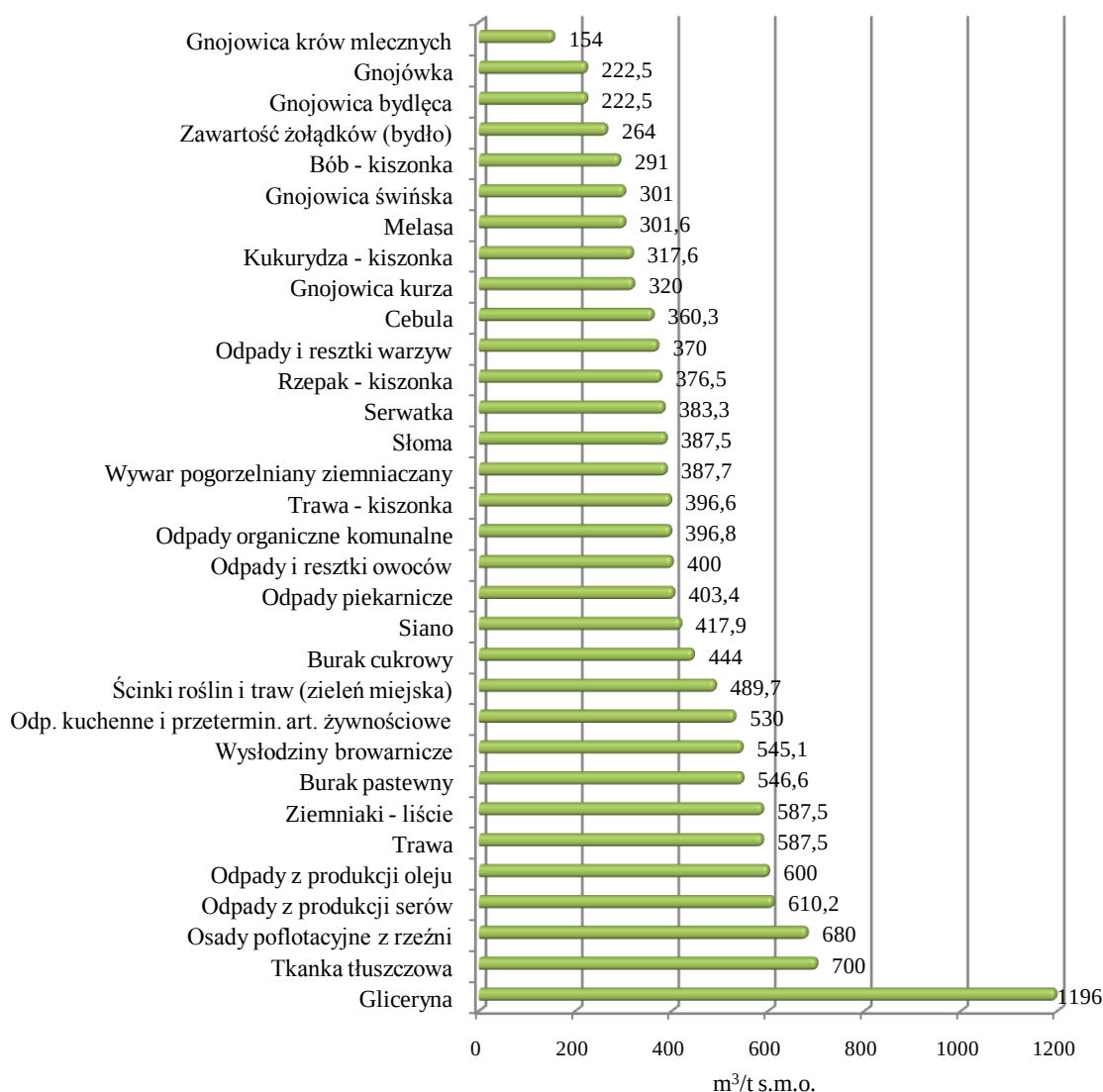
- rolniczego: odchody zwierząt, uprawy energetyczne, odpady z produkcji roślinnej, ściłki traw i odpady ogrodnicze, resztki jedzenia;
- przemysłowego: odpady z przemysłu spożywczego, mleczarskiego, cukrowniczego, farmaceutycznego, kosmetycznego, biochemicznego, papierniczego oraz mięsnego.

Główną rolą technologii zaliczanej do OZE jest wykorzystywanie nie tylko biomasy pochodzącej z upraw celowych (rośliny energetyczne), lecz także odpadów organicznych, w tym także odpadów problemowych (np. odpady z rzeźni). Każda substancja organiczna, która nie zawiera inhibitorów, może być wykorzystywana do produkcji biogazu. Należy pamiętać, iż substancje organiczne cechują się różnym tempem rozkładu i różnym uzyskiem biogazu podczas ich fermentacji. Najważniejszą zasadą przy dobieraniu mieszaniny substratów jest uzyskanie koniecznego uwodnienia masy przeznaczonej do fermentacji, jeżeli produkcja opiera się na fermentacji mokrej (najczęściej stosowana technologia) oraz wzbogacenie substratami o wyższej wydajności biogazu, niż odpady pochodzące z produkcji zwierzęcej. Dlatego dąży się do intensyfikacji procesu wzbogacając gnojowicę, gnojówkę, wywary przemysłu spożywczego substratami roślin energetycznych lub odpadami rzeźniczymi, zawierającymi tłuszcze [15.37, 15.41]. Na rysunku 24 przedstawiono średnią wartość potencjału produkcji biogazu z wybranych substratów.

Skład wyprodukowanego biogazu oraz jego ilość zależą przede wszystkim od składu chemicznego mieszaniny substratów poddanych procesowi fermentacji, zachowania warunków procesu oraz czasu przebywania substratów w komorze fermentacyjnej.

Na ilość i jakość biogazu ma wpływ podłoże, czyli mieszanina substratów. Ponadto zawartość tłuszczów, białek i węglowodanów. Im większe stężenie tych związków, tym wyższa produkcja biogazu o lepszej jakości. Z 1 kg węglowodanów można uzyskać średnio 0,42 m<sup>3</sup> metanu, z białek 0,47 m<sup>3</sup> metanu, z tłuszczów 0,75 m<sup>3</sup> metanu [15.42].

**Rys. 24.** Średni potencjał produkcji biogazu z wybranych substratów



Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.37]

Dobór substratów jest sprawą kluczową w technologii biogazowej. Przy określeniu wsadu należy wziąć pod uwagę dostępność danego substratu oraz koszt jego pozyskania. Główną bazą surowcową będą substraty z własnego gospodarstwa lub zakładu przemysłowego. Jednak wówczas należy zadać sobie pytanie, czy ilość ta będzie wystarczająca dla zaplanowanej mocy biogazowni? Jeśli ilość i wydajność surowców nie będzie wystarczająca, wówczas należy podjąć decyzję o uzupełnieniu bazy surowcowej o materiały dostępne w najbliższej okolicy planowanej inwestycji. Podczas takiej analizy należy zweryfikować: wielkość dodatkowej bazy materiału organicznego, odległość od biogazowni, koszty pozyskiwania, jakość i właściwości substratu oraz pewność dostaw

na przestrzeni kilku lat [15.41]. Końcowa decyzja o przydatności danego substratu należeć będzie do projektanta i technologa. Jednak konieczne jest uwzględnienie szerokiego spektrum różnego rodzaju substratów, mając na uwadze ich właściwości i przydatność w procesie produkcji biogazu.

Biogaz o zawartości metanu powyżej 40 % może być z powodzeniem wykorzystywany do celów użytkowych, głównie do produkcji energii elektrycznej i ciepłej, a także jako ciepło technologiczne. Do typowych przykładów wykorzystania biogazu należą [15.42]:

- produkcja energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach,
- produkcja energii ciepłej w przystosowanych kotłach gazowych,
- produkcja energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach skojarzonych (kogeneracja, ang. CHP – Combined Heat and Power),
- dostarczenie uzdatnionego biogazu (biometanu) do sieci gazowej,
- wykorzystanie biogazu jako źródła energii pierwotnej do systemów chłodniczych (chłodziarki absorpcyjne),
- wykorzystanie biogazu jako paliwa do silników trakcyjnych/pojazdów,
- wykorzystanie biogazu w procesach technologicznych, np. produkcja metanolu.

Oczyszczony biogaz, o parametrach zbliżonych do gazu ziemnego, może być wykorzystywany w gospodarstwach domowych, kotłach, suszarniach oraz innych urządzeniach tego typu. Obecnie najpopularniejszą formą wykorzystania biogazu jest skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej (kogeneracja) oraz sprzedaż wytworzonej energii elektrycznej do sieci zewnętrznej [15.37]. Taki stan rzeczy wynika głównie z wsparcia finansowego dla „zielonej energii” – system kolorowych certyfikatów dla energii pochodzącej z OZE.

Obecnie na terenie Gminy Pietrowice Wielkie biogaz nie jest pozyskiwany. Jednak ze względu na rolniczy charakter, strukturę zasiewów (m.in. rzepak, kukurydza) [15.8] oraz hodowlę zwierząt (odpady w postaci nawozów naturalnych, jak gnojówka, obornik) istnieje duży potencjał do rozwoju sektora biogazowni rolniczych. Pomimo tego przed planowaniem inwestycji należałoby oszacować dostępną bazę substratów oraz ich przydatność do produkcji biogazu.

W granicach administracyjnych gminy zlokalizowana jest jedna mała oczyszczalnia ścieków w aglomeracji Amandów, RLM = 1144. Energetyczne wykorzystanie ścieków do produkcji biogazu w tym przypadku w typowej biogazowni komunalnej nie jest uzasadnione ekonomicznie. Ponadto część ścieków z terenu gminy będzie doprowadzana do oczyszczalni ścieków w Krzanowicach, gdzie RLM aglomeracji szacowana jest na 14714 w 2015 r. Dlatego też można rozważyć budowę biogazowni rolniczo-utylicacyjnej przy oczyszczalni ścieków w Krzanowicach, w ramach współpracy między gminami. Substratami mogłyby być zarówno osady ściekowe, jak również odpady z rolnictwa. Uzyskany w procesach fermentacji metanowej biogaz byłby wykorzystywany do suszenia powstałych w trakcie oczyszczania osadów ściekowych, a ewentualna nadwyżka energii na cele technologiczne biogazowni, bądź oczyszczalni ścieków. Natomiast pulpa pofermentacyjna stanowiłaby pełnowartościowy nawóz organiczny dla lokalnych rolników.

Komunalne wysypiska odpadów zlokalizowane są poza granicami gminy, dlatego też pozyskiwanie biogazu wysypiskowego nie jest rozpatrywane.

## **7. Bilans energetyczny i ocena poziomu obciążenia środowiska naturalnego**

W ramach wykonywania „Projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gminy Pietrowice Wielkie” wyodrębniono wspólnie z inwestorem spośród wszystkich budynków użyteczności publicznej i komunalnych 15

budynków, które poddano szczegółowej inwentaryzacji stanu obecnego w odniesieniu do ich obciążenia cieplnego i energetycznego. W tym celu dla każdego omawianego obiektu pozyskano informacje bezpośrednio od gminy, jak również wykonano wizję lokalną w tych obiektach opartą o dokumentację fotograficzną.

Analizowane budynki znajdują się w miejscowościach Pietrowice Wielkie – 4 budynki, Maków – 2 budynki, Pawłów – 2 budynki, Krowiarki – 3 budynki, Cyprzanów – 2 budynki i Samborowice – 1 budynek. Wśród nich są obiekty edukacyjne, jak szkoły i przedszkola, budynki ochotniczej straży pożarnej, ośrodki zdrowia oraz budynek Urzędu Gminy.

Budynki budowane były w różnym okresie wiekowym oraz w różnej technologii konstrukcyjnej. Wśród nich występują w przeważającej większości budynki wznoszone w technologii tradycyjnej murowanej jak również w technologii (tzw. 1000-latki). Dodatkowo w niektórych obiektach edukacyjnych w ostatnich latach przeprowadzono rozbudowy o nowe sale sportowe wznoszone już według nowych standardów energetycznych. Budynki te są kilkukondygnacyjne (przeważnie o dwóch i trzech kondygnacjach), w większości całkowicie podpiwniczone. W części obiektów w latach ubiegłych wykonano działania termomodernizacyjne związane z ociepleniem przegród zewnętrznych, jak również zmodernizowane są źródła ciepła na nowe w większości w oparciu o kotły węglowe ekologiczne spalające ekogroszek oraz są zmodernizowane instalacje wewnętrzne centralnego ogrzewania pomieszczeń.

Zapotrzebowania na ciepło budynków w zakresie ogrzewania pomieszczeń określono w oparciu o algorytmy zawarte w normach:

- PN-B-03406 – „Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m<sup>3</sup>”,
- PN-82/B-02402 – „Temperatury pomieszczeń ogrzewanych w budynkach”,
- PN-83/B-03430 – „Wentylacja w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej”,
- PN-EN ISO 6946 – „Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła. Sposób obliczania”.

Obliczeń zapotrzebowania na ciepło (średnio godzinowe) do przygotowania ciepłej wody użytkowej określono według zależności:

$$Q_{\text{śrh}}^{\text{cwu}} = \frac{N * q * (t_c - t_z) * c_w}{T * 3600}$$

- ⇒ temperatura ciepłej wody ..... t<sub>c</sub> (°C)
- ⇒ temperatura zimnej wody ..... t<sub>z</sub> (°C)
- ⇒ ilość osób korzystających z ciepłej wody ..... N
- ⇒ wskaźnik ilości ciepłej wody dla osoby na dobę ..... q (dm<sup>3</sup>/dobę/osobę)
- ⇒ czas użytkowania ciepłej wody użytkowej ..... T (h/dobę)

W tabeli 30 przedstawiono wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło dla ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody w poszczególnych budynkach, jak również przedstawiono wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło



**Tab. 30.** Obecne potrzeby cieplne w analizowanych budynkach

| Lp. | Nazwa i adres budynku                                          | Zapotrzebowanie na ciepło [kW] |         | Sezonowe zużycie ciepła [GJ/rok] |         |
|-----|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|----------------------------------|---------|
|     |                                                                | CO                             | CWU (*) | CO                               | CWU (*) |
| 1.  | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28   | 247,07                         | 54,02   | 1690,83                          | 1004,10 |
| 2.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19   | 91,66                          | 16,59   | 657,89                           | 323,39  |
| 3.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16  | 148,20                         | 26,88   | 1063,72                          | 523,98  |
| 4.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1  | 200,72                         | 12,81   | 1373,65                          | 238,10  |
| 5.  | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11    | 111,95                         | 19,32   | 803,54                           | 376,61  |
| 6.  | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1              | 42,59                          | -       | 789,16                           | -       |
| 7.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1        | 74,39                          | -       | 1378,36                          | -       |
| 8.  | OSP i Świetlica<br>w Makowie,<br>ul. Raciborska 40             | 35,80                          | -       | 663,38                           | -       |
| 9.  | OSP<br>w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                          | 24,00                          | -       | 172,26                           | -       |
| 10. | OSP<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                        | 45,00                          | -       | 833,86                           | -       |
| 11. | OSP<br>w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                  | 24,02                          | 4,20    | 172,43                           | 129,93  |
| 12. | OSP<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                    | 67,50                          | -       | 484,48                           | -       |
| 13. | Ośrodek Zdrowia<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60         | 35,26                          | -       | 653,30                           | -       |
| 14. | Ośrodek Zdrowia<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15 | 57,60                          | 8,40    | 678,22                           | 259,85  |

|                                   |                                                          |                 |               |                  |                 |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
| 15.                               | Urząd Gminy<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5 | 147,53          | -             | 1833,59          | -               |
| <b>Razem budynki</b>              |                                                          | <b>1 353,29</b> | <b>142,22</b> | <b>13 248,67</b> | <b>2 855,96</b> |
| <b>Łącznie CO+CWU w budynkach</b> |                                                          | <b>1 495,51</b> |               | <b>16 104,63</b> |                 |

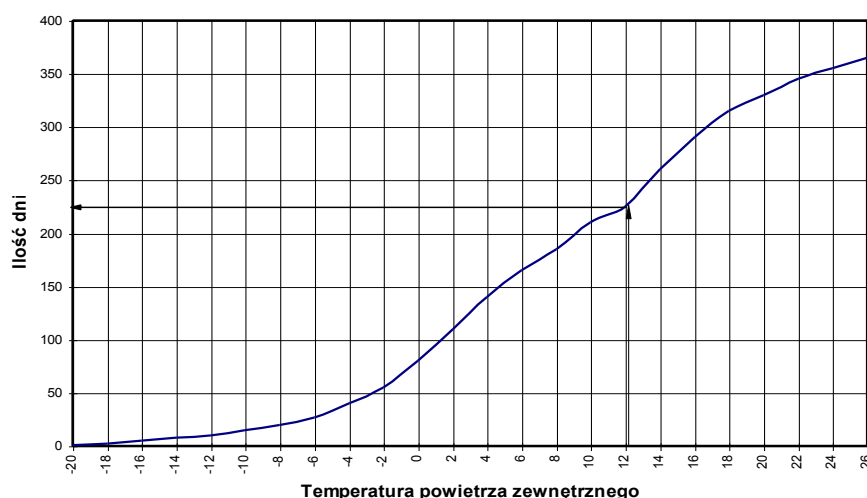
(\*) – dotyczy tylko przygotowania ciepłej wody użytkowej bezpośrednio w kotłowni w budynkach. W budynkach, w których ciepła woda jest przygotowywana w bojlerach i innych urządzeniach zasilanych energią elektryczną potrzeby cieplne nie były brane pod uwagę.

Źródło: opracowanie własne

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w budynkach obliczono przy następujących założeniach. Przyjęto pierwotnie, że budynki ogrzewane są przez całą dobę, bez przerw, tak aby uzyskać wewnątrz warunki komfortu cieplnego. Posługując się uporządkowanym wykresem temperatur powietrza zewnętrznego dla województwa śląskiego, określono następnie ilość dni trwania sezonu grzewczego i średnią temperaturę powietrza zewnętrznego w tym okresie: średnia temperatura powietrza zewnętrznego w okresie grzewczym wynosi  $+2,9^{\circ}\text{C}$ , a czas trwania sezonu – 222 dni. Na tej podstawie, mając wcześniej określone zapotrzebowanie na moc cieplną w warunkach obliczeniowych, określono roczne zużycie ciepła do ogrzewania pomieszczeń netto.

Uporządkowany wykres temperatur powietrza zewnętrznego, który posłużył do wyznaczenia tych danych ilustruje rysunek 25.

**Rys. 25.** Wykres uporządkowany temperatur powietrza zewnętrznego



Źródło: opracowanie własne

Dodatkowo przy obliczeniach wartości sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń brutto przyjęto, że ilość ciepła, jaka musi być dostarczona do budynku w celu ogrzania pomieszczeń, musi zostać dodatkowo powiększona ze względu na sprawność wykorzystania ciepła, przesyłu ciepła w instalacji oraz na sprawność regulacji instalacji grzewczej.

Obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w analizowanych budynkach w stanie obecnym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i obniżen z tytułu osłabienia ogrzewania w okresie dobowym i tygodniowym przeprowadzono przy ujęciu następujących założeń i zmiennych zależnych od stanu obecnego źródła ciepła i instalacji wewnętrznej w każdym budynku:

- ⇒ liczba dni sezonu ogrzewczego .....222 dni
- ⇒ średnia temperatura powietrza w sezonie ..... +2,9°C
- ⇒ sprawność wytwarzania ciepła ..... %
- ⇒ sprawność akumulacji ciepła ..... %
- ⇒ sprawność przesyłu ciepła w instalacji ..... %
- ⇒ sprawność regulacji i wykorzystania ciepła ..... %
- ⇒ współczynnik zmniejszający ze względu na osłabienie ogrzewania w ciągu doby ..... %
- ⇒ współczynnik zmniejszający ze względu na osłabienie ogrzewania w ciągu tygodnia..... %

Szczegółowo obliczenia dla poszczególnych obiektów znajdują się w opracowaniu pt.: „Załącznik 1 do Programu...”.

W trakcie wykonywania obliczeń potrzeb ciepłych do przygotowania ciepłej wody użytkowej brano tylko pod uwagę budynki, w których ciepła woda przygotowywana jest centralnie w kotłowni. Dla budynków, w których ciepła woda przygotowywana jest miejscowo (brak instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej wyposażonej w cyrkulację) w urządzeniach zasilanych energią elektryczną nie określano potrzeb ciepłych z uwagi na brak możliwości podjęcia w tych budynkach działań modernizacyjnych, mających na względzie obniżenie zużycia ciepła poprzez zastosowanie między innymi kolektorów słonecznych.

Obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie obecnym dokonano przy następujących założeniach:

- ⇒ ilość osób korzystających z ciepłej wody ..... N
- ⇒ wskaźnik ilości ciepłej wody dla osoby na dobę ..... q (dm<sup>3</sup>/dobę/osobę)
- ⇒ temperatura ciepłej wody ..... t<sub>c</sub> = 55 °C
- ⇒ temperatura zimnej wody ..... t<sub>z</sub> = 10 °C
- ⇒ ciepło właściwe wody ..... c<sub>w</sub> = 4,2 kJ/kg K
- ⇒ czas użytkowania ciepłej wody w ciągu roku ..... T (dni)
- ⇒ sprawność wytwarzania ciepła ..... %
- ⇒ sprawność przesyłu ciepła ..... %
- ⇒ sprawność akumulacji ..... %

Potrzeby związane z energią elektryczną otrzymano bezpośrednio od użytkowników w poszczególnych obiektach. W stanie obecnym stwierdzono, że w większości obiektów są zastosowane stare urządzenia o wysokim zużyciu energii i niskiej sprawności – dotyczy to głównie komputerów i monitorów, jak również w oświetleniu wewnętrznym pomieszczeń w obiektach zastosowane są żarówki starego typu.

Potrzeby związane z energią elektryczną w poszczególnych obiektach przedstawiono w poniższej tabeli 31.

**Tab. 31.** Potrzeby energii elektrycznej w analizowanych budynkach w stanie obecnym

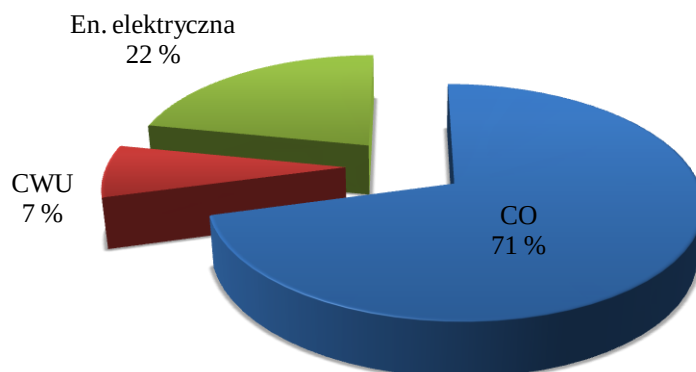
| Lp | Nazwa i adres budynku                                        | Zapotrzebowanie na energię elektryczną<br>moc zamówiona | Sezonowe zużycie energii elektrycznej |
|----|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|    |                                                              | [kW]                                                    | [kWh/rok]                             |
| 1. | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28 | 40,00                                                   | 37 746,00                             |
| 2. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19 | 33,00                                                   | 17 142,00                             |

|                      |                                                               |               |                   |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| 3.                   | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | 40,00         | 18 716,00         |
| 4.                   | Zespół Szkolno Przedszkolny w Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | 24,20         | 19 710,00         |
| 5.                   | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11   | 40,00         | 23 383,00         |
| 6.                   | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1             | 16,50         | 4 692,00          |
| 7.                   | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1       | 16,50         | 3 750,00          |
| 8.                   | OSP i Świetlica w Makowie,<br>ul. Raciborska 40               | 16,50         | 550,00            |
| 9.                   | OSP w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                            | 16,50         | 2 929,00          |
| 10.                  | OSP w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                          | 16,50         | 1 050,00          |
| 11.                  | OSP w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                    | 24,20         | 869,00            |
| 12.                  | OSP w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                      | 40,00         | 3 175,00          |
| 13.                  | Ośrodek Zdrowia w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60           | 20,00         | 2 993,00          |
| 14.                  | Ośrodek Zdrowia w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15   | 40,00         | 15 343,00         |
| 15.                  | Urząd Gminy w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5         | 32,90         | 45 811,00         |
| <b>Razem budynki</b> |                                                               | <b>416,80</b> | <b>197 859,00</b> |

Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 26 przedstawiono udział procentowy obciążenia cieplnego do ogrzewania pomieszczeń, przygotowania ciepłej wody użytkowej i energii elektrycznej w odniesieniu do potrzeb wyrażonych w kW.

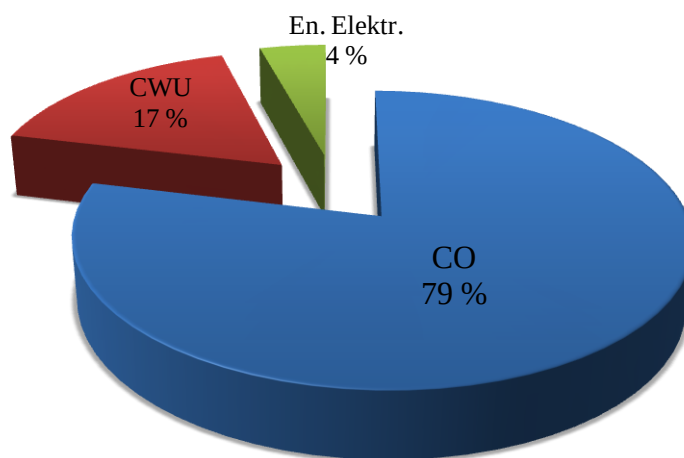
**Rys. 26.** Procentowy udział poszczególnych potrzeb cieplnych i energii elektrycznej w omawianych budynkach w stanie obecnym [kW]



*Źródło: opracowanie własne*

Ponieżej (rys. 27.) przedstawiono procentowy udział rocznego zużycia ciepła do ogrzewania pomieszczeń, przygotowania ciepłej wody użytkowej i zużycia energii elektrycznej w odniesieniu do potrzeb wyrażonych w kWh/rok.

**Rys. 27.** Procentowy udział rocznego zużycia energii cieplnej i elektrycznej w omawianych budynkach w stanie obecnym [kWh/rok]



*Źródło: opracowanie własne*

Na podstawie wyżej wymienionych danych pozyskanych w drodze szczegółowych obliczeń określono poziom obciążenia środowiska naturalnego – atmosfery w oparciu o najbardziej niebezpieczne dla zdrowia i trujące substancje chemiczne.

W chwili obecnej w analizowanych budynkach znajdują się w przeważającej mierze kotłownie wyposażone w ekologiczne kotły węglowe spalające ekogroszek – 8 kotłowni, jedna kotłownia spalająca gaz ziemny GZ-50, jedna kotłownia olejowa spalająca olej opałowy lekki oraz 5 niskosprawnych przestarzałych kotłowni węglowych starego typu.

W omawianych źródłach ciepła rocznie dla pokrycia normatywnych potrzeb cieplnych w budynkach spala się obecnie:

- węgla kamiennego – 187,73 ton/rok,

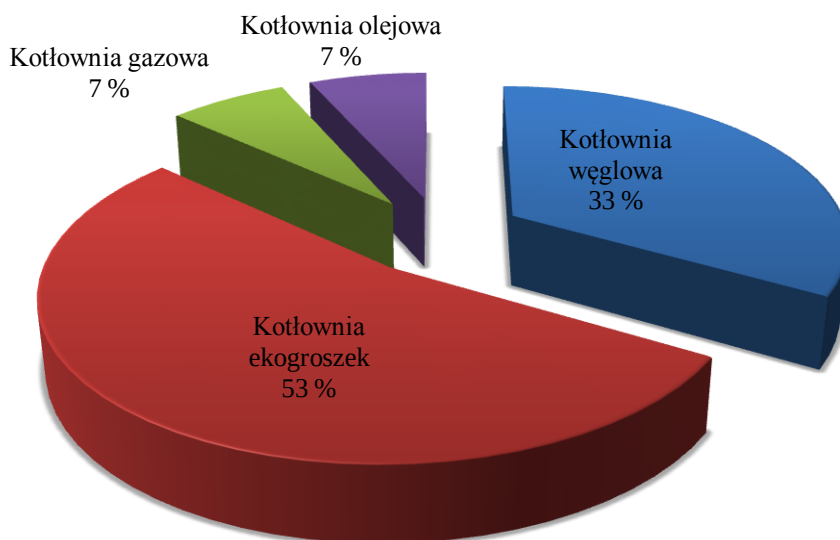


- węgla ekogroszku – 240,68 ton/rok,
- gazu ziemnego GZ-50 – 78,57 tys. m<sup>3</sup>/rok,
- oleju opałowego lekkiego – 44,04 m<sup>3</sup>/rok.

Powyższe wyniki zużycia paliw zostały wyliczone dla warunków normatywnych i mogą one różnić się od rzeczywistych wielkości.

Na rysunku 28 przedstawiono procentowy udział poszczególnych źródeł ciepła dla zaspokojenia potrzeb w omawianych budynkach związanych z ogrzewaniem pomieszczeń i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej.

**Rys. 28.** Źródła ciepła w omawianych budynkach gminy



*Źródło: opracowanie własne*

W poniższej tabeli (tab. 32.) przedstawiono wielkości zużycie paliw w poszczególnych źródłach ciepła w omawianych budynkach w stanie obecnym.

**Tab. 32.** Zużycie paliw w omawianych budynkach w stanie obecnym

| Lp | Nazwa i adres budynku                                            | Rodzaj paliwa i jego zużycie w stanie obecnym  |                  |
|----|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
|    |                                                                  | Paliwo                                         | Zużycie roczne * |
| 1. | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28     | Gaz GZ50<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]         | 78,57            |
| 2. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19     | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok]                 | 36,34            |
| 3. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16    | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok]                 | 58,80            |
| 4. | Zespół Szkolno Przedszkolny w<br>Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | olej opałowy<br>lekki<br>[m <sup>3</sup> /rok] | 44,04            |

|                                |                                                                |                                |               |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 5.                             | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11    | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 43,71         |
| 6.                             | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1              | węgiel kamienny<br>[ton/rok]   | 34,31         |
| 7.                             | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1        | węgiel kamienny<br>[ton/rok]   | 59,93         |
| 8.                             | OSP i Świetlica<br>w Makowie,<br>ul. Raciborska 40             | węgiel kamienny<br>[ton/rok]   | 28,84         |
| 9.                             | OSP<br>w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                          | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 6,38          |
| 10.                            | OSP<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                        | węgiel kamienny<br>[ton/rok]   | 36,25         |
| 11.                            | OSP<br>w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                  | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 11,20         |
| 12.                            | OSP<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                    | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 17,94         |
| 13.                            | Ośrodek Zdrowia<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60         | węgiel kamienny<br>[ton/rok]   | 28,40         |
| 14.                            | Ośrodek Zdrowia<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15 | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 34,74         |
| 15.                            | Urząd Gminy<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5       | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 67,91         |
| <b>Razem gaz GZ50</b>          |                                                                | <b>tys. m<sup>3</sup>/rok</b>  | <b>78,57</b>  |
| <b>Razem olej opałowy</b>      |                                                                | <b>m<sup>3</sup>/rok</b>       | <b>44,04</b>  |
| <b>Razem węgiel ekogroszek</b> |                                                                | <b>ton/rok</b>                 | <b>240,68</b> |
| <b>Razem węgiel kamienny</b>   |                                                                | <b>ton/rok</b>                 | <b>187,73</b> |

(\*) – zużycie roczne paliwa wyliczono dla warunków normatywnych i może się różnić od rzeczywistego zużycia

Źródło: opracowanie własne

W celu określenia wielkości emisji zanieczyszczeń poszczególnych substancji chemicznych do atmosfery powstających przy produkcji ciepła dla pokrycia potrzeb związanych z ogrzewaniem pomieszczeń i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w omawianych budynkach w stanie obecnym posłużono się następującymi wskaźnikami:

#### **Parametry gazu ziemnego GZ-50**

- wartość opałowa gazu 34,3 GJ/tys m<sup>3</sup>,
- zawartość siarki w paliwie – 5 kg/E6m<sup>3</sup>.

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki:

- wskaźnik unosu pyłu –  $0,0145 \text{ kg/tys. m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{SO}_2$  –  $0,0132 \text{ kg/tys. m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{NO}_x$  –  $1,9000 \text{ kg/tys. m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}$  –  $0,3660 \text{ kg/tys. m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}_2$  –  $1964,0 \text{ kg/tys. m}^3$ .

#### **Parametry oleju opałowego**

- wartość opałowa oleju  $36,6 \text{ GJ/m}^3$ ,
- zawartość siarki –  $0,3 \%$ .

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki

- wskaźnik unosu pyłu –  $1,8 \text{ kg/m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{SO}_2$  –  $19 \cdot S \text{ kg/m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{NO}_x$  –  $5 \text{ kg/m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}$  –  $0,6 \text{ kg/m}^3$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}_2$  –  $1650 \text{ kg/m}^3$ .

#### **Parametry węgla – kotłownie węglowe starego typu**

- parametry węgla – 23/14/08

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki:

- wskaźnik unosu pyłu –  $3 \cdot A_r \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{SO}_2$  –  $17 \cdot S \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{NO}_x$  –  $4 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}$  –  $45 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}_2$  –  $2200 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $B(\alpha)P$  –  $0,0004 \text{ kg/kg}$ .

#### **Parametry węgla ekogoszek**

- parametry węgla – 27/11/07

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki:

- wskaźnik unosu pyłu –  $1,5 \cdot A_r \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{SO}_2$  –  $16 \cdot S \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{NO}_x$  –  $4 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}$  –  $45 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $\text{CO}_2$  –  $2000 \text{ kg/Mg}$ ,
- wskaźnik unosu  $B(\alpha)P$  –  $0,0004 \text{ kg/kg}$ .

Poniżej (tab. 33.) przedstawiono wielkość emisji zanieczyszczeń powstających w omawianych źródłach ciepła w stanie obecnym.

**Tab. 33.** Wielkość emisji zanieczyszczeń w stanie obecnym

| Rodzaj zanieczyszczenia | Jednostka | Wielkość dotychczasowa emisji |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|
| SO <sub>2</sub>         | Mg/rok    | 0,7606                        |
| NO <sub>x</sub>         | Mg/rok    | 0,2716                        |
| CO                      | Mg/rok    | 3,0560                        |
| CO <sub>2</sub>         | Mg/rok    | 135,8200                      |
| Pył                     | Mg/rok    | 1,1205                        |
| B(α)P                   | kg/rok    | 0,0272                        |

*Źródło: opracowanie własne*

## 8. Działania termomodernizacyjne oraz mające na celu ograniczenie zużycia energii podejmowane przez gminę

Gmina Pietrowice Wielkie od dłuższego czasu podejmuje działania mające na celu ograniczenie zużycia energii w budynkach przez nią zarządzanych. Wzorcową termomodernizacja podejmowana w Gminie polega na wymianie istniejących kotłów na kotły ekologiczne na paliwo stałe, z podajnikiem opału i paleniskiem retortowym, wymianie grzejników na konwektory z zaworami termostatycznymi, dociepleniu budynku wełną mineralną i wymiana stolarki okiennej na PCV.

W tym celu realizuje się też Program Ograniczenia Niskiej Emisji skierowany także do mieszkańców Gminy. Jest on realizowany poprzez wymianę starych źródeł ciepła na kotły nowej generacji i montaż kolektorów słonecznych dla istniejących ekologicznych źródeł ciepła (więcej na temat Programu w podrozdziale 6.1).

Warto zauważyć, że większość dotychczasowych instalacji to kotły opalane ekogroszkiem, paliwem węglowym o mniejszej zawartości siarki oraz popiołu. W ujęciu szczegółowym jest to węgiel kamienny sortymentu groszek II granulacji 5-25 mm, odpowiednio uszlachetniony, charakteryzujący się niską zawartością siarki (do 0,6 % przy wartości opałowej 26-27 MJ/kg). Dzięki tym cechom, mieści się on w unijnej definicji paliwa ekologicznego. Ogrzewanie za pomocą tego paliwa wymaga specjalistycznych kotłów (z paleniskiem retortowym), lecz jest wciąż tańsze od kotłów olejowych czy gazowych, szczególnie w ogrzewaniu domów. Jednak od roku 2004 następuje stały wzrost cen węgla. Według danych Ministerstwa Gospodarki zanotowano wzrost sprzedaży węgla ogółem w okresie styczeń – luty 2011 r. (w porównaniu do analogicznego okresu roku 2010) o 7,9 %. Równocześnie zanotowano wzrost średniej ceny zbytu ogółem o 18,6 %. Można spodziewać się dalszego wzrostu cen węgla, w tym ekogroszku i w dłuższym okresie zmniejszenia jego konkurencyjności. Będzie to oznaczało dla użytkowników możliwość ponownej analizy ewentualnego wspomaganie odnawialnymi źródłami energii.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale 5 gmina dotychczas przeprowadziła szereg prac termomodernizacyjnych w omawianych obiektach, gdzie w części zmodernizowała stare źródła ciepła na nowe ekologiczne, zmodernizowała instalacje centralnego ogrzewania i wykonała termoizolacje przegród budowlanych wraz z wymianą stolarki okiennej oraz drzwiowej na nową.

W ramach dalszych możliwych do zastosowania prac termomodernizacyjnych w poszczególnych budynkach przewidziano:

### **Budynek Zespołu Szkół w Pietrowicach Wielkich przy ul. Konopnickiej 28 (1)**

- w celu wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 32 sztuk o łącznej powierzchni 82,24 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikami ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić

prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie.

**Budynek Zespołu Szkolno Przedszkolnego w Krowiarkach przy ul. Szkolnej 19 (2)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 14 sztuk o łącznej powierzchni 35,98 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie.

**Budynek Zespołu Szkolno Przedszkolnego w Pawłowie przy ul. Pietrowickiej 16 (3)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 16 sztuk o łącznej powierzchni 41,12 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie.

**Budynek Zespołu Szkolno Przedszkolnego w Samborowicach przy ul. Szkolnej 1 (4)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 10 sztuk o łącznej powierzchni 25,7 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie;
- w celu dostosowania przegród budowlanych budynku Szkoły (budynek sali gimnastycznej jest ocieplony) do obowiązujących norm przewidziano:
  - ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 12 cm,
  - ocieplenie stropu nad poddaszem użytkowym warstwą wełny mineralnej o grubości 18 cm.

**Budynek Przedszkola w Pietrowicach Wielkich przy ul. Żymierskiego 11 (5)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 14 sztuk o łącznej powierzchni 35,98 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie;
- w celu dostosowania przegród budowlanych budynku do obowiązujących norm przewidziano ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 12 cm. Stropodach jest już obecnie ocieplony.

**Budynek Szkoły Podstawowej w Cyprzanowie przy ul. Szkolnej 1 (6)**

- wykonanie w zamian obecnej kotłowni węglowej nowej kotłowni węglowej ekologicznej znajdującej się w jednym z pomieszczeń piwnicznych budynku. W ramach produkcji ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania pomieszczeń zostanie zamontowany jeden kocioł typu EKO-PLUS 25 firmy HEF z Lublińca o mocy 25 kW. W kotłowni zamontowana zostanie kompletna automatyka pogodowa i regulacyjna sterująca wszystkimi układami ciepłowniczymi w budynku;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy



każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;

- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia stropu nad poddaszem użytkowym i skosów dachu w pomieszczeniach na poddaszu użytkowym warstwą wełny mineralnej o grubości optymalnej 18 cm;
- wykonanie wymiany pozostałych okien na nowe w ramie z PCV.

#### **Budynek Zespołu Szkolno Przedszkolnego w Makowie przy ul. Szkolnej 1 (7)**

- wykonanie w zamian obecnej kotłowni węglowej nowej kotłowni węglowej ekologicznej znajdującej się w jednym z pomieszczeń piwnicznych budynku. W ramach produkcji ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania pomieszczeń zostanie zamontowany jeden kocioł typu EKO-PLUS 55 firmy HEF z Lublińca o mocy 55 kW. W kotłowni zamontowana zostanie kompletna automatyka pogodowa i regulacyjna sterująca wszystkimi układami ciepłowniczymi w budynku;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia stropodachu wentylowanego metodą wdmuchania granulatu wełny mineralnej o grubości optymalnej 18 cm.

#### **Budynek Osp i Świetlicy w Makowie przy ul. Raciborskiej 40 (8)**

- wykonanie w zamian obecnej kotłowni węglowej nowej kotłowni węglowej ekologicznej znajdującej się w jednym z pomieszczeń piwnicznych budynku. W ramach produkcji ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania pomieszczeń zostanie zamontowany jeden kocioł typu EKO-PLUS 25 firmy HEF z Lublińca o mocy 25 kW. W kotłowni zamontowana zostanie kompletna automatyka pogodowa i regulacyjna sterująca wszystkimi układami ciepłowniczymi w budynku;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia w budynku głównym stropu nad ostatnią kondygnacją i skosów dachu na poddaszu warstwą wełny mineralnej o grubości optymalnej 18 cm. Ponadto

wykonanie ocieplenia stropu na poddaszu w świetlicy warstwą wełny mineralnej o grubości 18 cm;

- wykonanie wymiany w budynku głównym stolarki okiennej i drzwiowej na nową w ramie PCV.

#### **Budynek OSP w Cyprzanowie przy ul. Janowskiej (9)**

- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w całym budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie wymiany w budynku bram zewnętrznych na nowe segmentowe ocieplone.

#### **Budynek OSP w Krowiarkach przy ul. Wyzwolenia (10)**

- wykonanie w zamian obecnej kotłowni węglowej nowej kotłowni węglowej ekologicznej znajdującej się w jednym z pomieszczeń piwnicznych budynku. W ramach produkcji ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania pomieszczeń zostanie zamontowany jeden kocioł typu EKO-PLUS 30 firmy HEF z Lublińca o mocy 30 kW. W kotłowni zamontowana zostanie kompletna automatyka pogodowa i regulacyjna sterująca wszystkimi układami ciepłowniczymi w budynku;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia w budynku dachu od zewnątrz warstwa styropapy o grubości 16 cm;
- wykonanie wymiany w budynku drzwi zewnętrznych na nowe w ramie PCV i bram garażowych na nowe segmentowe ocieplone.

#### **Budynek OSP w Pawłowie przy ul. Powstańców Śląskich (11)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 4 sztuk o łącznej powierzchni 10,28 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w całym budynku styropianem o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia dachu od zewnątrz warstwa styropapy o grubości optymalnej 16 cm;
- wykonanie wymiany obecnej bramy garażowej na nową segmentową ocieploną.

#### **Budynek OSP w Pietrowicach Wielkich przy ul. Nowej (12)**

- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie wymiany w budynku okien zewnętrznych na nowe w ramie PCV.

**Budynek Ośrodka Zdrowia w Krowiarkach przy ul. Wyzwolenia 60 (13)**

- wykonanie w zamian obecnej kotłowni węglowej nowej kotłowni węglowej ekologicznej znajdującej się w jednym z pomieszczeń piwnicznych budynku. W ramach produkcji ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania pomieszczeń zostanie zamontowany jeden kocioł typu EKO-PLUS 20 firmy HEF z Lublińca o mocy 20 kW. W kotłowni zamontowana zostanie kompletna automatyka pogodowa i regulacyjna sterująca wszystkimi układami ciepłowniczymi w budynku;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia stropu na poddaszu budynku metodą wyłożenia na stropie mat z wełny mineralnej o grubości optymalnej 18 cm.

**Budynek Ośrodka Zdrowia w Pietrowicach Wielkich przy ul. Janowskiej 15 (14)**

- w celu wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej zostaną zamontowane na dachu budynku kolektory słoneczne płaskie w ilości 8 sztuk o łącznej powierzchni 20,56 m<sup>2</sup> wraz z zasobnikiem ciepła. Ilość kolektorów została dobrana tak, aby zapewnić prawidłową pracę układu i otrzymać oszczędności rzędu około 30 % energii brutto rocznie;
- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji.

**Budynek Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich przy ul. Szkolnej 5 (15)**

- wykonanie w budynku modernizacji instalacji centralnego ogrzewania polegającej na kompletnej wymianie obecnej instalacji na nową. Nowoprojektowana instalacja centralnego ogrzewania zostanie wykonana z rur miedzianych. W instalacji zostaną zamontowane grzejniki stalowe płytowe z konwektorem Kompakt firmy Purmo. Przy każdym grzejniku zostanie zamontowany termostatyczny zawór grzejnikowy typu AV-6 w wykonaniu prostym i termostatyczna głowica firmy Oventrop. Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie za pomocą automatycznych odpowietrzników montowanych w najwyższych punktach instalacji;
- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych w budynku warstwą styropianu o grubości optymalnej 12 cm;
- wykonanie ocieplenia stropu na poddaszu budynku metodą wyłożenia na stropie mat z wełny mineralnej o grubości optymalnej 18 cm.

W ramach prac termomodernizacyjnych uwzględniono wszystkie możliwe i najbardziej opłacalne do zastosowania usprawnienia i modernizacje. W ramach modernizacji

źródeł ciepła nie uwzględniono wymiany starych kotłowni węglowych na nowe gazowe, gdyż w okolicach tych budynków nie znajduje się sieć przesyłowa gazu, a zastosowanie innego alternatywnego źródła ciepła np. spalającego olej opałowy lub gaz płynny propan butan jest ekonomicznie nieopłacalne ze względu na wysokie ceny jednostkowe paliwa. Cena kształtuje się na poziomie oleju opałowego i wciąż wzrasta.

W ramach usprawnień nie brano pod uwagę zastosowania pomp ciepła zarówno gruntowych, jak i powietrznych, gdyż takie źródła ciepła pracują w instalacjach niskotemperaturowych, gdzie czynnik grzewczy nie przekracza temperatury na zasilaniu 55 °C, a obecne instalacje są przystosowane do pracy z czynnikiem grzewczym o temperaturze w zakresie 75 °C do 90 °C. Takie rozwiązania nadają się do obiektów, w których jest zastosowana instalacja ogrzewania podłogowego.

W dalszej mierze w modernizacjach w omawianych budynkach nie brano pod uwagę zastosowania źródła ciepła na biogaz, z następujących czynników:

- omawiane budynki znajdują się w różnych miejscowościach na terenie gminy w dużych odległościach od siebie i budowa systemu sieci przesyłowych jest nieopłacalna. Teoretycznie można brać pod uwagę zasilanie budynków w Pietrowicach Wielkich, gdyż one znajdują się w kilku kilometrowych odległościach od siebie;
- koszt inwestycji zapewniającej pokrycie potrzeb w omawianych budynkach waha się w granicach od około 8 do 14 mln zł, co z uwagi na obecnie ponoszone koszty paliw jest nieopłacalne i prosty czas zwrotu wynosi kilkadziesiąt lat;
- brak obecnie jasnych i pewnych źródeł dofinansowania ze środków publicznych. Istnieje możliwość pozyskania tylko 400 tys. zł dotacji ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach i częściowej pożyczki.

W ramach możliwych do zastosowania usprawnień z dziedziny energii odnawialnej zastosowano układy instalacji kolektorów słonecznych pracujących dla wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej. W modernizacjach przewidziano ich zastosowanie w budynkach edukacyjnych. Natomiast inwestor powinien rozważyć ich zastosowanie ze względu na obciążenie w okresie letnim biorąc pod uwagę ewentualne organizowanie w tym czasie zajęć dodatkowych dla dzieci i młodzieży pozostającej na wakacjach w domach, organizowanie półkolonii, różnego rodzaju imprez itp.

Wszystkie powyżej przedstawione modernizacje zostały poddane analizie ekonomicznej opłacalności ich zastosowania w oparciu o możliwości pozyskania dofinansowania ze środków publicznych z WFOŚiGW w Katowicach

Analizę przeprowadzono w trzech wariantach:

- wariant I – ujmuje finansowanie w całości ze środków własnych,
- wariant II – ujmuje finansowanie przy 40 % dotacji i 40 % udziale pożyczki udzielonej z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach,
- wariant III – ujmuje finansowanie przy 40 % dotacji i 40 % udziale pożyczki udzielonej z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach z możliwością jej 50 % umorzenia.

Jako kryterium oceny przyjęto wartość bieżącą netto NPV całej inwestycji określonej wzorem:

$$NPV = \Delta E_0 \cdot UPW - I_0$$

gdzie:  $I_0$  nakłady inwestycyjne [zł],

$E_0$  roczna oszczędność kosztów produkcji i użytkowania ciepła ujmująca następujące pozycje:

UPW z określa się ze wzoru:

$$UPW = \frac{1}{r} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1}{1+r} \right)^n \right]$$

gdzie: n                      żywotność inwestycji (przyjęto 20 lat),  
r                                stopa dyskonta – przyjęto jako wielkość wyjściową 6 %.

W tabeli 34 przedstawiono wyniki analiz ekonomicznych dla poszczególnych budynków.

**Tab. 34.** Wyniki analiz ekonomicznych opłacalności przeprowadzenia działań modernizacyjnych w omawianych obiektach gminy

| Adres Obiektu                                                       | Wyszczególn. | Jedn.   | Wariant I<br>100 %<br>środki<br>własne | Wariant II<br>40 % dotacja<br>i 40 %<br>pożyczka z<br>WFOŚiGW | Wariant III<br>40 % dotacja i<br>40 % pożyczka z<br>WFOŚiGW i 50 %<br>umorzenia |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|---------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Zespół Szkół w<br>Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28     | NPVR         | [zł/zł] | 0,106                                  | 0,547                                                         | 0,684                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 26102                                  | 134856                                                        | 168824                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 13,73                                  | 8,24                                                          | 5,49                                                                            |
| Zespół Szkolno<br>Przedszkolny w<br>Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19  | NPVR         | [zł/zł] | -0,377                                 | 0,064                                                         | 0,202                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | -40686                                 | 6891                                                          | 21752                                                                           |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 24,37                                  | 14,62                                                         | 9,71                                                                            |
| Zespół Szkolno<br>Przedszkolny w<br>Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | NPVR         | [zł/zł] | -0,289                                 | 0,152                                                         | 0,290                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | -35599                                 | 18778                                                         | 35762                                                                           |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 21,34                                  | 12,81                                                         | 8,54                                                                            |
| Zespół Szkolno<br>Przedszkolny w<br>Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | NPVR         | [zł/zł] | 0,149                                  | 0,590                                                         | 0,727                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 66560                                  | 263641                                                        | 325197                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 13,21                                  | 7,93                                                          | 5,28                                                                            |
| Przedszkole w<br>Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11      | NPVR         | [zł/zł] | -0,272                                 | 0,169                                                         | 0,306                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | -79480                                 | 49207                                                         | 89401                                                                           |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 20,86                                  | 12,52                                                         | 8,34                                                                            |
| Szkoła Podstawowa w<br>Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1                | NPVR         | [zł/zł] | 0,059                                  | 0,500                                                         | 0,638                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 15412                                  | 130020                                                        | 165817                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 14,33                                  | 8,60                                                          | 5,73                                                                            |
| Zespół Szkolno<br>Przedszkolny w<br>Makowie, ul. Szkolna 1          | NPVR         | [zł/zł] | 0,368                                  | 0,809                                                         | 0,946                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 119224                                 | 262042                                                        | 306651                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 11,10                                  | 6,66                                                          | 4,44                                                                            |
| OSP i Świetlica w<br>Makowie,<br>ul. Raciborska 40                  | NPVR         | [zł/zł] | 0,277                                  | 0,717                                                         | 0,855                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 49514                                  | 128417                                                        | 153062                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 11,89                                  | 7,14                                                          | 4,76                                                                            |
| OSP w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                                  | NPVR         | [zł/zł] | -0,273                                 | 0,167                                                         | 0,305                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | -13128                                 | 8031                                                          | 14639                                                                           |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 20,90                                  | 12,54                                                         | 8,36                                                                            |
| OSP w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                                | NPVR         | [zł/zł] | 0,336                                  | 0,777                                                         | 0,914                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | 72238                                  | 167010                                                        | 196611                                                                          |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 11,37                                  | 6,82                                                          | 4,55                                                                            |
| OSP w Pawłowie,<br>ul. Powstańców Śląskich                          | NPVR         | [zł/zł] | -0,370                                 | 0,070                                                         | 0,208                                                                           |
|                                                                     | NPV          | [zł]    | -32110                                 | 6108                                                          | 18044                                                                           |
|                                                                     | SPBT         | [lata]  | 24,11                                  | 14,47                                                         | 9,65                                                                            |



|                                                             |      |         |        |        |        |
|-------------------------------------------------------------|------|---------|--------|--------|--------|
| OSP w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                    | NPVR | [zł/zł] | -0,406 | 0,035  | 0,173  |
|                                                             | NPV  | [zł]    | -66921 | 5810   | 28528  |
|                                                             | SPBT | [lata]  | 25,54  | 15,32  | 10,22  |
| Ośrodek Zdrowia w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60         | NPVR | [zł/zł] | 0,252  | 0,693  | 0,831  |
|                                                             | NPV  | [zł]    | 46923  | 128911 | 154520 |
|                                                             | SPBT | [lata]  | 12,12  | 7,27   | 4,85   |
| Ośrodek Zdrowia w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15 | NPVR | [zł/zł] | 0,200  | 0,641  | 0,779  |
|                                                             | NPV  | [zł]    | 29660  | 94934  | 115322 |
|                                                             | SPBT | [lata]  | 12,65  | 7,59   | 5,06   |
| Urząd Gminy w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5       | NPVR | [zł/zł] | 0,291  | 0,732  | 0,870  |
|                                                             | NPV  | [zł]    | 137606 | 346016 | 411111 |
|                                                             | SPBT | [lata]  | 11,76  | 7,06   | 4,70   |

Źródło: opracowanie własne

Jak wynika z powyższej tabeli wykonanie zadania termomodernizacji w analizowanych budynkach jest opłacalne do wykonania we wszystkich wariantach finansowania inwestycji ujmujących dofinansowanie z zewnątrz. Najkorzystniejszym jednak jest wariant III ujmujący finansowanie inwestycji w udziale 40 % dotacji i 40 % z pożyczki pozyskanej z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach z możliwością jej 50 % umorzenia.

W ramach modernizacji instalacji elektrycznych w budynkach przewidziano zastosowanie w urządzeniach oświetleniowych energooszczędnych żarówek oraz urządzeń takich, jak monitory z zastosowaniem lamp ledowych o niskim poborze prądu i komputerów z zastosowaniem nowoczesnych procesorów, które pobierają znacznie mniej prądu od starych tradycyjnych urządzeń.

Tych modernizacji nie poddawano analizie ekonomicznej, gdyż nie ma możliwości na tego typu działania uzyskać dofinansowania ze środków publicznych.

## 9. Prognoza zapotrzebowania na ciepło i inne źródła energii

W ramach omówionych w poprzednim rozdziale 6 działań termomodernizacyjnych przyjęto rozwiązania mające na celu zmniejszenie potrzeb i zużycia energii cieplnej oraz elektrycznej w omawianych budynkach.

W poniższych tabelach (tab. 35. i tab. 36.) przedstawiono wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło dla ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody w poszczególnych budynkach, jak również przedstawiono wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło po przeprowadzeniu działań modernizacyjnych

**Tab. 35.** Potrzeby cieplne w analizowanych budynkach po modernizacji

| Lp | Nazwa i adres budynku                                        | Zapotrzebowanie na ciepło [kW] |                    |             |                     |
|----|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
|    |                                                              | CO obecnie                     | CO po modernizacji | CWU obecnie | CWU po modernizacji |
| 1. | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28 | 247,07                         | 247,07             | 54,02       | 54,02               |
| 2. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19 | 91,66                          | 91,66              | 16,59       | 16,59               |

|                                       |                                                               |                 |                 |               |               |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 3.                                    | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | 148,20          | 148,20          | 26,88         | 26,88         |
| 4.                                    | Zespół Szkolno Przedszkolny w Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | 200,72          | 149,69          | 12,81         | 12,81         |
| 5.                                    | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11   | 111,95          | 73,01           | 19,32         | 19,32         |
| 6.                                    | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1             | 42,59           | 24,57           | -             | -             |
| 7.                                    | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1       | 74,39           | 53,33           | -             | -             |
| 8.                                    | OSP i Świetlica w Makowie,<br>ul. Raciborska 40               | 35,80           | 21,48           | -             | -             |
| 9.                                    | OSP w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                            | 24,00           | 14,40           | -             | -             |
| 10.                                   | OSP w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                          | 45,00           | 27,00           | -             | -             |
| 11.                                   | OSP w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                    | 24,02           | 15,02           | 4,20          | 4,20          |
| 12.                                   | OSP w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                      | 67,50           | 40,50           | -             | -             |
| 13.                                   | Ośrodek Zdrowia w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60           | 35,26           | 18,98           | -             | -             |
| 14.                                   | Ośrodek Zdrowia w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15   | 57,60           | 57,60           | 8,40          | 8,40          |
| 15.                                   | Urząd Gminy w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5         | 147,53          | 87,42           | -             | -             |
| <b>Razem budynki</b>                  |                                                               | <b>1 353,29</b> | <b>1 069,93</b> | <b>142,22</b> | <b>142,22</b> |
| <b>Łącznie CO+CWU obecnie</b>         |                                                               | <b>1 495,51</b> |                 |               |               |
| <b>Łącznie CO+CWU po modernizacji</b> |                                                               | <b>1 212,15</b> |                 |               |               |

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 36 przedstawiono porównanie wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej w omawianych budynkach.

**Tab. 36.** Sezonowe zapotrzebowanie ciepła w analizowanych budynkach po modernizacji

| Lp  | Nazwa i adres budynku                                            | Sezonowe zużycie ciepła<br>[GJ/rok] |                          |                |                           |
|-----|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|
|     |                                                                  | CO<br>obecnie                       | CO<br>po<br>modernizacji | CWU<br>obecnie | CWU<br>po<br>modernizacji |
| 1.  | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28     | 1690,83                             | 1690,83                  | 1004,10        | 672,74                    |
| 2.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w<br>Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19  | 657,89                              | 657,89                   | 323,39         | 190,51                    |
| 3.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w<br>Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | 1063,72                             | 1063,72                  | 523,98         | 350,58                    |
| 4.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w<br>Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | 1373,65                             | 1024,42                  | 238,10         | 145,11                    |
| 5.  | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11      | 803,54                              | 524,05                   | 376,61         | 236,31                    |
| 6.  | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1                | 789,16                              | 176,35                   | -              | -                         |
| 7.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w<br>Makowie,<br>ul. Szkolna 1       | 1378,36                             | 382,74                   | -              | -                         |
| 8.  | OSP i Świetlica<br>w Makowie,<br>ul. Raciborska 40               | 663,38                              | 154,17                   | -              | -                         |
| 9.  | OSP<br>w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                            | 172,26                              | 103,36                   | -              | -                         |
| 10. | OSP<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                          | 833,86                              | 193,79                   | -              | -                         |
| 11. | OSP<br>w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                    | 172,43                              | 107,77                   | 129,93         | 86,72                     |
| 12. | OSP<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                      | 484,48                              | 290,69                   | -              | -                         |
| 13. | Ośrodek Zdrowia<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60           | 653,30                              | 136,26                   | -              | -                         |
| 14. | Ośrodek Zdrowia<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15   | 678,22                              | 413,43                   | 259,85         | 173,45                    |

|                                       |                                                          |                  |                 |                 |                 |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 15.                                   | Urząd Gminy<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5 | 1833,59          | 627,49          | -               | -               |
| <b>Razem budynki</b>                  |                                                          | <b>13 248,67</b> | <b>7 546,96</b> | <b>2 855,96</b> | <b>1 855,42</b> |
| <b>Łącznie CO+CWU obecnie</b>         |                                                          | <b>16 104,63</b> |                 |                 |                 |
| <b>Łącznie CO+CWU po modernizacji</b> |                                                          | <b>9 402,38</b>  |                 |                 |                 |

Źródło: opracowanie własne

Poniżej (tab. 37.) przedstawiono potrzeby związane z energią elektryczną w poszczególnych obiektach po wykonaniu działań modernizacyjnych.

**Tab. 37.** Potrzeby energii elektrycznej w analizowanych budynkach po modernizacji

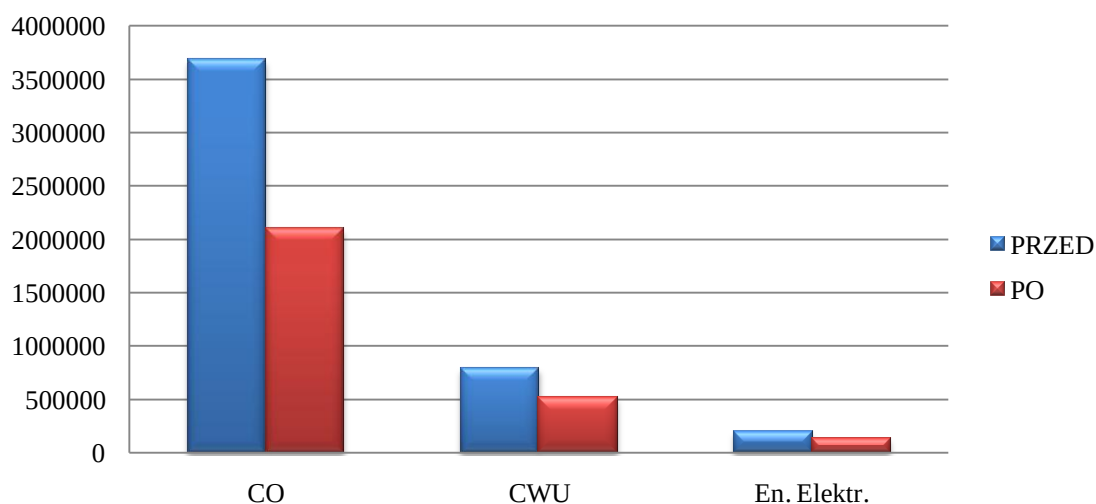
| Lp  | Nazwa i adres budynku                                         | Zapotrzebowanie na energię elektryczną<br>moc zamówiona | Sezonowe zużycie energii elektrycznej |
|-----|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|     |                                                               | [kW]                                                    | [kWh/rok]                             |
| 1.  | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28  | 40,00                                                   | 26 422,20                             |
| 2.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19  | 33,00                                                   | 11 999,40                             |
| 3.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | 40,00                                                   | 13 101,20                             |
| 4.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | 24,20                                                   | 13 797,00                             |
| 5.  | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11   | 40,00                                                   | 16 368,10                             |
| 6.  | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1             | 16,50                                                   | 3 284,40                              |
| 7.  | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1       | 16,50                                                   | 2 625,00                              |
| 8.  | OSP i Świetlica w Makowie,<br>ul. Raciborska 40               | 16,50                                                   | 550,00                                |
| 9.  | OSP w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                            | 16,50                                                   | 2 050,30                              |
| 10. | OSP w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                          | 16,50                                                   | 840,00                                |

|                      |                                                                |               |                   |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| 11.                  | OSP<br>w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                  | 24,20         | 869,00            |
| 12.                  | OSP<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                    | 40,00         | 2 222,50          |
| 13.                  | Ośrodek Zdrowia<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60         | 20,00         | 2 244,75          |
| 14.                  | Ośrodek Zdrowia<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15 | 40,00         | 10 740,10         |
| 15.                  | Urząd Gminy<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5       | 32,90         | 32 067,70         |
| <b>Razem budynki</b> |                                                                | <b>416,80</b> | <b>139 181,65</b> |

Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 29 przedstawiono wielkości redukcji zużycia energii cieplnej do centralnego ogrzewania i przygotowania cwu oraz energii elektrycznej w omawianych budynkach.

**Rys. 29.** Roczna redukcja zużycia energii cieplnej i elektrycznej w budynkach [kWh/rok]



Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyżej przedstawionych danych pozyskanych w drodze szczegółowych obliczeń określono poziom redukcji obciążenia środowiska naturalnego – atmosfery w oparciu o najbardziej niebezpieczne dla zdrowia i trujące substancje chemiczne.

Po przeprowadzeniu działań modernizacyjnych w analizowanych budynkach znajdować się będą kotłownie wyposażone w ekologiczne kotły węglowe spalające ekogroszek – 13 kotłowni, jedna kotłownia spalająca gaz ziemny GZ-50, jedna kotłownia olejowa spalająca olej opałowy lekki.

W omawianych źródłach ciepła rocznie dla pokrycia normatywnych potrzeb cieplnych w budynkach spalać się będzie:



- węgla ekogroszku – 217,39 ton/rok,
- gazu ziemnego GZ50 – 68,91 tys. m<sup>3</sup>/rok,
- oleju opałowego lekkiego – 31,95 m<sup>3</sup>/rok.

Powyższe wyniki zużycia paliw zostały wyliczone dla warunków normatywnych i mogą one różnić się od rzeczywistych wielkości.

Na rysunku 30 przedstawiono procentowy udział poszczególnych źródeł ciepła dla zaspokojenia potrzeb w omawianych budynkach związanych z ogrzewaniem pomieszczeń i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej po przeprowadzeniu modernizacji.

**Rys. 30.** Źródła ciepła w omawianych budynkach gminy po działaniach modernizacyjnych



*Źródło: opracowanie własne*

Tabela 38 przedstawia wielkości zużycia paliw w poszczególnych źródłach ciepła w omawianych budynkach w stanie po modernizacji.

**Tab. 38.** Zużycie paliw w omawianych budynkach po modernizacji

| Lp | Nazwa i adres budynku                                         | Rodzaj paliwa i jego zużycie w stanie po modernizacji |                 |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|
|    |                                                               | Paliwo                                                | Zużycie roczne* |
| 1. | Zespół Szkół w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Konopnickiej 28  | Gaz GZ50<br>[tys. m <sup>3</sup> /rok]                | 68,91           |
| 2. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Krowiarkach,<br>ul. Szkolna 19  | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok]                        | 31,42           |
| 3. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Pawłowie,<br>ul. Pietrowicka 16 | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok]                        | 52,38           |
| 4. | Zespół Szkolno Przedszkolny w Samborowicach,<br>ul. Szkolna 1 | olej opałowy<br>lekki<br>[m <sup>3</sup> /rok]        | 31,95           |

|                                |                                                                |                                |               |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 5.                             | Przedszkole w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Żymierskiego 11    | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 28,16         |
| 6.                             | Szkoła Podstawowa w Cyprzanowie,<br>ul. Szkolna 1              | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 6,53          |
| 7.                             | Zespół Szkolno Przedszkolny w Makowie,<br>ul. Szkolna 1        | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 14,18         |
| 8.                             | OSP i Świetlica<br>w Makowie,<br>ul. Raciborska 40             | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 5,71          |
| 9.                             | OSP<br>w Cyprzanowie,<br>ul. Janowska                          | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 3,83          |
| 10.                            | OSP<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia                        | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 7,18          |
| 11.                            | OSP<br>w Pawłowie,<br>ul. Powstanców Śląskich                  | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 7,20          |
| 12.                            | OSP<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Nowa                    | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 10,77         |
| 13.                            | Ośrodek Zdrowia<br>w Krowiarkach,<br>ul. Wyzwolenia 60         | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 5,05          |
| 14.                            | Ośrodek Zdrowia<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Janowska 15 | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 21,74         |
| 15.                            | Urząd Gminy<br>w Pietrowicach Wielkich,<br>ul. Szkolna 5       | węgiel ekogroszek<br>[ton/rok] | 23,24         |
| <b>Razem gaz GZ50</b>          |                                                                | <b>tys. m<sup>3</sup>/rok</b>  | <b>68,91</b>  |
| <b>Razem olej opałowy</b>      |                                                                | <b>m<sup>3</sup>/rok</b>       | <b>31,95</b>  |
| <b>Razem węgiel ekogroszek</b> |                                                                | <b>ton/rok</b>                 | <b>217,39</b> |
| <b>Razem węgiel kamienny</b>   |                                                                | <b>ton/rok</b>                 | <b>0,00</b>   |

(\*) – zużycie roczne paliwa wyliczono dla warunków normatywnych i może się różnić od rzeczywistego zużycia  
Źródło: opracowanie własne

W celu określenia wielkości emisji zanieczyszczeń poszczególnych substancji chemicznych do atmosfery powstających przy produkcji ciepła dla pokrycia potrzeb związanych z ogrzewaniem pomieszczeń i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w omawianych budynkach po przeprowadzeniu kompleksowych modernizacji posłużono się następującymi wskaźnikami :

**Parametry gazu ziemnego GZ-50**

- wartość opałowa gazu 34,3 GJ/tys. m<sup>3</sup>,
- zawartość siarki w paliwie – 5 kg/E6m<sup>3</sup>.

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki:

- wskaźnik unosu pyłu – 0,0145 kg/tys. m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu SO<sub>2</sub> – 0,0132 kg/tys. m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu NO<sub>x</sub> – 1,9000 kg/tys. m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu CO – 0,3660 kg/tys. m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu CO<sub>2</sub> – 1964,0 kg/tys. m<sup>3</sup>.

#### **Parametry oleju opałowego**

- wartość opałowa oleju 36,6 GJ/m<sup>3</sup>,
- zawartość siarki – 0,3%.

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki

- wskaźnik unosu pyłu – 1,8 kg/m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu SO<sub>2</sub> – 19\*S kg/m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu NO<sub>x</sub> – 5 kg/m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu CO – 0,6 kg/m<sup>3</sup>,
- wskaźnik unosu CO<sub>2</sub> – 1650 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Parametry węgla ekogoszek**

- parametry węgla – 27/11/07

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki:

- wskaźnik unosu pyłu – 1,5\*Ar kg/Mg,
- wskaźnik unosu SO<sub>2</sub> – 16\*S kg/Mg,
- wskaźnik unosu NO<sub>x</sub> – 4 kg/Mg,
- wskaźnik unosu CO – 45 kg/Mg,
- wskaźnik unosu CO<sub>2</sub> – 2000 kg/Mg,
- wskaźnik unosu B(α)P – 0,0004 kg/kg.

W tabeli 39 przedstawiono wyniki obliczeń wielkości redukcji emisji zanieczyszczeń powstających w omawianych źródłach ciepła po przeprowadzeniu modernizacji.

**Tab. 39.** Wielkość redukcji emisji zanieczyszczeń po przeprowadzeniu modernizacji

| Rodzaj zanieczyszczenia | Jednostka | Emisja dotychczasowa | Emisja po realizacji zadania | Zmiana bezwzględna [Mg/a] | Zmiana względna [%] |
|-------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|
| SO <sub>2</sub>         | Mg/rok    | 5,5008               | 2,6178                       | 2,8830                    | 52,41%              |
| NO <sub>x</sub>         | Mg/rok    | 2,0831               | 1,1602                       | 0,9229                    | 44,30%              |
| CO                      | Mg/rok    | 19,3336              | 9,8269                       | 9,5067                    | 49,17%              |
| CO <sub>2</sub>         | Mg/rok    | 1121,3435            | 622,8367                     | 498,5067                  | 44,46%              |
| Pył                     | Mg/rok    | 11,9363              | 3,6454                       | 8,2908                    | 69,46%              |
| B(α)P                   | kg/rok    | 0,0963               | 0,0870                       | 0,0094                    | 9,75%               |

Źródło: opracowanie własne

Wszystkie obliczenia potrzeb cieplnych, emisji zanieczyszczeń wraz ze szczegółowym opisem stanu obecnego i planowanych działań modernizacyjnych opartych o analizy ekonomiczne opłacalności dla poszczególnych omówionych budynków znajdują się w osobnym opracowaniu pt.: „Załącznik 1 do Programu...”.

## **10. Możliwości zwiększenia efektywności oraz dywersyfikacji zasilania w energię ciepłą i elektryczną**

Na podstawie analizy dotychczasowej polityki energetycznej oraz szans wprowadzenia nowych rozwiązań w tym względzie, można wyodrębnić dwie grupy działań umożliwiających oszczędności oraz zróżnicowanie zasilania w energię. Pierwsza grupa to działanie pasywne, to znaczy nie tworzące energii, ale ograniczające jej zużycie. Można to osiągać głównie poprzez termomodernizację budynków komunalnych, a także promocję rozwiązań termomodernizacyjnych wśród właścicieli nieruchomości. Może się to odbywać przez akcje uświadamiające korzyści, lub stworzenie narzędzi i zachęt finansowych dla inwestorów. Druga grupa to pozyskiwanie środków oraz inwestorów w odnawialne źródła energii.

Jeśli brać pod uwagę sektor budownictwa, to odpowiada on za zużycie 40 % energii wykorzystywanej w Unii Europejskiej. Istnieją jednak technologie budowania samowystarczalnych energetycznie budynków. Za wzorcową w tym względzie uznaje się duńską wieś Stenelose w gminie Egedal, gdzie miejscowa rada gminy przeznaczyła obszar o powierzchni 76 hektarów pod budowę wyłącznie obiektów o niskim zużyciu energii. Wprowadziła ona rygorystyczne wymagania dla budynków powstających na tym terenie i wprowadziła jednocześnie system zachęt podatkowych wspierających wznoszenie budowli w energooszczędnych, ale droższych technologiach.

Warto zauważyć, że od 2021 roku wszystkie nowo budowane budynki mieszkalne powinny być samowystarczalne energetycznie o niemal zerowym zużyciu energii. Nowe obiekty dla władz publicznych spełniać muszą te wymogi już od roku 2018. Są to w warunkach polskich bardzo ambitne zamierzenia i należy brać pod uwagę możliwość, że system wsparcia budownictwa w nowych technologiach będzie musiała wspomagać też Gmina.

Dla uregulowania zużycia energii w budynkach wprowadzono dyrektywy 2002/91/UE Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej z dnia 16 grudnia 2002 r. dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) i 93/76/EWG z dnia 13 września 1993 r. dotyczącą ograniczenia emisji dwutlenku węgla (SAVE). Dla określenia charakterystyki energetycznej budynku stosuje się metodę zależną od regionu w jakim posadowiony jest budynek, jak i uwzględniającą izolacyjność materiałów, z których jest wykonana konstrukcja oraz inne elementy wpływające znacząco na zużycie energii. Klasę budynku wyznacza się przez porównanie parametrów budynku ocenianego z budynkiem referencyjnym, którego standard został określony w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002, Nr 75, poz. 690) [15.46]. Rozporządzenie wprowadza siedem klas energetycznych opisanych literami od A do G, dla których wyznaczenia posługuje się wskaźnikiem EP, jako sumą wskaźników częściowych zużycia energii w całkowitym bilansie energetycznym (tab. 40.).

Podstawą innowacyjności budownictwa plus-energetycznego są zastosowane w nim technologie. Po dokonaniu analizy warunków klimatycznych panujących na obszarze, na którym zlokalizowany jest budynek oraz uwzględniając przesłanki ekonomiczne inwestycji, możliwe będzie wykorzystanie w takich budynkach kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, pomp ciepła, mikrowiatraków, mikrokogeneracji, a nawet mikrobiogazowni.

**Tab. 40.** Kryteria klasyfikacji energetycznej budynku (*Criteria of building energy classification*)

| Wskaźnik charakterystyki Energetycznej EP | Klasa energetyczna budynku |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| $EP \leq 0,25$                            | A                          |
| $0,26 < EP \leq 0,5$                      | B                          |
| $0,51 < EP \leq 0,75$                     | C                          |
| $0,76 < EP \leq 1,0$                      | D                          |
| EP = 1 (Budynek referencyjny) klasa D     |                            |
| $1,01 < EP \leq 1,25$                     | E                          |
| $1,26 < EP \leq 1,50$                     | F                          |
| $EP \geq 1,51$                            | G                          |

Źródło: [15.46]

Koncepcję budynków dodatnich energetycznie rozważać możemy w praktyce dla budynków nowych. W domu pasywnym energię oszczędza się przede wszystkim w kontekście ogrzewania. Są to wartości 10 do 30 kWh w odniesieniu do metra kwadratowego na rok. Budynek taki posiada też energooszczędne układy produkcji ciepłej wody (woda użytkowa może być pozyskiwana z deszczówki) i ogólną racjonalizacją użytkowania energii elektrycznej. Oznacza to, że analiza źródeł oszczędności musi być przeprowadzona już na etapie projektowania domu. Na przykład ściany zewnętrzne budynku muszą mieć odpowiednią izolację zapewniającą, że współczynnik przenikania ciepła dla takiej przegrody będzie niższy od  $U < 0,14$ . Umożliwiające to technologie dziś dostępne na rynku to ocieplanie wełną mineralną i thermomur (budowanie z klocków twardego styropianu).

Dostosowanie istniejącego budynku do standardów budownictwa dodatniego lub zerowego (pasywnego) energetycznie powinniśmy zacząć od termomodernizacji, która dąży do maksymalizacji oszczędności energii poprzez minimalizację strat tej energii na takim poziomie, że niezależny system ogrzewania staje się zbędny. Obejmuje przede wszystkim zwiększenie własności izolacyjnych ścian, wymianę okien, zastosowanie wentylacji mechanicznej z kogeneracją, modernizację instalacji grzewczej. W miarę możliwości można też wyposażać takie budynki w instalacje produkujące energię. Należy pamiętać, że w dzisiejszych warunkach inwestycja w energooszczędność domu istniejącego zwraca się nie wcześniej jak po dziesięciu latach.

Dążąc do ograniczenia zużycia energii w sferze komunalnej, gmina Pietrowice Wielkie w latach wcześniejszych przeprowadziła już działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, przez modernizację oświetlenia ulicznego – zarówno w odniesieniu do źródeł światła, jak gminnej sieci przesyłu prądu.

## 11. Modernizacja budynków inwentarskich jako sposób ograniczenia energochłonności produkcji rolniczej

Budynek inwentarski jest złożonym systemem termodynamicznym, w którym poszczególne elementy, czyli zwierzęta, powietrze wewnętrzne, przegrody, ściółka, posadzka i grunt, są sprzężone termicznie. Głównymi parametrami wpływającymi na mikroklimat wewnątrz budynku są temperatura i wilgotność powietrza wewnętrznego. Bardzo istotnym elementem całego układu są zwierzęta, które emitują ciepło, wilgoć i domieszki gazowe do otoczenia [15.50].



Budownictwo inwentarskie charakteryzuje się jednym z najwyższych wskaźników zużycia energii, na co wpływ ma duża koncentracja procesów produkcyjnych. Możliwa jest poprawa bilansu energetycznego budynku inwentarskiego poprzez [15.49]:

- zastosowanie nowoczesnych materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych,
- wykorzystanie energii pochodzącej z wielu źródeł, szczególnie odnawialnych źródeł energii,
- opracowanie standardów typu konstrukcji i użytych materiałów oraz zastosowanych źródeł energii w zależności od przewidywanej lokalizacji obiektu w różnych strefach klimatycznych,
- zastosowanie takiego układu wieloźródłowego, którego sprawność będzie większa od sprawności poszczególnych źródeł,
- opracowanie metod zarządzania energią w budynku inwentarskim pochodzącą z wielu źródeł.

Przed przystąpieniem do modernizacji budynków inwentarskich należy rozpoznać ich umiejscowienie i stan techniczny. Najłatwiejsza w przeprowadzeniu jest modernizacja pod kątem poprawy warunków mikroklimatycznych, sprowadzająca się zazwyczaj do docieplenia budynków (głównie stropów), wykonania odpowiedniej wentylacji i oświetlenia. Bardziej skomplikowana jest modernizacja układu technologiczno-funkcjonalnego budynku oraz wprowadzenie nowego wyposażenia technologicznego, co jest ograniczone usytuowaniem budynku, jego konstrukcją, układem pomieszczeń, ciągów komunikacyjnych, które wymagają podejścia indywidualnego [15.51, 15.52]. Odpowiednio przeprowadzona modernizacja budynków inwentarskich przyczynia się do zmniejszenia energochłonności, co wpływa na poprawę bilansu energetycznego budynku.

Dodatkową modernizacją w budynkach inwentarskich jest wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań technologicznych, wykorzystujących odnawialne źródła energii. Tego typu unowocześnienia sprzyjają ograniczeniu wykorzystania paliw kopalnych w produkcji rolnej, a co za tym idzie nowoczesne gospodarstwa rolne stają się coraz bardziej samowystarczalne pod względem energetycznym.

Typowymi źródłami generującymi energię cieplną w produkcji mleka są np. zlewnia mleka ze zbiornikami do chłodzenia mleka, powietrze wentylacyjne obory lub maszynowni, myjnia instalacji udojowej, energia stałych i płynnych odchodów zwierzęcych [15.25, 15.47]. Jednak ciepło wytwarzane w budynkach inwentarskich jest zazwyczaj usuwane na zewnątrz i bezpowrotnie tracone. Poprzez modernizację budynków oraz inwestycje w odnawialne źródła energii można wykorzystać dodatkowy potencjał energii, który istnieje w rolnictwie i jego odpadach.

Wykorzystanie cieczerwych kolektorów słonecznych montowanych na dachach obór pozwala na uzyskanie mocy na poziomie nawet  $670 \text{ W/m}^2$ . Energia cieplna uzyskana poprzez zamontowanie dodatkowych urządzeń może być wykorzystana do mycia instalacji, pomieszczeń, lokalnego dogrzewania zwierząt, podgrzewania poideł, wody technologicznej, wody pitnej dla zwierząt, wody sanitarnej w pomieszczeniach technicznych i socjalnych, jak również ogrzewania pomieszczeń [15.47]. Innym przykładem może być rozwiązanie wykorzystujące pompę ciepła pracującą w układzie hybrydowym – pozyskiwanie energii cieplnej z gorącej wody myjącej instalację udojową oraz zbiornik na mleko wspomagane cieczerwym kolektorem słonecznym. Odzyskane ciepło może być wykorzystywane do podgrzewania wody pitnej dla zwierząt, co przyczynia się do wzrostu zdrowotności i wydajności mlecznej krów [15.47]. Pompy ciepła mogą być również zastosowane do odzysku ciepła odpadowego ze schładzanego mleka w schładzarkach zbiornikowych i nurnikowych [15.25].

Ponadto w budynkach inwentarskich, gdzie stosuje się podłoga egzotermiczne, czyli tzw. głęboką ściółkę pompy ciepła także znajdują zastosowanie. W wyniku procesów

fermentacyjnych zachodzących w tego typu podłożach można osiągnąć temperaturę dochodzącą nawet do 50 °C. W tej technologii utrzymania zwierząt warunki termiczne obornika nie ulegają zmianie podczas całego cyklu produkcyjnego. Wytworzona w ten sposób energia cieplna może być odbierana bez zakłócenia procesu fermentacji i wykorzystana do ogrzewania pomieszczeń inwentarskich, socjalnych, magazynowych, do ogrzewania wody pitnej dla zwierząt i wody technologicznej, a nawet do ogrzewania sąsiadującego budynku mieszkalnego w porach przejściowych (wiosna, jesień) [15.48]. Średnioroczna moc z 1 m<sup>2</sup> głębokiej ściółki wynosi ok. 20 W. Jednak proces ten nie może być przeprowadzony, gdy temperatura na zewnątrz spada poniżej -7 °C [15.48]. Podobnie zbiornik z gnojowicą może być wykorzystywany jako dolne źródło ciepła w technologiach stosujących pompy ciepła. W tym przypadku urządzenie odzyskuje ciepło pochodzące z fermentacji gnojowicy w zbiorniku zagłębionym oraz gruntu pod dnem zbiornika [15.53].

Stosowanie tego typu rozwiązań nie cieszy się jeszcze zbyt dużą popularnością i wymaga dalszego unowocześniania. Modernizacje budynków inwentarskich jest wymuszone nie tylko ze względów konstrukcyjnych, lecz także zmniejszeniem ich energochłonności. Dlatego też proponuje się propagowanie informacji na ten temat wśród zainteresowanych oraz głębszą analizę możliwości modernizacyjnych i monitorowanie wspierających te działania mechanizmów finansowych.

## **12. Analiza potencjału lokalnych zasobów naturalnych do produkcji energii ze źródeł odnawialnych**

Potencjał lokalnych zasobów energetyczny może być określony jako [15.43]:

- potencjał teoretyczny – czyli możliwy do wykorzystania pod warunkiem istnienia określonych urządzeń o wysokiej sprawności, braku ograniczeń technicznych, całkowitym dostępie do zasobów (przy założeniu, że nie jest wykorzystywany na inne cele),
- potencjał techniczny – możliwy do wykorzystania z technicznego punktu widzenia, przy istniejących w danym momencie urządzeniach, jednak nie określa ich opłacalności,
- potencjał ekonomiczny – jako ta część potencjału technicznego, której wykorzystanie jest technicznie uzasadnione.

Poniżej zostanie dokonana analiza teoretycznego potencjału lokalnych zasobów energetycznych. Największym potencjałem energetycznym oraz możliwościami rozwoju na terenie Gminy Pietrowice Wielkie charakteryzują się takie sektory, jak: energetyka wiatrowa, biomasa oraz energia słońca. Ponadto na uwagę zasługują pompy ciepła oraz możliwość ich wykorzystania na obszarach wiejskich.

Obecnie na terenie gminy nie wykorzystywana jest energia wiatru. Jednak planowana jest budowa po dwie siłownie wiatrowe po 1,5 MW każda w Cyprzanowie, Pawłowie, Samborowicach oraz trzy po 2-3 MW każda w Pietrowicach Wielkich. Zakładając, iż wiatraki te pracować będą przez 2100 godzin w ciągu roku, techniczny potencjał wynosi:

$$E = ((3 \times 2 \times 1,5MW) + (3 \times 2MW)) \times 2100h = 31,5 GWh/rok$$

Obecnie na terenie gminy nie istnieją instalacje wykorzystujące słomę na cele energetyczne. Biorąc pod uwagę strukturę ważniejszych zasiewów oraz zajmowany przez nie areal można wyliczyć teoretyczny plon słomy w ciągu roku (tab. 41.).

**Tab. 41.** Teoretyczny plon słomy wybranych roślin uprawnych

| Lp. | Roślina        | Powierzchnia upraw [ha] | Średni plon słomy [t/ha] | Teoretyczny plon słomy [t] |
|-----|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1.  | Pszenica ozima | 2407,66                 | 5,5                      | 13242,13                   |
| 2.  | Pszenica jara  | 2407,66                 | 4,3                      | 10112,17                   |
| 3.  | Jęczmień ozimy | 564,05                  | 4,8                      | 2707,44                    |
| 4.  | Jęczmień jary  | 564,05                  | 3,6                      | 2030,58                    |
| 5.  | Rzepak         | 654,25                  | 3,0                      | 1962,75                    |
| 6.  | Kukurydza      | 438,78                  | 15,0                     | 658,17                     |

Źródło: opracowanie własne na podstawie [15.8, 15.44]

Teoretyczny potencjał wykorzystania słomy na terenie Gminy Pietrowice Wielkie wynosi:

- dla zbóż:

$$Ezo = (13242,13 + 2707,44)[t] \times 13[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = 46,1 \text{ GWh/rok}$$

$$Ezj = (10112,17 + 2030,58)[t] \times 13[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = 35,1 \text{ GWh/rok}$$

- dla rzepaku:

$$Erz = 1962,75[t] \times 13[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = 5,7 \text{ GWh/rok}$$

- dla kukurydzy:

$$Ek = 658,17[t] \times 13[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = 1,9 \text{ GWh/rok}$$

Suma teoretycznego potencjału słomy zbóż, rzepaku oraz kukurydzy waha się w granicach 42,7-53,7 GWh/rok. Pod względem energetycznym 1,5 Mg słomy równoważny jest około jednej tonie węgla kamiennego [15.33]. Należy pamiętać, iż w pierwszej kolejności zbiory słomy powinny zaspokoić zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej (ściółka, pasza) oraz cele nawozowe (przeoranie), aby utrzymać zrównoważony bilans substancji organicznej w glebie.

Obecnie nie istnieją żadne dane na temat plantacji roślin energetycznych na terenie Gminy Pietrowice Wielkie. Ze względu na wysoką klasę bonitacyjną gleb na terenie gminy do wyliczenia teoretycznej energii, którą można pozyskać z tego rodzaju biomasy uwzględniono grunty zakwalifikowane jako ugory i odłogi. Z danych GUS wynika, iż ugory wynoszą 6,79 ha, natomiast odłogi 39,27 ha, co daje łącznie 46,06 ha [15.54].

Teoretyczną ilość energii, jaką możemy pozyskać z upraw energetycznych na terenie gminy Pietrowice Wielkie wynosi:

$$Eue = Aue[ha] \times 30[t \text{ s.m.}/ha/3lata] \times 18[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = (39,27[ha] + 6,79[ha]) \times 30[t \text{ s.m.}/ha] \times 18[GJ/t] \times \frac{80\%}{3600} = 5,53 \text{ GWh/rok},$$

gdzie:

Aue [ha] – dostępny areal pod uprawy energetyczne,

3 lata – rotacyjność uprawy,

30 [t s.m./ha] – plony upraw energetycznych z 1 ha przy zbiorze raz na 3 lata,

18 GJ/t – wartość energetyczna peletów z upraw energetycznych,

80 % – sprawność urządzenia.

Ponadto na terenie Gminy Pietrowice Wielkie istnieją wskazania do uprawy roślin energetycznych, na glebach IIIB, IV i V klasy.

Natomiast ilość drewna odpadowego z sadów wynosi 10,15 m<sup>3</sup>, co daje teoretyczny potencjał energii w wysokości:

$$E_{og} = 0,35[m^3/ha] \times 29[ha] \times 8[GJ/m^3] \times \frac{60\%}{3600} = 0,01 GWh/rok$$

Potencjał lokalnych zasobów energetycznych upraw energetycznych, jak również drewna odpadowego z sadów, nie stanowi istotnego udziału w bilansie energetycznym gminy. Jednak może być wykorzystany indywidualnie, jako uzupełniające źródło energii.

Innym sposobem wykorzystania energii zawartej w biomasie jest jej przetworzenie w biogazowaniach rolniczych. Na terenie gminy znajduje się ok. 2425 sztuk bydła i 4826 sztuk trzody chlewnej [15.8, 15.54]. Techniczny potencjał do pozyskania energii biogazu rolniczego z odchodów zwierzęcych w przeliczeniu na SD wynosi:

- dla bydła:

$$E = 2425 [SD] \times 1,5 \times 365[m^3/rok] \times 23[MJ/m^3] \times \frac{80\%}{3600000} = 6,79 GWh/rok$$

- dla trzody chlewnej:

$$E = (4826 \times 0,3) [SD] \times 1,5 \times 365[m^3/rok] \times 23[MJ/m^3] \times \frac{80\%}{3600000} = 4,05 GWh/rok$$

$$\sum E = 6,79 GWh/rok + 4,05 GWh/rok = 10,84 GWh/rok$$

Od 1 SD można uzyskać 20 m<sup>3</sup> gnojowicy w ciągu roku oraz ok. 10 kg obornika, co odpowiednio wynosi 519456 m<sup>3</sup> gnojowicy oraz 3872,8 kg obornika w przeliczeniu na SD. Z 1 m<sup>3</sup> gnojowicy można uzyskać średnio 20 m<sup>3</sup> biogazu, natomiast z 1 m<sup>3</sup> obornika – 30 m<sup>3</sup>. Powszechnie uznaje się, iż małe biogazownie rolnicze są opłacalne ekonomicznie, gdy gospodarstwa zajmujące się produkcją roślinną posiadają minimalną powierzchnię ok. 100 ha, natomiast produkcją zwierzęcą – ok. kilku tysięcy DJP.

Głównymi producentami rolnymi są rolnicy indywidualni (ok. 60 % powierzchni gruntów), pozostała część znajduje się w użytkowaniu pięciu spółdzielni produkcyjnych. To właśnie gospodarstwa o większym areale powinny rozważyć budowę biogazowni rolniczej jako alternatywę utylizacji odpadów z produkcji oraz produkcję „zielonej” energii na własne potrzeby, a nadwyżka mogłaby być oddawana do lokalnej sieci elektroenergetycznej.

Z informacji uzyskanych z Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich wiadomo, że na terenie gminy wykorzystywane są indywidualne instalacje kolektorów słonecznych małej mocy, na cele podgrzania ciepłej wody użytkowej. Proponuje się dalsze promowanie tego alternatywnego źródła energii, jako dodatkowego systemu do ogrzania wody w indywidualnych gospodarstwach domowych. Kolektor słoneczny o powierzchni 6 m<sup>2</sup> może zaopatrzyć w ciepłą wodę czteroosobową rodzinę, mogąc wytworzyć 35000 l wody o temperaturze 65 °C rocznie [15.22]. Ponadto kolektory słoneczne w warunkach polskich mogą być wykorzystane w rolnictwie, w takich sektorach jak:

- suszarstwo (duszenie siana, ziarna zbóż i roślin nie zbożowych, suszenie owoców i warzyw, ziół, roślin energetycznych i trocin),
- produkcja zwierzęca (podgrzewanie wody użytkowej, przygotowania pasz, pojenia zwierząt, ogrzewania budynków inwentarskich).

Poza tym na terenie Gminy Pietrowice istnieje potencjał wykorzystania pomp ciepła, zarówno na potrzeby budownictwa indywidualnego, jak i rolnictwa. Jednym z praktycznych sposobów wyznaczenia mocy grzewczej jest posłużenie się jednostkowym zapotrzebowaniem na ciepło [15.55]. Do jego określenia posługujemy się wzorem:

$$Q = F \times q, \text{ gdzie:}$$

Q – zapotrzebowanie na ciepło [kW],

F – ogrzewana powierzchnia w m<sup>2</sup>,

q – moc jednostkowa [kW/m<sup>2</sup>].

W poniższej tabeli przedstawione zostały wartości mocy jednostkowej w zależności od stanu technicznego (tab. 42.).

**Tab. 42.** Moc jednostkowa w budownictwie jednorodzinnym

| <b>Moc jednostkowa [kW/m<sup>2</sup>]</b> | <b>Charakterystyka</b>                                                    |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 0,120                                     | Stare budownictwo bez izolacji termicznej i ze zwykłą tradycyjną stolarką |
| 0,080                                     | Stare budownictwo z nowoczesnymi oknami zespolonymi                       |
| 0,060                                     | Stare budownictwo z ociepleniem ścian i oknami zespolonymi                |
| 0,050                                     | Domy wykonane zgodnie z aktualnymi normami                                |
| 0,035                                     | Domy niskoenergetyczne                                                    |

*Źródło: [15.55]*

Na potrzeby opracowania wyznaczono jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło trzech budynków  $Q_1$  (stare budownictwo bez izolacji termicznej),  $Q_2$  (stare budownictwo z ociepleniem ścian i oknami zespolonymi) oraz  $Q_3$  (dom niskoenergetyczny). Przyjęto jednakową powierzchnię 100 m<sup>2</sup>. Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło przyjętych budynków wynosi kolejno:

$$Q_1 = 100\text{m}^2 \times 0,120 = 12\text{kW}$$

$$Q_2 = 100\text{m}^2 \times 0,060 = 6\text{kW}$$

$$Q_3 = 100\text{m}^2 \times 0,035 = 3,5\text{kW}$$

Jak wynika z powyższych obliczeń najmniejsze zapotrzebowanie na ciepło występuje w domach niskoenergetycznych. Wynika z tego, iż termomodernizacja budynków, zarówno indywidualnych, jak i użyteczności publicznej przekłada się na bilans energetyczny, a co za tym idzie niższe straty energii.

Znając konieczną moc grzewczą można odpowiednio dobrać pompę ciepła, uwzględniając dodatkowe zapotrzebowanie mocy cieplnej na potrzeby podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Przyjmuje się, że średnie zużycie wody w gospodarstwie domowym wynosi 30-60 litrów na osobę przy temperaturze 45 °C oraz 20-40 litrów przy temperaturze 60 °C. Odpowiada to zapotrzebowaniu mocy pompy ciepła to ok. 0,3 kW na osobę. W związku z czym moc grzewczą pompy ciepła potrzebną do przygotowania ciepłej wody użytkowej należy wyliczyć mnożąc liczbę osób w budynku przez 0,3 kW.

Pompy ciepła mogą być z powodzeniem używane jako dodatkowe źródło ciepła, tym bardziej, że na terenie Gminy Pietrowice Wielkie istnieje dodatkowy potencjał zastosowania tych urządzeń w budynkach inwentarskich (rozdz. 11).

### 13. Powiązania infrastrukturalne oraz współpraca z innymi gminami

Gmina Pietrowice Wielkie graniczy z dwoma gminami położonymi na terenie województwa opolskiego (Kietrz, Baborów) oraz trzema zlokalizowanymi w województwie śląskim: od północy – Gmina Rudni, od wschodu – Gmina Racibórz, od południa – Gmina Krzanowice. Ponadto południowa część granicy administracyjnej gminy jest jednocześnie granicą państwa (czeskie starostwo Sudice).

Na terenie gminy dostępne są dwa nośniki sieciowe – energia elektryczna oraz gaz ziemny, w pozyskiwaniu których część gmin korzysta z tej samej infrastruktury technicznej. Przez teren Gminy Kietrz, Pietrowice Wielkie oraz Racibórz przebiega gazociąg wysokiego ciśnienia obsługiwany przez przedsiębiorstwo GAZ-System Świerklany. Współpraca między



gminami w zakresie systemu gazowniczego powinna odbywać się przy współudziale Górnośląskiej Spółki Gazownictwa z oddziałem w Zabrze.

W przypadku zaopatrzenia gminy w energię elektryczną część sieci elektroenergetycznej odprowadzona jest ze stacji 110/15 kV zlokalizowanej w Kietrze. Firma Vattenfall Distribution Poland S.A. w latach 2012-2013 planuje modernizację funkcjonującej aktualnie linii 110 kV Studzienna- Polska Cerekiew. Związane jest to z przyłączeniem farm wiatrowych, co realizowane będzie na terenie gmin: Racibórz, Pietrowice Wielkie oraz Rudnik. Współpraca w zakresie systemu elektroenergetycznego powinna odbywać się przy współudziale Vattenfall Distribution Poland S.A. w Gliwicach.

Ponadto Gmina Pietrowice Wielkie współpracuje z gminami Kietrz, Racibórz oraz Krzanowice w ramach gospodarki ściekowej. Ścieki z terenu gminy wytworzone są wozami asenizacyjnymi do oczyszczalni zlokalizowanych w w/w gminach. W trakcie realizacji jest utworzenie Aglomeracji Krzanowice oraz rozbudowa istniejącej oczyszczalni ścieków w Krzanowicach, do której będą doprowadzane ścieki z kilku miejscowości z terenu Gminy Pietrowice Wielkie (Cyprzanów, Kornice, Lekartów, Maków, Pietrowice Wielkie oraz Samborowice).

Odpady komunalne z gminy Pietrowice Wielkie wytworzone są na składowisko zlokalizowane w Kietrze, czym zajmuje się Firma Naprzód.

Na obszarze Gmin Pietrowice Wielkie oraz Rudnik funkcjonuje Stowarzyszenie Lokalna Grupa Działania, która działa na rzecz odnowy i rozwoju wsi, poprzez aktywizację mieszkańców.

Proponuje się nawiązanie współpracy z ościennymi gminami w zakresie rozwoju sieci odnawialnych źródeł energii. Jednym z nich może być budowa małej biogazowni rolniczej, w której mogłyby być utylizowane odpady z produkcji rolniczej (odchody zwierzęce – gnojowica, gnojówka, obornik, odpady z produkcji roślinnej – kiszonki, resztki pożywnie, etc) oraz przetwórstwa rolno-spożywczego, czy rzeźni. Z jednej strony można byłoby w przyjazny dla środowiska sposób pozbyć się uciążliwych odpadów, wyprodukować „zieloną” energię, z drugiej otrzymać pełnowartościowy nawóz organiczny, który mógłby być wykorzystany na okolicznych gruntach ornych. Ponadto istnieje jeszcze potencjał lokalnych zasobów biomasy, którą można wykorzystać na cele energetyczne (np. drewno odpadowe, zrębki drewna, utworzenie plantacji roślin energetycznych, nadwyżka słomy) i użytkowanie jej w małych lub średnich kotłowniach, w procesie współspalania z węglem.

#### **14. Rekomendacje dla władz gminy i mieszkańców w kwestii zwiększenia efektywności wykorzystania energii**

Niniejsze opracowanie ma na celu wskazanie możliwych rozwiązań zmierzających do efektywnego gospodarowania energią elektryczną, ciepłem oraz paliwami gazowymi. Zarówno samorząd gminny, jak i sami mieszkańcy mogą przyczynić się do polepszenia bilansu energetycznego Gminy Pietrowice Wielkie. Poniższe wnioski nie mają charakteru deklaratorywnego i należy je rozpatrywać mając na względzie wieloletni okres obowiązywania opracowania. Można to osiągnąć poprzez:

1. Uwzględnienie w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego konieczności powstawania rezerw terenu dla infrastruktury technicznej, związanej z rozbudową istniejących sieci przesyłowych (stacji transformatorowych, linii elektroenergetycznych, gazociąg). Ponadto należy przewidzieć możliwość ustytuowania planowanej infrastruktury technicznej w obrębie tras komunikacyjnych.
2. Rozważenie współpracy z gminami sąsiadującymi w ramach zaopatrzenia w energię elektryczną i paliwa gazowe, w celu rozbudowy sieci na niektórych obszarach przygranicznych.



3. Współpraca między gminami może również obejmować wykorzystanie biogazu, jako źródła energii wykorzystywanej do suszenia odpadów pościelowych.
4. Gmina pełnić może ważną rolę w działaniach związanych z edukacją ekologiczną, projektach ekologicznych na rzecz rozwoju OZE, upowszechnianie informacji nt. nowoczesnych technologii, racjonalnego wykorzystania energii oraz dopłat na rzecz OZE.
5. Ewentualne powołanie doradcy energetycznego dla Gminy. Może on koordynować już wymienione działania, jak i uczestniczyć aktywnie w procesach informacyjnych skierowanych do mieszkańców gminy w zakresie oszczędnego gospodarowania energią, wykorzystania odnawialnych źródeł energii zarówno w gospodarstwach indywidualnych, jak i budynkach użyteczności publicznej. Z jego zadaniami wiązać by się musiały sprawy edukacji w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach wiejskich i gospodarstwach rolniczych. Rola Doradcy musiałaby wykraczać znacznie poza działania informacyjne, ale służyć także pomocą w realnych decyzjach dotyczących wymiany źródeł ciepła, termomodernizacji, zmniejszenia energochłonności budynków, etc. Doradcą może być powołany przez Gminę Pełnomocnik albo firma zewnętrzna.
6. W związku z bezpieczeństwem energetycznym w zakresie pewności dostaw paliw i energii o określonej jakości dla obecnych i przyszłych mieszkańców władze Gminy mogą rozwijać programy racjonalizacji użytkowania energii.
7. Samorząd gminny, jak i mieszkańcy powinni dążyć do sukcesywnego eliminowania paliw konwencjonalnych (m.in. węgiel) na rzecz niekonwencjonalnych (biomasa, energia słoneczna, energia wiatrowa etc.). Zwiększenie udziału OZE w bilansie energetycznym gminy można osiągnąć m.in. poprzez wykorzystanie biomasy do celów ogrzewania, a energii słonecznej do przygotowania ciepłej wody użytkowej, zarówno w gospodarstwach indywidualnych, jak i budynkach użyteczności publicznej.
8. Prowadzenie działań wspierających termomodernizację oraz organizację działań zmierzających do modernizacji źródeł ciepła (może opracowanie programu dla gminy w tym zakresie).
9. Zmiana oświetlenia ulicznego, na bardziej energooszczędne.
10. Opracowanie programu gminnego w zakresie wykorzystania biomasy na cele grzewcze, z uwzględnieniem nowoczesnych, wysokosprawnych technologii (m.in. technologia współspalania biomasy) w indywidualnych gospodarstwach domowych.
11. Rozważenie możliwości założenia upraw energetycznych na terenach zakwalifikowanych do kategorii odłogi i ugory, czyli w Gminie Pietrowice Wielkie 46,06 ha.
12. Poprawa jakości powietrza poprzez likwidację źródeł niskiej emisji, poprzez eliminowanie ich źródeł (wprowadzanie nowoczesnych kotłów).
13. Usprawnienie sposobu komunikacji ze społeczeństwem, w celu zwiększenia akceptacji dla wdrożenia nowych technologii zaopatrzenia gminy w energię elektryczną, paliwa gazowe oraz ciepło.
14. Kultywowanie idei eko-targów, jako elementów edukacji ekologicznej oraz promocji ekologicznych nośników energii oraz technologii termomodernizacyjnych budynków.

## 15. Bibliografia

- 15.1 Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2002 roku, WIOŚ, Katowice 2003.
- 15.2 Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2004 roku, WIOŚ, Katowice 2005.
- 15.3 Raport o stanie środowiska w województwie śląskim w 2006 roku, WIOŚ, Katowice 2007.
- 15.4 Program Ochrony Środowiska Gminy Pietrowice Wielkie, Pietrowice Wielkie 2009.
- 15.5 Program Ograniczenia Niskiej Emisji Gminy Pietrowice Wielkie na lata 2010-2013, Pietrowice Wielkie 2010.
- 15.6 Informacje z Urzędu Gminy w Pietrowicach Wielkich na temat aglomeracji Amandów.
- 15.7 Projekt Planu Aglomeracji Krzanowice, styczeń 2008.
- 15.8 Program Rozwoju Lokalnego Gminy Pietrowice Wielkie
- 15.9 Kowal A., Świdorska-Bróz M., 2005. Oczyszczanie wody. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 614.
- 15.10 Schlegel H., 2005. Mikrobiologia ogólna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 736.
- 15.11 Informacje z Górnośląskiej Spółki Gazownictwa sp. z o.o., Oddział Zakład Gazowniczy w Zabrze
- 15.12 Internet <http://mapa.gaz-system.pl/mapa.aspx> (1. marca 2011r.)
- 15.13 Rozporządzenie Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2006 r. Nr 137 poz. 984)
- 15.14 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 1999 r. Nr 43 poz. 430)
- 15.15 Plan Odnowy miejscowości Pietrowice Wielkie, Pietrowice Wielkie 2009 r.
- 15.16 Informacje z Górnośląskiej Spółki Gazownictwa, Oddział Zakład Gazowniczy w Zabrze
- 15.17 Informacje z Vattenfall Distribution Poland S.A., Oddział w Gliwicach
- 15.18 Energetyka wiatrowa w Polsce, Raport, listopad 2010.
- 15.19 Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A., 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków – Lublin – Warszawa, 2003.
- 15.20 Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2007 r. Nr 61 poz. 417)
- 15.21 Planowanie energetyczne narzędziem zrównoważonego rozwoju w gminie, 2006. Materiały szkoleniowe Bałtyckiej Agencji Poszanowania Energii, Gdańsk.
- 15.22 Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego. Przewodnik dla samorządów terytorialnych i inwestorów, 2003. Europejskie Centrum Energii Odnawialnej (EC BREC/IBMER), Warszawa.
- 15.23 Halina Lorenc, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Opracowanie 2001, Warszawa
- 15.24 Internet <http://www.cire.pl/> (12.03.2011 r.)
- 15.25 Kupczyk A., Osiak J., Wojciekowski S., 2001. Pompy ciepła odzysk ciepła odpadowego w technologii produkcji mleka. Technika Rolnicza, nr 1/2001, s. 14 – 16.

- 15.26 Kwasiborski M., 2010. Opłacalność inwestycji w kolektory słoneczne. Polski Instalator.
- 15.27 Ney R., Sokołowski J., 1992. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polska Akademia Nauk, Kraków.
- 15.28 Sokołowski J., 2002. Energetyka geotermalna. Polska Geotermalna Asocjacja, Kraków.
- 15.29 Internet <http://www.pga.org.pl/> (17.03.2011 r.)
- 15.30 Butkowski M., 2006. Energetyka wodna podstawowym źródłem energii odnawialnej w Polsce. Polskie sieci Energetyczne – Wschód Sp. z o.o.
- 15.31 Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonego w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz. U. 2010 Nr 34 poz. 182)
- 15.32 Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego
- 15.33 Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M., 2009. Technologie bioenergetyczne. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- 15.34 Ścigała W., 2007. Słoma – cenny nawóz. Zachodniopomorski Magazyn Rolniczy, nr 22 lipiec/sierpień 2007, s. 39-40.
- 15.35 Denisiuk W., 2007. Brykiety/pelety ze słomy w energetyce. Inżynieria Rolnicza 9(97)/2007, s. 41-47.
- 15.36 Faber A., Kuś J., Matyka M., 2009. Upraw roślin na cele energetyczne. Vattenfall Heat Poland, Warszawa.
- 15.37 Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszk-Popławska A., Wiśniewski G., 2009. Biogaz rolniczy – produkcji i wykorzystanie. Mazowiecka Agencja Energetyczna, Warszawa.
- 15.38 Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung (Biogaz – produkcja, wykorzystanie), 2006. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Gülzow. ISBN 3-00-041333-5
- 15.39 Piątek R., 2005. Produkcja i energetyczne wykorzystanie biogazu – przykłady nowoczesnych technologii. Materiały konferencji naukowo-technicznej pt. Odnawialne źródła energii w województwie śląskim. Zasoby, techniki i technologie oraz systemy wykorzystania OZE, Katowice 22 kwietnia 2005.
- 15.40 Szlachta J., 2007. Możliwości produkcji biogazu na bazie surowców rolniczych. Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław.
- 15.41 Internet <http://www.biogaz.com.pl/index.php/home/66-substraty> (20.11.2010 r.)
- 15.42 Głodek E., Kalinowski W., Janecka L., Werszler A., Garus T., Kościanowski J., 2007. Pozyskiwanie i energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego. Część I – proces technologiczny. Praca wykonana w ramach projektu nr Z/2.16/II/2.6/16/06. Opolskie Centrum Transferu Innowacji w zakresie Materiałów Budowlanych i Odnawialnych Źródeł Energii, Opole.
- 15.43 Planowanie energetyczne na szczeblu lokalnym i regionalnym z uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii, 2002. Europejskie Centrum Energii Odnawialnej, Warszawa.
- 15.44 Giera J., 2008. Wartość a cena słomy. Zachodniopomorski Magazyn Rolniczy, nr 35, s. 34-35.
- 15.45 Internet <http://www.slaskie.pl/szt/pl/historia.php> (06.04.2011 r.)

- 15.46 Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. 2002 Nr 75 poz. 690)
- 15.47 Szulc R., Markiewicz K., 2010. Badania dwusystemowego odzysku ciepła w oborze bydła mlecznego. XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych, ochrony środowiska i standardów UE, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Warszawa, s.159-164.
- 15.48 Domagalski Z., Pleskot R., Podleski J., Rzeźnik W., 2010. Głęboka ściółka jako źródło energii cieplnej do ogrzewania budynku mieszkalnego. XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych, ochrony środowiska i standardów UE, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Warszawa, s. 252-256.
- 15.49 Myczko A., Kreis-Tomczak K., Pawlak S., Rzeźnik W., 2005. Budynek inwentarski z dodatnim bilansem energetycznym. Inżynieria Rolnicza. Nr 1 (61), s. 109-116.
- 15.50 Radoń J., 2005. Prognozowanie kształtowania się mikroklimatu budynków inwentarskich – możliwości i ograniczenia. Inżynieria Rolnicza. Nr 7 (67), s. 245-253.
- 15.51 Dobkowski A., Staśkiewicz K., 2002. Obory dla krów – podstawowe wymagania technologiczne i techniczne, poradnik. BISPROL, Warszawa, ss. 146.
- 15.52 Dobkowski A., Staśkiewicz K., 2008. Budynki dla bydła. Podstawowe wymagania technologiczne i techniczne oraz przykłady rozwiązań, poradnik. Warszawa, ss. 207.
- 15.53 Piotrkowski M., 2001. Ciepło z gnojowicy? Pompy ciepła. Technika Rolnicza nr 6/2001, s. 23-24.
- 15.54 Internet:  
[http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/katow/ASSETS\\_nsp\\_19\\_n\\_pietrowicewielkie.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/katow/ASSETS_nsp_19_n_pietrowicewielkie.pdf)  
(11.04.2011 r.)
- 15.55 Oszczak W., 2005. Jak taniej ogrzać dom. Wydawnictwo komunikacji i Łączności, Warszawa, ss. 180.
- 15.56 Ustawa Prawo Energetyczne z dnia 1 stycznia 2011 r. (Dz. U. z 2010 r. Nr 21 poz. 104)
- 15.57 Wójcicki Z, 2001. Metody badani i ocena przemian w rozojowych gospodarstwach rodzinnych. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej i Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Kraków, ss. 136.
- 15.58 Internet: [http://turystyka.silesia-region.pl/oze/oze\\_2.pdf](http://turystyka.silesia-region.pl/oze/oze_2.pdf) (28.04.2011 r.)