



15 Sierpień 2025, Gdańsk

Klaster Energii Chojnice KONCEPCJA





1. SPIS TREŚCI:

1. Spis treści	2
2. Wprowadzenie	5
3. Klaster Energii Chojnice	7
3.1. Definicja klastra energii (zgodna z ustawą o OZE)	7
3.2. Koordynator Klastra Energii	10
3.3. Podmioty tworzące klaster - uczestnicy	14
3.4. Klastry jako element polityki unijnej i krajowej	18
4. Koncepcja Prawna	21
4.1. Stan faktyczny, pytania prawne	21
4.2. Wstęp	22
4.3. Sposoby i formy zawiązania i powołania klastra energii	22
4.4. Podstawy prawne funkcjonowania	23
4.5. Ograniczenia dotyczące wielkości	24
4.6. Rodzaje i rola członków porozumienia	25
4.7. Rola i forma działalności koordynatora	25
4.8. Rejestracja klastra energii	26
4.9. Taryfy rozliczeniowe - URE, przesył energii wewnątrz klastra	27
5. Funkcje klastra	32
5.1. Produkcja, dystrybucja i konsumpcja energii lokalnej	32
5.2. Optymalizacja bilansu energetycznego	35
5.3. Rozwój lokalnych OZE i poprawa efektywności energetycznej	37
5.4. Innowacje (wodorowe, cyfrowe, magazynowanie, DSR)	38
6. Mechanizmy działania	40
6.1. Inteligentne systemy pomiarowe i zarządzające (e-Vision)	40
6.2. Obieg energii i rozliczenia wewnątrz klastra (ECM)	44
6.3. Współpraca z operatorem systemu dystrybucyjnego (OSD)	48
6.4. Taryfy wewnętrzne klastra Chojnice	50



1. SPIS TREŚCI:

7. Koncepcja wodorowa dla K.E. Chojnice	52
7.1. Wprowadzenie	52
7.2. Rola Wodoru w systemie energetycznym miasta	52
7.3. Techniczne założenia projektu	57
7.4. Integracja z infrastrukturą	60
7.5. Korzyści i przyszłość	62
7.6. Przyszły rozwój	67
7.7. Podsumowanie	68
8. Technologia	69
8.1. OZE	69
8.1.1. Fotowoltaika	69
8.1.2. BIPV	71
8.1.3. Turbiny wiatrowe	73
8.1.4. Biogazownie	75
8.1.5. Przetwarzanie odpadów	77
8.2. Technologia wodorowa	79
8.3. Magazyny Energii	84
8.4. Kogeneracja	85
9. Smart City i AI	88
10. Potencjalna struktura Klastra Energii Chojnice	90
10.1. Stadion Miejski „KOLEJARZ 1926”	103
10.2. Ul. Angowicka - targowisko	105
10.3. Szkoła Podstawowa nr 5 im. Jarosza Hieronima Derdowskiego	107
10.4. Szkoła Podstawowa nr 5 im. Jarosza Hieronima Derdowskiego - Parking	109
10.5. Ul. Rzepakowa - boisko sportowe	111
10.6. Żłobek Miejski nr 2 w Chojnicach	113
10.7. Szkoła Podstawowa nr 8 im. Jana Pawła II	115
10.8. Ul. Huberta Wagnera - Hala Widowiskowo - Sportowa	117
10.9. Centrum Park Chojnice Sp. z o.o	119
10.10. Ul. Żwirki i Wigury - plac zabaw	121
10.11. Ul. Towarowa - Dworzec autobusowy	123



1. SPIS TREŚCI:

10.12. Ul. Młodzieżowa - targowisko	125
10.13. Szkoła Podstawowa nr 7 im. Jana Karnowskiego w Chojnicach	127
10.14. Szkoła Podstawowa nr 1 z Oddziałami Integracyjnymi im. J. Rydzkowskiego	129
10.15. Chojnickie Centrum Kultury- budynek i parking	131
10.16. Zespół Szkolno - Przedszkolny nr 3 w Chojnicach	133
10.17. Stadion sportowy - MKS CHOJNICZANKA 1930 S.A	135
10.18. Ul. Jedności - Boisko „Orlik 2012”	137
10.19. Ul. Zielona - plac separatorów	139
10.20. Plac Piastowski 27a - Miejskie Wodociągi Sp. z o.o	141
10.21. Ul. Angowicka 53 - Miejski Zakład Komunikacji Sp. z o.o	143
10.22. Ul. Ceynowy – bloki	145
10.23. Ul. Młodzieżowa, ul. Sportowa - bloki	147
10.24. Ul. Igielska - teren Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin	149
10.25. Rejon ul. Przemysłowej - budynki	151
10.26. Ul. Obrońców Chojnic – bloki	153
10.27. Ul. Wielewska - bloki	155
10.28. Ul. Książąt Pomorskich – bloki	157
10.29. Ul. Kartuska - bloki	159
10.30. Ul. Jana Pawła II – bloki	161
10.31. Ul. Bruska 3 – blok	163
10.32. Ul. Filomatów – bloki	165
10.33. Ul. Czarna Droga - teren Instytutu i Aklimatyzacji Roślin oraz plac separatorów	167
10.34. Zbiornik retencyjny „Sobierajczyka”	169
10.35. Ul. Parkowa - parking	171
10.36. Zbiornik retencyjny „Fatimska”	173
10.37. Zbiorniki retencyjne „Zachodni” oraz zb. ret „Zachodni-Człuchowska”	175
10.38. Zbiornik retencyjny – „Karolewo”	177
10.39. Plac Niepodległości - parking	179
10.40. Ul. Okrężna - parking oraz teren zielony	181
10.41. Ul. Kościerska - parking przy cmentarzu komunalnym	183



1. SPIS TREŚCI:

10.42. Ul. Ceynowy - parking	185
10.43. Ul. Pokoju Toruńskiego - teren Spółdzielni Mieszkaniowej	187
10.44. Plac Jagielloński - parking	189
10.45. Ul. Nowe Miasto - parking	191
10.46. Ul. Mickiewicza- parking	193
10.47. Ul. Młodzieżowa - parking przy Szkole Podstawowej nr 8 im. Jana Pawła II	195
10.48. Ul. Książąt Pomorskich- parking	197
10.49. Ul. Rzepakowa - parking	199
10.50. Ul. 3 Maja - parking	201
10.51. Ul. Dworcowa - parking przy Dworcu Kolejowym	203
10.52. Ul. Huberta Wagnera - Kryte lodowisko (projekt)	205
11. Taryfy rozliczeniowe Klastra Energii Chojnice	207
12. Wstępna analiza przychodów	209
13. Wstępna analiza kosztów OZE - budżetowanie	212
14. Wstępna analiza uzasadniająca powstanie klastra	215
15. Korzyści ekologiczne	217
16. ESG i Zrównoważony rozwój	218
17. Metodologia finansowania	220
18. Oferta i nowi uczestnicy	223
19. Bezpieczeństwo	225
20. Bilansowanie nadwyżek - produkcja zielonego wodoru	228
21. Road Mapa rozwoju	230
22. Podsumowanie menadżerskie	232
23. Słownik	234
24. Autorzy	241



2. WPROWADZENIE

Chojnice to miasto o długiej tradycji gospodarczej, administracyjnej i kulturowej, które od wielu lat pełni funkcję regionalnego centrum życia społecznego i ekonomicznego. Położone na styku Borów Tucholskich i Pojezierza Kaszubskiego, w bezpośrednim sąsiedztwie licznych jezior, parków krajobrazowych i obszarów cennych przyrodniczo, Chojnice przyciągają zarówno mieszkańców regionu, jak i turystów. Miasto znane jest z wysokiej jakości przestrzeni publicznej, dobrze zorganizowanego transportu i coraz silniejszej orientacji na zrównoważony rozwój.

W Chojnicach skupia się dynamicznie rozwijająca się infrastruktura edukacyjna, usługowa i przemysłowa. Miasto dysponuje znaczącym potencjałem logistycznym – leży na przecięciu ważnych szlaków komunikacyjnych, z dogodnym dostępem do sieci kolejowej i transportu drogowego. Bliskość Pojezierza Charzykowskiego oraz dostęp do terenów rekreacyjnych wzmacniają atrakcyjność Chojnic jako ośrodka całorocznego, nie tylko dla mieszkańców, ale także dla turystów i biznesu.

Chociaż Chojnice nie posiadają dostępu do morza ani rozbudowanej infrastruktury portowej, ich potencjał rozwoju tkwi w efektywnym wykorzystaniu lokalnych zasobów, terenów inwestycyjnych oraz dobrze rozwiniętej sieci obiektów komunalnych, które mogą pełnić kluczową rolę w systemie bilansowania i zarządzania energią.

Podobnie jak wiele polskich miast średniej wielkości, Chojnice mierzą się z rosnącymi kosztami energii, ograniczeniami infrastruktury przesyłowej oraz koniecznością wdrażania rozwiązań, które pozwolą zwiększyć niezależność energetyczną miasta. Zmienność rynku energii, rosnące ceny uprawnień do emisji CO₂ oraz coraz większe wymagania związane z polityką klimatyczną wymuszają na samorządach poszukiwanie nowych modeli zarządzania energią.

W odpowiedzi na te wyzwania w Chojnicach rozpoczęto prace nad budową lokalnego klastra energii, który umożliwi stworzenie regionalnego rynku energetycznego. Celem klastra nie jest budowa pojedynczych instalacji, lecz zaprojektowanie zintegrowanego systemu produkcji, dystrybucji i konsumpcji energii, który działa na poziomie miasta i otaczających je gmin. Klaster w Chojnicach ma być platformą współpracy pomiędzy samorządem, lokalnymi firmami, instytucjami publicznymi oraz mieszkańcami, opartą na przejrzystych zasadach, wspólnym interesie i modelu korzystnych rozliczeń wewnętrznych.



2. WPROWADZENIE

W ramach klastra planuje się rozwój rozproszonych instalacji fotowoltaicznych, budowę magazynów energii oraz tworzenie wysp energetycznych, które będą samodzielnie bilansować energię w czasie rzeczywistym. Szczególne miejsce w koncepcji klastra zajmuje wdrożenie inteligentnych systemów zarządzania energią, w tym telematyki, automatycznych systemów rozliczeń (e-Vision, ECM) oraz analiz zużycia energii w oparciu o dane zebrane bezpośrednio z instalacji. Takie podejście zapewni nie tylko precyzyjne bilansowanie produkcji i zużycia, ale również umożliwi dynamiczną optymalizację pracy całego systemu.

Dla mieszkańców Chojnic oznacza to dostęp do tańszej energii, większą stabilność cen oraz możliwość korzystania z lokalnych, zeroemisyjnych źródeł. Dla przedsiębiorców uczestnictwo w klastrze to szansa na redukcję kosztów działalności, wyższą przewidywalność rachunków oraz poprawę wskaźników środowiskowych w raportach ESG.

Koncepcja klastra w Chojnicach szczególną uwagę poświęca również rozwojowi technologii wodorowych. Planowane jest wdrożenie produkcji zielonego wodoru, który może być wykorzystywany zarówno do zasilania transportu publicznego, jak i jako magazyn energii dla budynków komunalnych i przedsiębiorstw. W dłuższej perspektywie wodór może stać się kluczowym elementem lokalnej gospodarki o obniżonej emisji i przyczynić się do dalszego rozwoju nowoczesnych usług miejskich.

Chojnice są również naturalnym kandydatem do wdrażania rozwiązań związanych z elektromobilnością. Dzięki dogodnej lokalizacji i rozbudowanej infrastrukturze drogowej, miasto może pełnić funkcję regionalnego węzła ładowania pojazdów elektrycznych – zarówno dla mieszkańców, jak i dla flot komunalnych oraz firm działających w regionie.

Tworzenie klastra energii w Chojnicach stanowi element długofalowej strategii rozwoju miasta i regionu. To nie tylko projekt infrastrukturalny, ale przede wszystkim model gospodarki lokalnej, w którym energia staje się jednym z kluczowych zasobów wspólnoty. Klaster wpisuje się w działania związane z polityką klimatyczną, pozwala na raportowanie celów ESG, umożliwia wdrażanie rozwiązań Smart City i wspiera społeczność w osiągnięciu realnych korzyści ekonomicznych oraz środowiskowych.

Warto podkreślić, że klaster energii w Chojnicach nie ogranicza się do aspektów technicznych. Jego celem jest budowanie lokalnej wartości dodanej, rozwijanie kompetencji uczestników, podnoszenie świadomości energetycznej mieszkańców i tworzenie przestrzeni do wdrażania innowacji. Lokalny rynek energii ma stać się impulsem do rozwoju nowych usług, zwiększenia atrakcyjności inwestycyjnej miasta oraz poprawy jakości życia całej społeczności.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

3.1. Definicja klastra energii (zgodna z ustawą o OZE)

Podstawa prawna

Definicja legalna klastra energii zawarta jest w ustawie z dnia 20 lutego 2015r o odnawialnych źródłach energii tekst jednolity z dnia 19 sierpnia 2024 r. (Dz.U. z 2024 r. poz. 1361). Ustawodawca w przepisie art. 2 pkt 15a wskazał, że w rozumieniu wskazanej ustawy klaster energii to „porozumienie, którego przedmiotem jest współpraca w zakresie wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji energii elektrycznej, lub paliw w rozumieniu [art. 3 pkt 3](#) ustawy - Prawo energetyczne, lub obrotu nimi, lub w zakresie wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, przesyłania lub dystrybucji ciepła, lub obrotu ciepłem, w celu zapewnienia jego stronom korzyści gospodarczych, społecznych lub środowiskowych, lub zwiększenia elastyczności systemu elektroenergetycznego, którego stroną jest co najmniej:

- a) jednostka samorządu terytorialnego lub
- b) spółka kapitałowa utworzona na podstawie [art. 9 ust. 1](#) ustawy z dnia 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej (Dz.U. z 2021 r. [poz. 679](#)) przez jednostkę samorządu terytorialnego z siedzibą na obszarze działania klastra energii, lub
- c) spółka kapitałowa, której udział w kapitale zakładowym spółki, o której mowa w lit. b, jest większy niż 50% lub przekracza 50% liczby udziałów, lub akcji;

W praktyce klaster energii to lokalna inicjatywa energetyczna, która łączy mieszkańców, przedsiębiorców i instytucje w celu wspólnego działania na rzecz produkcji i konsumpcji energii w sposób zrównoważony i ekonomicznie opłacalny. Klaster umożliwia efektywniejsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii takich jak fotowoltaika, elektrownie wiatrowe, biogaz czy zielony wodór, a także pozwala lepiej zarządzać lokalnym popytem na energię poprzez technologie pomiarowe i systemy bilansowania. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie strat przesyłowych, redukcja kosztów zakupu energii oraz zwiększenie niezależności energetycznej regionu.

Kluczowym elementem działania klastra jest porozumienie klastrowe, czyli formalny dokument regulujący zasady współpracy pomiędzy jego uczestnikami. W porozumieniu tym określa się cele klastra, role poszczególnych podmiotów, zakres ich zaangażowania, mechanizmy rozliczeń oraz sposób zarządzania energią. W dokumencie tym wyznacza się także koordynatora klastra – podmiot odpowiedzialny za codzienne funkcjonowanie i rozwój całej inicjatywy. Porozumienie klastrowe stanowi fundament dla budowy wspólnego modelu biznesowego opartego na lokalnej produkcji i dystrybucji energii.

Klaster energii to zatem nie tylko techniczne rozwiązanie czy prawna struktura. To przede wszystkim lokalny model gospodarki energetycznej, który wspiera rozwój regionu, tworzy przestrzeń dla innowacji i nowych inwestycji, aktywizuje społeczności oraz umożliwia realne oszczędności dla wszystkich uczestników. Z perspektywy biznesowej stanowi on ramy dla powstawania nowych modeli przychodowych opartych na efektywnym zarządzaniu energią, usługach cyfrowych i wykorzystaniu zielonych technologii. Współpraca w ramach klastra wzmacnia pozycję regionu na tle transformacji energetycznej i pozwala lepiej odpowiadać na wyzwania związane z bezpieczeństwem energetycznym, dekarbonizacją i zrównoważonym rozwojem.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

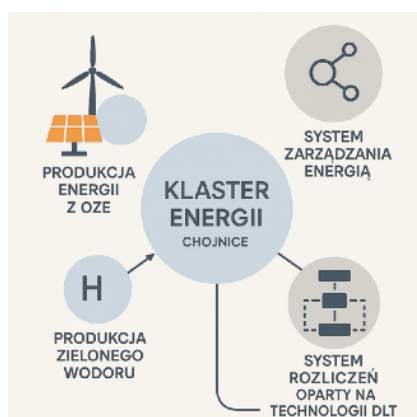
Struktura organizacyjna klastra energii i jego znaczenie gospodarcze

Klaster energii jako lokalny system współpracy opiera się na przemysłanej, ale elastycznej strukturze organizacyjnej. Jego podstawowym założeniem jest połączenie różnych podmiotów w jeden spójny mechanizm działania, który pozwala na samodzielne planowanie, produkcję, dystrybucję i rozliczanie energii w ramach określonego obszaru geograficznego. Struktura klastra nie jest sztywno narzucona, co pozwala dostosować ją do lokalnych potrzeb, potencjału i celów – zarówno technologicznych, jak i ekonomicznych.

W praktyce klaster działa jako zintegrowana platforma wymiany energii i informacji. Na poziomie organizacyjnym obejmuje on szereg funkcji: od planowania produkcji energii z odnawialnych źródeł, przez jej magazynowanie i dystrybucję, aż po rozliczenia wewnętrzne i raportowanie środowiskowe. W strukturze klastra przewidziane są mechanizmy zarządzania energią w czasie rzeczywistym, narzędzia IT do monitoringu i bilansowania oraz systemy analityczne wspierające optymalizację kosztową. Taka organizacja pozwala na dynamiczne reagowanie na zmiany popytu i podaży oraz umożliwia pełniejsze wykorzystanie lokalnych zasobów.

Z punktu widzenia ekonomii klaster energii stwarza zupełnie nowe możliwości gospodarowania energią. Uczestnicy systemu mogą korzystać z preferencyjnych warunków rozliczeń w ramach tzw. stawek wewnątrz klastrowych, które są znacznie korzystniejsze niż ceny rynkowe energii pobieranej z sieci ogólnokrajowej. To przekłada się bezpośrednio na redukcję kosztów operacyjnych zarówno dla gospodarstw domowych, jak i firm. Jednocześnie możliwa staje się lepsza kontrola nad zużyciem energii, większa stabilność kosztów w długim okresie oraz zwiększenie przewidywalności finansowej.

Dzięki odpowiednio zaprojektowanej strukturze klaster może również generować nowe źródła przychodu – przykładowo poprzez sprzedaż nadwyżek energii, świadczenie usług bilansujących czy udział w systemach elastyczności energetycznej. Tworzy to atrakcyjne środowisko inwestycyjne, szczególnie dla firm wdrażających innowacyjne technologie, start-upów energetycznych oraz instytucji finansujących zieloną transformację. W dłuższej perspektywie dobrze funkcjonujący klaster staje się lokalnym centrum kompetencji energetycznych, które nie tylko obniża koszty, ale także przyciąga nowe inwestycje i wspiera rozwój regionalnej gospodarki.





3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

3.2. Koordynator klastra energii

Koordynator klastra energii pełni kluczową funkcję zarządzającą w strukturze klastra energii, zapewniając jego sprawne funkcjonowanie, zgodność z przepisami prawa oraz skuteczną realizację celów energetycznych, ekonomicznych i środowiskowych. Jego obecność w strukturze klastra wynika wprost z przepisów ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. z 2024 r. poz. 1449 ze klaster .), w której pojęcie klastra energii i jego uczestników zostało uregulowane w artykule 2 pkt 15a.

Definicja koordynatora klastra energii

Koordynator klastra to podmiot wyznaczony w porozumieniu klastrowym jako odpowiedzialny za organizację pracy klastra, reprezentację uczestników, zarządzanie przepływami energii i informacji, a także za kontakt z otoczeniem zewnętrznym – w tym operatorem systemu dystrybucyjnego, organami administracji publicznej, partnerami rynkowymi czy instytucjami finansującymi.

Koordynator nie musi być osobą prawną, choć najczęściej rolę tę pełnią spółki celowe lub organizacje specjalnie powołane w tym celu – na przykład stowarzyszenia, klastry branżowe, podmioty komunalne lub prywatni inwestorzy działający na rzecz całej społeczności energetycznej.

Zadania koordynatora klastra

Zakres zadań koordynatora klastra wynika zarówno z zapisów porozumienia klastrowego, jak i z funkcji niezbędnych do prawidłowego działania systemu zarządzania energią. Najczęściej obejmuje on:

1. Zarządzanie operacyjne:
 - Planowanie i nadzorowanie bilansu energetycznego (produkcja vs konsumpcja)
 - Koordynowanie pracy wytwórców, prosumentów, odbiorców oraz systemów magazynowania
 - Wdrażanie technologii zarządzania energią (EMS, SCADA, BMS itp.)
2. Reprezentacja i formalności:
 - Reprezentowanie klastra wobec instytucji państwowych, URE, OSD, gmin, banków i innych interesariuszy
 - Nadzór nad zgodnością klastra z przepisami prawa energetycznego, podatkowego i środowiskowego
 - Składanie wniosków o wsparcie finansowe, dotacje, koncesje
3. Zarządzanie informacją i technologią:
 - Zbieranie, przetwarzanie i raportowanie danych pomiarowych
 - Nadzór nad digitalizacją klastra, systemami analityki energetycznej
 - Wdrażanie systemów IT umożliwiających wewnętrzny obrót energią i rozliczenia między uczestnikami



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

4. Rozliczenia wewnętrzne i ekonomiczne:
 - Ustalanie zasad i taryf rozliczeń wewnątrz klastrowych
 - Koordynowanie rozliczeń finansowych i energetycznych między uczestnikami
 - Sporządzanie analiz opłacalności inwestycji, planów modernizacji i optymalizacji energetycznej
5. Rozwój i innowacje:
 - Inicjowanie projektów rozwojowych i inwestycyjnych
 - Koordynacja działań w zakresie wdrażania OZE, magazynów energii, wodoru
 - Udział w krajowych i międzynarodowych projektach pilotażowych

Zakres odpowiedzialności i uprawnień

Koordinator działa na podstawie pełnomocnictwa udzielonego przez uczestników klastra. Oznacza to, że jego kompetencje i obowiązki są ustalane wewnętrznie – w ramach porozumienia klastra lub osobnych umów bilateralnych z członkami. W praktyce oznacza to konieczność wysokiego poziomu zaufania oraz jasnego określenia ram prawnych i organizacyjnych jego działania.

Koordinator nie posiada domyślnie uprawnień decyzyjnych względem OSD ani nie pełni funkcji operatora systemu energetycznego, ale może reprezentować klastę w działaniach wobec OSD oraz organizować fizyczny lub wirtualny obrót energią w ramach klastra.

Znaczenie koordynatora w kontekście transformacji energetycznej

W erze rozproszonej energetyki, lokalnych łańcuchów wartości oraz dynamicznych rynków prosumenckich – rola koordynatora nabiera kluczowego znaczenia. To właśnie ten podmiot łączy elementy techniczne, organizacyjne, finansowe i prawne w jedno spójne środowisko działania. Jego efektywność przekłada się bezpośrednio na:

- osiągnięcie realnych oszczędności przez uczestników klastra,
- redukcję emisji i efektywność wykorzystania lokalnych źródeł energii,
- integrację nowoczesnych technologii (magazyny, H₂, IT, elektromobilność),
- atrakcyjność klastra jako partnera dla funduszy inwestycyjnych i programów UE.

Jednym z najistotniejszych zadań koordynatora klastra jest pełnienie funkcji przedstawiciela klastra w relacjach z otoczeniem zewnętrznym. Oznacza to, że to właśnie koordinator występuje w imieniu uczestników klastra wobec instytucji publicznych, operatorów sieci, dostawców usług, partnerów projektowych oraz potencjalnych inwestorów.

W praktyce jego zadania reprezentacyjne obejmują:

1. Kontakt z operatorem systemu dystrybucyjnego (OSD) – w zakresie:
 - uzgadniania warunków przyłączeniowych i technicznych,
 - przekazywania planów bilansowych i danych pomiarowych,
 - współpracy przy wdrażaniu elastyczności sieci i bilansowaniu lokalnym.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

2. Współpraca z administracją publiczną – na poziomie:
 - gmin, powiatów i województw w ramach lokalnych strategii energetycznych,
 - organów nadzoru (np. Urząd Regulacji Energetyki, NFOŚiGW) w zakresie zgodności z wymogami prawnymi, programów wsparcia i obowiązków sprawozdawczych.
3. Reprezentacja w procesach inwestycyjnych i grantowych:
 - składanie wniosków o dofinansowanie, dotacje, preferencyjne kredyty,
 - prowadzenie korespondencji i procesów aplikacyjnych do funduszy krajowych i europejskich (np. FEnIKS, REPowerEU, Fundusz Modernizacyjny),
 - występowanie jako beneficjent lub lider konsorcjum projektowego.
4. Promocja klastra i budowa partnerstw:
 - opracowanie i prowadzenie działalności PR oraz marketingu,
 - udział w konferencjach, spotkaniach branżowych, inicjatywach sektorowych,
 - budowanie marki klastra jako nowoczesnego modelu energetyki lokalnej,
 - pozyskiwanie partnerów technologicznych i inwestorów do dalszego rozwoju infrastruktury energetycznej.
5. Negocjacje i zawieranie umów:
 - negocjowanie warunków współpracy z dostawcami technologii, usług i mediów,
 - zawieranie umów handlowych lub ramowych z uczestnikami klastra i stronami trzecimi, o ile przewiduje to porozumienie klastrowe.

Koordinator może działać na podstawie pełnomocnictwa ogólnego udzielonego przez wszystkich uczestników klastra, lub osobnych upoważnień w konkretnych obszarach (np. tylko do reprezentacji formalno-prawnej, bez uprawnień do podejmowania zobowiązań finansowych). Takie uregulowanie pozwala zachować elastyczność i jednocześnie bezpieczeństwo prawne działania całej struktury.

W praktyce oznacza to, że skuteczny koordinator klastra musi łączyć kompetencje menedżera energetycznego, koordynatora projektów, eksperta regulacyjnego i przedstawiciela środowiska lokalnego, pełniąc rolę filaru integracyjnego dla całego przedsięwzięcia.

Struktura i zasady funkcjonowania klastra energii



Klastry energii działają na zasadzie współpracy i wymiany energii.

Mogą być zarządzane przez spółdzielnię lub inny podmiot, który koordynuje działania członków.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Rekomendacje dotyczące koordynatora klastra energii w Chojnicach

Z uwagi na strategiczne znaczenie koordynatora klastra energii dla prawidłowego funkcjonowania systemu lokalnej produkcji, dystrybucji i konsumpcji energii, rekomenduje się powołanie koordynatora w formie dedykowanej spółki celowej (SPV – Special Purpose Vehicle), działającej na zasadach prawa handlowego.

Uzasadnienie wyboru formy spółki celowej:

1. Profesjonalizacja zarządzania klastra

Spółka celowa jako koordynator umożliwia zatrudnienie dedykowanego zespołu zarządzającego, specjalistów ds. energii, prawa, finansów i IT, co znacząco zwiększa efektywność operacyjną klastra.

2. Pełna zdolność prawna i operacyjna

Spółka może w pełni reprezentować klastery w obrocie prawnym – zawierać umowy, prowadzić działalność gospodarczą, aplikować o środki zewnętrzne, realizować inwestycje, pozyskiwać finansowanie i być stroną w postępowaniach administracyjnych.

3. Zwiększenie wiarygodności wobec interesariuszy

Forma spółki z ograniczoną odpowiedzialnością lub spółki akcyjnej jest transparentna i powszechnie rozpoznawalna przez operatorów systemów dystrybucyjnych, instytucje publiczne oraz inwestorów prywatnych i fundusze UE

4. Możliwość elastycznego udziału interesariuszy

Struktura właścicielska spółki może uwzględniać udział Chojnic, lokalnych przedsiębiorstw, operatorów technologii, mieszkańców i inwestorów branżowych. Dzięki temu klastery zachowuje lokalny charakter, a jednocześnie uzyskuje dostęp do kapitału i kompetencji.

5. Warunki do wdrażania innowacyjnych modeli rozliczeń

Spółka jako koordynator będzie mogła wdrożyć zaawansowane systemy zarządzania energią, rozliczeń wewnątrz klastrowych, lokalnych taryf dynamicznych, a także rozwijać usługi elastyczności, magazynowania, handlu bilansującego czy technologii wodorowych.

6. Gotowość do skalowania i ekspansji

Spółka celowa umożliwia w przyszłości rozszerzenie zakresu działania na inne jednostki samorządu terytorialnego, nowe technologie (np. H2, BIPV, elektromobilność), udział w konsorcjach badawczo-rozwojowych i rozwój usług doradczych lub operatorskich.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Proponowane działania wdrożeniowe:

- Przygotowanie aktu założycielskiego spółki celowej z określeniem jej roli jako koordynatora klastra energii w Chojnicach.
- Uzgodnienie struktury właścicielskiej i zasad finansowania pierwszego etapu działalności (kapitał zakładowy, dotacje, wkłady rzeczowe).
- Włączenie spółki do prac nad projektem klastra od etapu operacyjnego: wdrażanie systemów pomiarowych, prowadzenie bilansowania, obsługa kontaktów z OSD i URE.
- Określenie modelu rozliczeń wewnętrznych i reguł udziału nowych podmiotów w klastrze poprzez spółkę.





3. KLASZTER ENERGII CHOJNICE

3.3. Podmioty tworzące klastery - uczestnicy

Struktura klastra energii opiera się na współpracy wielu różnorodnych uczestników, których zadania, kompetencje i funkcje wzajemnie się uzupełniają, tworząc zintegrowany i lokalnie zoptymalizowany system energetyczny. To właśnie uczestnicy klastra – w rozumieniu porozumienia klastrowego – stanowią fundament całego przedsięwzięcia. Ich zaangażowanie, zasoby oraz zdolność do współdziałania są niezbędne do osiągnięcia nadrzędnych celów klastra, takich jak zwiększenie niezależności energetycznej, poprawa efektywności ekonomicznej, obniżenie kosztów energii i redukcja emisji gazów cieplarnianych.

Wśród uczestników klastra wyróżnić można kilka głównych grup, które pełnią komplementarne funkcje w ramach wspólnego ekosystemu. Pierwszą z nich stanowią wytwórcy energii. To podmioty, które produkują energię elektryczną, ciepłą lub – w bardziej zaawansowanych strukturach – również energię chemiczną w postaci zielonego wodoru. Wytwórcy korzystają najczęściej z odnawialnych źródeł energii takich jak instalacje fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe, biogazownie lub mikrosystemy kogeneracyjne. Ich zadaniem w strukturze klastra jest nie tylko zapewnienie podaży energii na potrzeby lokalne, ale również współtworzenie bilansu energetycznego, wspieranie elastyczności systemu i uczestnictwo w mechanizmach zarządzania nadwyżkami energii, które mogą być magazynowane lub przekierowywane do innych uczestników.

Drugą grupą są odbiorcy końcowi, którzy zużywają energię w ramach swojej podstawowej działalności. Do tej grupy należą gospodarstwa domowe, instytucje publiczne, przedsiębiorstwa usługowe, zakłady przemysłowe, a także infrastruktura komunalna – na przykład szkoły, szpitale czy obiekty sportowe. Funkcja odbiorców w klastrze nie ogranicza się jedynie do biernego poboru energii. Coraz częściej podmioty te wdrażają systemy zarządzania popytem, uczestniczą w programach DSR (Demand Side Response), a także inwestują w instalacje efektywności energetycznej i zarządzają własnym zużyciem w sposób inteligentny i świadomy.

Szczególną rolę w strukturze klastra pełnią prosumenci, czyli podmioty, które jednocześnie wytwarzają i konsumują energię. Są to najczęściej gospodarstwa domowe lub przedsiębiorstwa posiadające własne źródła OZE – takie jak instalacje PV lub małe turbiny wiatrowe – a także magazyny energii, które umożliwiają im bardziej elastyczne zarządzanie nadwyżkami produkcyjnymi. Prosument jest podmiotem wyjątkowo cennym w modelu klastra, ponieważ zwiększa jego odporność na zakłócenia i obniża obciążenie sieci, bilansując zapotrzebowanie w ramach lokalnej struktury. Co więcej, prosumenci aktywnie wpływają na demokratyzację energetyki, wzmacniając poczucie sprawczości uczestników i promując energetyczną samowystarczalność.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Istotnym uczestnikiem klastra jest jednostka samorządu terytorialnego – w przypadku Chojnic będzie to miasto. JST pełni funkcję gospodarza klastra oraz strażnika interesu publicznego. To właśnie samorząd posiada zasoby gruntowe, budynki użyteczności publicznej, kompetencje planistyczne i administracyjne, a także zdolność do animowania dialogu społecznego wokół transformacji energetycznej. Samorząd może także aktywnie wspierać finansowanie inwestycji klastrowych, uczestniczyć w spółce celowej pełniącej funkcję koordynatora oraz zabiegać o środki unijne i krajowe w ramach programów wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii, inteligentnych sieci czy gospodarki wodorowej.

W strukturze klastra niezbędni są także partnerzy technologiczni, firmy dostarczające systemy IT, rozwiązania z zakresu automatyki, magazynowania energii, elektromobilności, wodoru czy rozliczeń. Ich rolą jest wspieranie klastra od strony wdrożeniowej, zapewnienie systemów do zarządzania energią (EMS), pomiarów w czasie rzeczywistym, integracji z siecią czy rozliczeń wewnętrznych. Podmioty te wnoszą do klastra nie tylko technologię, ale i kompetencje zarządcze, wdrożeniowe i projektowe, niezbędne do osiągnięcia pełnej cyfryzacji i automatyzacji ekosystemu wspierając działalność zarządczą koordynatora.

Wszyscy członkowie klastra działają na podstawie wspólnego porozumienia klastrowego, które określa warunki współpracy, zakres zobowiązań, sposób podejmowania decyzji oraz mechanizmy rozliczeń i wymiany energii. W zależności od modelu organizacyjnego klastra, relacje te mogą przyjąć formę umowy partnerskiej, udziału w spółce celowej, kontraktu handlowego lub członkostwa w stowarzyszeniu. Kluczowe znaczenie ma transparentność zasad uczestnictwa, przejrzystość finansowa oraz wspólne cele, wokół których koncentruje się aktywność klastra. Zaznaczyć należy, że formę uczestnictwa (wejścia/wyjścia) w klastrze można zróżnicować w zależności od pełnionej funkcji. Uproszczenie modelu dla podstawowych uczestników takich jak producent, konsument i prosument i sprowadzenie go do podstawowej umowy handlowej (lub cyfrowej umowy wyrażonej w akceptowalnym regulaminie) stanowczo ułatwi rozwój i ekspansję klastra.

W efekcie odpowiednio skonfigurowana struktura uczestników klastra zapewnia nie tylko techniczną równowagę systemu, lecz także społeczno-ekonomiczną synergii, która staje się źródłem trwałych korzyści dla całej społeczności lokalnej.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Rekomendacje dotyczące struktury Klastra Energii w Chojnicach

Projekt klastra energii w Chojnicach oparty jest na modelu kooperacyjnym, łączącym podmioty samorządowe, komunalne, biznesowe i technologiczne. Struktura ta została zaprojektowana w sposób umożliwiający efektywne bilansowanie lokalnej produkcji i konsumpcji energii, dynamiczne rozliczenia wewnętrzne oraz wdrażanie nowoczesnych narzędzi zarządzania energetycznego.

1. Koordynator klastra – spółka celowa z udziałem lokalnych interesariuszy

Rekomenduje się powołanie dedykowanej spółki celowej lub wyznaczenie komórki w ramach urzędu, która pełni funkcję koordynatora klastra. W strukturze powiązań tej spółki jako założyciele i pierwsi uczestnicy znaleźć się powinni zgodnie z podanym listem intencyjnym:

- Miasto Chojnice jako główny partner publiczny,
- Spółki miejskie,
- Jednostki technologiczne (Badawczo Rozwojowa) odpowiedzialna za zarządzanie procesami
- Jednostka rozliczająca odpowiedzialna za cyfryzację i systemy rozliczeń między członkami klastra oparta na technologii DLT.

Taka forma pozwala na połączenie interesu publicznego z operacyjną efektywnością i dostępem do know-how technologicznego oraz finansowania zewnętrznego. Umożliwia ona również pełne niezakłócone funkcjonowanie klastra, stanowiąc jego „kręgosłup”.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

3.4. Klastry energii jako element polityki unijnej i krajowej

W obliczu postępującego kryzysu klimatycznego, rosnących cen energii i napięć geopolitycznych, polityka energetyczna Unii Europejskiej oraz państw członkowskich wyraźnie zmierza w kierunku decentralizacji, samowystarczalności i transformacji energetycznej opartej na źródłach odnawialnych. W tym kontekście klastry energii stają się nie tylko narzędziem realizacji unijnych celów klimatycznych, lecz także realnym sposobem na wzmocnienie odporności lokalnych społeczności i gospodarek.

Unia Europejska promuje model energetyki obywatelskiej i rozproszonej jako fundament bezpieczeństwa energetycznego. Jednym z kluczowych założeń tej strategii jest oddanie większej kontroli nad energią obywatelom, samorządom i małym przedsiębiorstwom. Klastry energii odpowiadają bezpośrednio na to założenie, umożliwiając produkcję, dystrybucję i konsumpcję energii w granicach lokalnych wspólnot, a jednocześnie przyczyniając się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, poprawy jakości powietrza i zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego.

Na poziomie krajowym, Polska uznała klastry energii za jeden z priorytetowych kierunków rozwoju sektora OZE. W ustawodawstwie znalazły się regulacje umożliwiające funkcjonowanie klastrów jako formy współpracy jednostek samorządu terytorialnego, firm, organizacji społecznych i obywateli w zakresie bilansowania lokalnych potrzeb energetycznych. Ministerstwo Klimatu i Środowiska wielokrotnie wskazywało, że rozwój klastrów energii może w istotny sposób przyspieszyć osiągnięcie krajowych celów klimatycznych oraz zwiększyć udział energii ze źródeł odnawialnych w finalnym zużyciu.

Polityczne argumenty przemawiające za rozwojem klastrów energii są jednoznaczne. Po pierwsze, klastry wzmacniają suwerenność energetyczną kraju, ograniczając zależność od importu paliw kopalnych i niestabilnych rynków zewnętrznych. Po drugie, wspierają rozwój regionalny poprzez tworzenie nowych miejsc pracy w sektorze zielonej gospodarki, zwiększając atrakcyjność inwestycyjną obszarów oddalonych od głównych centrów przemysłowych. Po trzecie, umożliwiają aktywizację lokalnych społeczności w procesach decyzyjnych związanych z energią, co buduje zaufanie i kapitał społeczny niezbędny do skutecznej transformacji.

Warto podkreślić, że klastry energii to także strategiczne narzędzie zarządzania kryzysowego. W dobie coraz częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych i potencjalnych zagrożeń dla infrastruktury przesyłowej, zdecentralizowane systemy oparte na lokalnej produkcji i magazynowaniu energii stają się gwarantem ciągłości dostaw i odporności energetycznej. Klastry są więc nie tylko odpowiedzią na potrzeby rynku i środowiska, ale również zabezpieczeniem przed przyszłymi wyzwaniami.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Zarówno w unijnej, jak i krajowej perspektywie, klastry energii przestają być niszowym rozwiązaniem eksperymentalnym. Stają się istotnym komponentem systemu energetycznego przyszłości. Dlatego ich rozwój powinien być nie tylko wspierany, ale wręcz priorytetowo traktowany przez władze publiczne na wszystkich szczeblach. Dziś tworzenie klastra energii to akt odpowiedzialności lokalnej społeczności, ale jutro może okazać się kluczowym filarem suwerenności i bezpieczeństwa całego kraju.

Uwarunkowania unijne dotyczące klastrów energii i gospodarki wodorowej

Dyrektywa RED II (UE) 2018/2001

Jest to kluczowy akt prawny wspierający rozwój odnawialnych źródeł energii. Zawiera pojęcie wspólnot energetycznych obywateli oraz wspólnot energii odnawialnej, do których klastry energii mogą być zaliczane. RED II nakłada na państwa członkowskie obowiązek:

- stworzenia ram prawnych umożliwiających tworzenie i funkcjonowanie wspólnot energetycznych,
- zapewnienia dostępu tych wspólnot do rynku energii, sieci i programów wsparcia,
- zagwarantowania ich prawa do wytwarzania, magazynowania, zużywania i sprzedaży energii.

Pakiet „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (Clean Energy Package)

W jego skład wchodzi m.in. Dyrektywa o rynku energii elektrycznej (UE) 2019/944, która:

- definiuje aktywnych odbiorców, czyli m.in. uczestników klastrów energii,
- promuje lokalną produkcję i konsumpcję energii,
- wzmacnia rolę obywateli, samorządów i MŚP w transformacji energetycznej.

Strategia Wodoru dla neutralnej klimatycznie Europy (2020)

Strategia zakłada stworzenie rynku wodoru w trzech fazach:

1. 2020–2024: rozwój elektrolizerów o mocy do 6 GW.
2. 2025–2030: skala przemysłowa, pełne włączenie zielonego wodoru w sektorze przemysłu i transportu.
3. Po 2030: zielony wodór jako integralna część zintegrowanego systemu energetycznego.

Krajowe regulacje dotyczące klastrów energii

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii tekst jednolity z dnia 19 sierpnia 2024 r. (Dz.U. z 2024 r. poz. 1361) To główny akt prawny regulujący funkcjonowanie klastrów energii w Polsce. Zgodnie z art. 2 pkt 15a ustawy o odnawialnych źródłach energii, klastery energii jest porozumieniem cywilnoprawnym obejmującym lokalnych wytwórców, odbiorców, operatorów i jednostki samorządowe, działające wspólnie w celu tworzenia lokalnego rynku energii i zwiększania samowystarczalności energetycznej.



3. KLASTER ENERGII CHOJNICE

Dodatkowo:

- klastry mogą ubiegać się o status pilotażowy, który przyznaje Ministerstwo Klimatu i Środowiska,
- korzystają z uproszczeń w zakresie taryf i przyłączania do sieci.

Polityka energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040)

Dokument strategiczny, który wskazuje klastry energii jako jeden z głównych filarów rozwoju energetyki rozproszonej. Wskazuje na:

- konieczność wspierania samowystarczalnych energetycznie regionów,
- powiązanie z gospodarką wodorową, elektromobilnością i magazynowaniem energii.

Polska strategia i przepisy dotyczące gospodarki wodorowej

Polska Strategia Wodorowa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r.

Przyjęta w 2021 r. strategia zakłada stworzenie krajowego rynku wodoru. Jej główne cele:

- rozwój technologii produkcji niskoemisyjnego wodoru,
- wykorzystanie wodoru w energetyce, transporcie i przemyśle,
- wspieranie projektów wodorowych w ramach klastrów energii i wspólnot lokalnych.

Ustawa – Prawo energetyczne (Dz.U. 2024 poz. 1289, z późn. zm.)

Nowelizacja z 2021 r. wprowadza pojęcie operatora systemu wodorowego, definiując sieci przesyłowe wodoru jako odrębną infrastrukturę, z przyszłą możliwością taryfowania.

Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018 poz. 317)

Reguluje wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego i określa warunki:

- budowy stacji tankowania wodoru,
- dopuszczenia pojazdów napędzanych wodorem do rynku.



4. KONCEPCJA PRAWNA

Autor opinii: Adwokat Marcin Kminkowski prowadzący indywidualną Kancelarię Adwokacką w Pruszczu Gdańskim, numer wpisu ORA Gdańsk 1939

4.1. Stan faktyczny, pytania prawne

Przedmiot opinii

Przedmiotem opinii jest analiza przepisów prawa w zakresie powołania i funkcjonowania klastrów energii

Analiza przepisów prawa obejmuje niżej wymienione akty prawne:

Ustawa OZE

Prawo Energetyczne

1. Stan Faktyczny

Zlecający przystępuje do podjęcia przedsięwzięcia dotyczącego stworzenia klastra energii na terenie Chojnic. W skład klastra mają wchodzić zarówno podmioty prywatne, jak i podmioty publiczne.

2. Pytania prawne

Przedmiotem analizy jest udzielenie szczegółowej odpowiedzi na zadane przez Zlecającego pytania dotyczące:

- Sposoby i formy zawiązania i powołania klastra energii,
- Podstawy prawne funkcjonowania klastra energii
- Ograniczenia dotyczące wielkości klastrów
- Rodzaje i rola członków porozumienia klastra energii,
- Rola i forma działalności koordynatora klastra
- Rejestracja klastra energii
- Wewnętrzne taryfy rozliczeniowe – URE, przepisy dotyczące przesyłu energii wewnątrz klastra
- Samorządy terytorialne a klastry energii



4. KONCEPCJA PRAWNA

4.2. Wstęp

W pierwszej kolejności należy odnieść się do samej instytucji klastra energii, czym jest i jakie ma źródło normatywne. Definicja legalna klastra energii zawarta jest w ustawie z dnia 20 lutego 2015r o odnawialnych źródłach energii tekst jednolity z dnia 19 sierpnia 2024 r. (Dz.U. z 2024 r. poz. 1361). Ustawodawca w przepisie art. 2 pkt 15a wskazał, że w rozumieniu wskazanej ustawy klaster energii to „porozumienie, którego przedmiotem jest współpraca w zakresie wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji energii elektrycznej, lub paliw w rozumieniu [art. 3 pkt 3](#) ustawy - Prawo energetyczne, lub obrotu nimi, lub w zakresie wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, przesyłania lub dystrybucji ciepła, lub obrotu ciepłem, w celu zapewnienia jego stronom korzyści gospodarczych, społecznych lub środowiskowych, lub zwiększenia elastyczności systemu elektroenergetycznego, którego stroną jest co najmniej:

- a) jednostka samorządu terytorialnego lub
- b) spółka kapitałowa utworzona na podstawie [art. 9 ust. 1](#) ustawy z dnia 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej (Dz.U. z 2021 r. [poz. 679](#)) przez jednostkę samorządu terytorialnego z siedzibą na obszarze działania klastra energii, lub
- c) spółka kapitałowa, której udział w kapitale zakładowym spółki, o której mowa w lit. b, jest większy niż 50% lub przekracza 50% liczby udziałów, lub akcji;

Z powyższego zapisu wynika, że dla założenia klastra energii konieczny jest udział jednostki samorządu terytorialnego. Klaster energii nie może zostać zawiązany przez podmioty prywatne bez udziału jednostki samorządu terytorialnego, natomiast może zostać on powołany np. przez dwie jednostki samorządu terytorialnego.

4.3. Sposoby i formy zawiązania i powołania klastra energii

Już z definicji legalnej instytucji klastra energii wynika, że stanowi ono porozumienie, którego przedmiotem jest współpraca w zakresie m. in. wytwarzania, magazynowania, równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji energii elektrycznej (...) itp. – wskazany przepis art. 2 ust. 15a Ustawy o odnawialnych źródłach energii. Ustawodawca wprost określił formę, w jakiej może nastąpić zawarcie porozumienia klastra energii. Zgodnie z aktualnym brzmieniem przepisu art. 38aa ust.1 ustawy o odnawialnych źródłach energii, „porozumienie klastra energii zawiera się w formie pisemnej pod rygorem nieważności”. Oznacza to, że zawarcie porozumienia nie jest możliwe w sposób dorozumiany, czy też w formie ustnej. Ustawodawca zastrzegł, że jedyną formą jest forma pisemna, zaś w przypadku jej niezachowania nadany został rygor nieważności porozumienia. Przepisy ustawy nie wymagają przy tym szczególnej formy jak sporządzenie dokumenty z podpisami notarialnie poświadczonymi czy też zachowania formy aktu notarialnego.



4. KONCEPCJA PRAWNA

W dalszej kolejności wskazać należy, że poza określeniem formy dokumentu tj. formy pisemnej ustawodawca określił istotne elementy porozumienia klastra energii (essentialia negotii), które zostały zawarte w art. 38aa ust. 2 ustawy o odnawialnych źródłach energii. Zgodnie z brzmieniem przywołanego przepisu porozumienie klastra energii powinno zawierać postanowienia obejmujące:

- 1) prawa i obowiązki stron tego porozumienia, zwanych dalej „członkami klastra energii”;
- 2) zakres przedmiotowy współpracy w ramach klastra energii;
- 3) koordynatora klastra energii oraz jego prawa i obowiązki;
- 4) obszar działalności w ramach klastra energii, ze wskazaniem punktów poboru energii i punktów jej wprowadzania do sieci przez członków klastra energii;
- 5) czas trwania tego porozumienia i zasady jego rozwiązywania;
- 6) upoważnienie koordynatora klastra energii do dostępu do informacji rynku energii i danych pomiarowych dotyczących każdego członka klastra energii”

Użyte w przepisie art. 38aa ust. 2 określenie, że porozumienie powinno zawierać w szczególności w/w postanowienia oznacza, że jest to katalog otwarty, co pozwala członkom porozumienia klastra energii na wprowadzenie zapisów szerszych aniżeli wynikających z ustawy, niemniej jednak nie mogą one sprzeciwiać się właściwości samej instytucji porozumienia klastra energii.

4.4. Podstawy prawne funkcjonowania klastra energii

Jak wskazano powyżej, podstawą prawną założenia i funkcjonowania porozumienia klastra energii są przepisy ustawy z dnia 20 lutego 2015r o odnawialnych źródłach energii. Dodatkowo zapisy ustaw:

Samorządowe, prawo energetyczne, swobodzie działalności, URE.



4. KONCEPCJA PRAWNA

4.5. Ograniczenia dotyczące wielkości klastrów

Jak wskazano powyżej, założenie klastra energii wymaga zawarcia porozumienia w formie pisemnej, którego jednym z postanowień jest określenie obszaru działalności w ramach klastra energii, ze wskazaniem punktów poboru energii i punktów jej wprowadzania do sieci przez członków klastra energii. Powyższy zapis ustawowy mógłby prowadzić do błędnego wniosku, że obszar funkcjonowania klastra energii uzależniony jest tylko i wyłącznie od decyzji członków klastra. Ustawodawca przewidział jednak maksymalny zasięg terytorialny funkcjonowania klastra energii, co wynika z samej idei jego tworzenia. Kolejny przepis ustawy o odnawialnych źródłach energii tj art. 38 ab zarówno ust. 1, jak i ust. 2 wprowadza istotne ograniczenia w zakresie wielkości klastra energii. Zgodnie z brzmieniem przywołanego przepisu: ust. 1 Obszar działalności klastra energii ustala się na podstawie punktów poboru energii, przy czym:

- 1) obszar ten nie może przekraczać obszaru powiatu w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym (Dz.U. z 2024 r. [poz. 107](#)) lub 5 sąsiadujących ze sobą gmin w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U. z 2024 r. [poz. 609](#) i [721](#)) oraz
- 2) członkowie klastra energii są przyłączeni do sieci dystrybucyjnej tego samego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV.

Ponadto ust. 2 wprowadza zakaz obejmowania w ramach klastra połączeń z sąsiednimi krajami.

Powyższa regulacja oznacza, że porozumienie klastra energii z jednej strony nie może mieć charakteru transgranicznego, co oznacza, że obszar ograniczony jest granicami Państwa, z drugiej zaś strony maksymalnym zakresem jest zakres obszaru powiatu lub pięciu sąsiadujących ze sobą gmin. W tym miejscu należy dokonać oceny sytuacji prawnej czy możliwe jest zawarcie porozumienia przez podmioty tylko i wyłącznie w ramach jednego powiatu, czy też wskazany przepis pozwala na łączenie się w ramach klastra energii gmin z różnych powiatów. W ocenie opiniującego użycie w ustawie alternatywnego oznaczenia „lub” w ramach alternatywy rozłącznej oznacza, że w skład klastra mogą wchodzić gminy sąsiadujące ze sobą, ale nie wchodzące w skład tego samego powiatu. Ograniczeniem jest tylko ilość gmin (5) oraz musi być spełniony warunek konieczny, a mianowicie gminy muszą ze sobą graniczyć. Dodatkowym elementem o charakterze technicznym determinującym możliwość zawarcia porozumienia klastra energii przez takie podmioty jednostek samorządu terytorialnego jest przyłącze do sieci dystrybucyjnej tego samego dystrybucyjnego elektroenergetycznego o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV.



4. KONCEPCJA PRAWNA

4.6. Rodzaje i rola członków porozumienia klastra energii

Ustawa o odnawialnych źródłach energii posługuje się w odniesieniu do stron porozumienia klastra energii dwoma określeniami. Pierwszym z nich jest członek klastra. Najogólniej ujmując, członkami klastra energii, są ogół strony porozumienia. Jak wskazano powyżej, jednym z głównych członków klastra energii, musi być podmiot publiczny w postaci m. in. jednostki samorządu terytorialnego. Kolejnymi członkami klastra energii mogą być osoby fizyczne, osoby prawne, jednostki naukowe oraz instytucje badawcze. Wyraźnie wyodrębnionym podmiotem wchodzącym w skład klastra energii jest jego koordynator. W przypadku członków klastra energii ich zakres praw i obowiązków wynika z treści zawartego porozumienia, zaś w przypadku koordynatora zakres jego obowiązków i praw określa wprost ustawa o odnawialnych źródłach energii.

Koordynator jest podmiotem, którego zakresem praw i obowiązków jest reprezentowanie klastra na zewnątrz zarówno w zakresie jego powstania, jak również i jego dalszego funkcjonowania. Podmiot przyjmujący rolę koordynatora klastra energii jest określony na etapie zawiązywania klastra energii w treści zawieranego porozumienia. Jego rolą na etapie tworzenia klastra jest m. in. dokonanie zgłoszenia klastra energii do rejestru prowadzonego przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE). Po stronie koordynatora klastra energii spoczywa również obowiązek sprawozdawczy wobec Prezesa URE (art. 38 ad ustawy), w zakresie m.in. ilości wytwarzanej energii przez członków klastra, w tym ilości energii wytworzonej z odnawialnych źródeł energii, łącznej mocy zainstalowanej instalacji odnawialnego źródła energii. Sprawozdania są składane przez koordynatora w terminie do 30 czerwca roku następującego po roku, którego sprawozdanie dotyczy. Ponadto koordynator klastra reprezentuje klaster wobec operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego (art. 38ae Ustawy) oraz wobec sprzedawcy energii elektrycznej (art. 38af. Ustawy). W zakresie stosunków wewnętrznych koordynator klastra dokonuje rozliczeń pobranej i wytworzonej energii wskazanej w art. 184k ustawy o odnawialnych źródłach energii, a nadto prowadzi rejestr rozliczeń.

4.7. Rodzaje i rola członków porozumienia klastra energii

Jak wskazano powyżej, podmiot posiadający status koordynatora klastra energii jest określony w treści porozumienia. Koordynatorem może być zarówno jeden z członków klastra energii, jak również podmiot specjalnie powołany do pełnienia tej funkcji. Ustawa o odnawialnych źródłach energii nie zawiera przy tym żadnych wymogów formalnych co do osoby koordynatora. Rola koordynatora polega na reprezentowaniu klastra energii jako podmiotu nieposiadającego osobowości prawnej.



4. KONCEPCJA PRAWNA

Szczegółowy zakres praw i obowiązków koordynatora określany jest w porozumieniu klastra energii i obejmuje w szczególności:

- reprezentowanie interesów klastra w stosunkach zewnętrznych
- zarządzanie klastrem energii
- planowanie i koordynowanie budowy instalacji wytwórczych w klastrze energii
- koordynowanie działań związanych z magazynowaniem energii w klastrze energii
- koordynowanie działań uczestników klastra energii
- koordynowanie obrotu energią pomiędzy członkami klastra energii, odbiorcami i producentem
- sporządzenie i przedkładanie prezesowi URE sprawozdań z działalności klastra energii

4.8. Rejestracja klastra energii

Rozpoczęcie działalności przez klastr energii jest możliwe po jego rejestracji w rejestrze prowadzonym przez Prezesa URE. Do rozpoczęcia procedury klastra energii w pierwszej kolejności konieczne jest zawarcie porozumienia tworzącego klastr. Porozumienie ma charakter aktu założycielskiego, określającego w szczególności prawa i obowiązki członków klastra energii, osobę koordynatora, obszar działalności, zakres przedmiotowy współpracy wewnątrz klastra, czas trwania porozumienia i zasady jego rozwiązania, upoważnienie koordynatora klastra energii do dostępu do informacji rynku energii i danych pomiarowych dotyczących każdego członka klastra energii. Po podpisaniu porozumienia tworzącego klastr energii, ustanowiony w nim koordynator składa wniosek do Prezesa URE o dokonanie wpisu klastra energii do rejestru klastrów energii. Wzór wniosku przygotowywany jest przez Prezesa URE. Wniosek powinien zawierać:

1. Nazwę i adres zamieszkania albo siedziby koordynatora klastra energii
2. Określenie:
 - a) obszaru działalności klastra energii,
 - b) zakresu przedmiotowego działalności klastra energii,
 - c) członków klastra energii - imię i nazwisko oraz adres wykonywania działalności lub nazwę, siedzibę i adres,
 - d) liczby, rodzajów, mocy zainstalowanej elektrycznej i lokalizacji instalacji odnawialnego źródła energii, jednostek wytwórczych w rozumieniu art. 3 pkt 43 ustawy - Prawo energetyczne i magazynów energii, służących do wykonywania działalności w ramach tego klastra energii.



4. KONCEPCJA PRAWNA

e) operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, na którego obszarze znajdują się punkty poboru energii członków klastra energii, wraz ze wskazaniem tych punktów i punktów wprowadzania energii do sieci przez członków klastra energii.

Do wniosku składanego przez koordynatora załącza się:

1. kopię porozumienia
2. oświadczenie koordynatora klastra energii, złożone pod rygorem odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych oświadczeń, o następującej treści: „Świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia wynikającej z art. 233 § 6 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 r. - Kodeks karny oświadczam, że dane zawarte we wniosku o wpis do rejestru klastrów energii są kompletne i zgodne z prawdą.” klauzula ta zastępuje pouczenie organu o odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych oświadczeń.

Po złożeniu przez koordynatora wniosku o wpis klastra energii do rejestru klastrów energii, Prezes URE dokonuje kontroli wniosku w zakresie spełnienia przez niego warunków formalnych. O ile wniosek nie zawiera żadnych braków, Prezes URE dokonuje wpisu klastra energii do rejestru klastrów energii. Wpis dokonywany jest w terminie 14 dni od daty złożenia kompletnego, nieobarczonego brakami formalnymi wniosku. Proces rejestracji klastra energii zakończony jest wydaniem przez Prezesa URE koordynatorowi klastra energii zaświadczenia o wpisie do rejestru.

4.9. Wewnętrzne taryfy rozliczeniowe – URE, przesył energii wewnątrz klastra

Porozumienie w zakresie klastra energii ma na celu określenie zasad wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z Odnawialnych Źródeł Energii oraz z innych źródeł, lub paliw w ramach sieci dystrybucyjnej. Indywidualny odbiorca energii dokonuje jej zakupu po określonych taryfach zatwierdzonych przez Prezesa URE. W przypadku energii wytwarzanej w ramach klastra, zasady rozliczenia, dystrybucji energii określa treść zawartego porozumienia klastra energii, przy uwzględnieniu przepisów ustawy o odnawialnych źródłach energii art. 184 k-m.



4. KONCEPCJA PRAWNA

Wskazane przepisy nie odnoszą się do zasad rozliczeń wewnętrznych, a jedynie normują zasady obrotu energią na zewnątrz i związanych z nimi opłatami. Art. 184k ustawy OZE zawiera wprost wyłączenie stosowania wobec członków klastra energii, wpisanego do rejestru klastrów energii opłat OZE oraz opłaty kogeneracyjnej wskazanej w art. 60 ustawy z dnia 14 grudnia 2018r o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji. Wyłączenie ustawowe poboru opłat obowiązuje przy tym do dnia 31 grudnia 2029r w odniesieniu do ilości energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii przez członków klastra energii, wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej, a następnie pobranej z tej sieci w celu jej zużycia przez członków tego klastra energii. Wskazany zapis ustawowy określa zasady rozliczenia za usługi dystrybucyjne energii. Podstawą rozliczeń jest umowa o świadczenie usług dystrybucyjnych zawarta przez operatora systemu dystrybucyjnego z klastrem energii reprezentowanym przez koordynatora klastra energii. Treść umowy określa przy tym m.in. zasady pobierania opłat za korzystanie z krajowego systemu elektroenergetycznego przez członków klastra energii. Poza wyłączeniem poboru opłat OZE, opłaty kogeneracyjnej stosowane są preferencyjne stawki z tytułu opłaty dystrybucyjnej uzależnione od ilości energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii. Ustawodawca określił przy tym progi ilości energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii oraz procentowej stawki opłaty dystrybucyjnej, które przedstawiają się następująco:

w przypadku gdy ilość energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii przez członków klastra energii i wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej:

- a) przekroczy 60% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 95% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,
- b) przekroczy 70% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 90% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,
- c) przekroczy 80% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 85% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,
- d) przekroczy 90% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 80% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,



4. KONSEPCJA PRAWNA

e) wyniesie 100% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 75% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii;

Powyższy zapis ustawowy promuje przy tym wytwarzanie energii z odnawialnych źródeł energii, poprzez obniżenie opłaty z tytułu dystrybucji. W przypadku gdy 100% wartości energii jest wytwarzana z odnawialnych źródeł energii, uzyskiwany w ten sposób rabat na stawkę opłaty wynosi 25%. Kolejnym ważnym elementem dotyczącym promocji wytwarzania energii z odnawialnych źródeł jest system przyznawania zwolnień w zakresie opłaty kogeneracyjnej oraz opłaty OZE. Przepis art. 184l ustawy o odnawialnych źródłach energii określa bowiem zasady udzielania zwolnień z opłat oraz rozliczeń opłaty dystrybucyjnej w uzależnieniu od ilości wytwarzanej przez członków klastra energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Aby możliwe było skorzystanie przez członków klastra z preferencyjnego systemu rozliczeń, konieczne jest spełnienie łącznie wskazanych poniżej warunków:

1) co najmniej 30% energii elektrycznej wytwarzanej i wprowadzanej do sieci dystrybucyjnej w ramach tego klastra energii jest wytwarzana z odnawialnych źródeł energii oraz

2) łączna moc zainstalowana elektryczna instalacji odnawialnego źródła energii i jednostek wytwórczych w rozumieniu art. 3 pkt 43 ustawy - Prawo energetyczne wskazanych we wniosku, o którym mowa w art. 38ac ust. 5, nie przekracza 150 MW energii elektrycznej i umożliwia pokrycie w ciągu roku nie mniej niż 40% łącznego rocznego zapotrzebowania członków klastra energii w zakresie energii elektrycznej, oraz

3) łączna moc zainstalowana elektryczna magazynów energii wskazanych we wniosku, o którym mowa w art. 38ac ust. 5, wynosi co najmniej 2% łącznej mocy zainstalowanej instalacji odnawialnego źródła energii i jednostek wytwórczych w rozumieniu art. 3 pkt 43 ustawy - Prawo energetyczne wskazanych w tym wniosku.

Brak realizacji któregokolwiek ze wskazanych warunków, które muszą występować łącznie, uniemożliwi wykorzystanie z systemu rozliczeń wskazanych w art. 184k ustawy OZE tj zwolnienia z opłat OZE, opłaty kogeneracyjnej oraz obniżenia opłat dystrybucyjnych. Obecnie obowiązujące przepisy nie określają sztywnych ustawowych wewnętrznych taryf rozliczeniowych pomiędzy członkami klastra energii. Wskazane powyżej przepisy art. 184k-m oraz art. 2 pkt 15a ustawy o odnawialnych źródłach energii przewidują jedynie mechanizmy współpracy w ramach klastra energii, przy czym wewnętrzne rozliczenia za energię pomiędzy członkami klastra energii są regulowane na zasadzie umowy cywilnoprawnej w postaci porozumienia tworzącego klaster oraz tworzonych wewnętrznych regulaminów. W praktyce klaster energii jako porozumienie cywilnoprawne może ustalać własne wewnętrzne ceny sprzedaży i zakupu energii pomiędzy jego członkami.



4. KONCEPCJA PRAWNA

Wewnętrzne taryfy nie są regulowane ustawowo, niemniej jednak określone są m.in. w oparciu o kryteria pomocnicze jak np. według średniego kosztu wytworzenia, według uzgodnionej stawki za jednostkę energii lub też w oparciu o model bilansowania wewnętrznego energii pomiędzy członkami w określonym czasie. Brak unormowania ustawowego wysokości taryf wewnętrznych skutkuje brakiem konieczności ich zatwierdzania przez Prezesa URE. W tym miejscu należy wskazać na aspekt związany z działalnością Prezesa URE w kontekście klastrów energii. Podstawą działania, a zasadniczo jego częściowego wyłączenia w przypadku klastrów energii jest przepis art. 32 ust. 1 pkt 1 lit b ustawy prawo energetyczne, art. 7 ustawy o odnawialnych źródłach energii, gdzie w miejsce obowiązku uzyskania koncesji w przypadku małych instalacji odnawialnych źródeł energii tj instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 50 kW i nie większej niż 1 MW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 150 kW i mniejszej niż 3 MW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest większa niż 50 kW i nie większa niż 1 MW, wprowadzono obowiązek uzyskania wpisu do rejestru wytwórców energii małej instalacji. W przypadku klastrów energii większość jej członków będzie przeważnie wytwarzała energię elektryczną w małych instalacjach stanowiących działalność regulowaną, nie zaś koncesyjną. Różnica w zakresie wpisu do rejestru działalności regulowanej oraz uzyskania koncesji obejmuje m. in zakres stosowanej procedury, ale również opłaty koncesyjne, których brak jest w przypadku wpisu do rejestru działalności regulowanej. Warto wskazać w tym miejscu, że Prezes URE nie zatwierdza wprawdzie taryf wewnętrznych klastra, niemniej jednak ma on pośredni wpływ na ich wysokość zatwierdzając taryfy operatora systemu dystrybucji. W przypadku przesyłu energii wewnątrz klastra należy zwrócić uwagę na kluczowy aspekt dotyczący własności sieci dystrybucyjnej. Założyć należy, że większość klastrów energii nie posiada własnej sieci, przy czym brak jest przepisów wyłączających taką możliwość. Przesył energii odbywa się zatem za pośrednictwem istniejącej sieci dystrybucyjnej operatora, którego działalność wymaga uzyskania koncesji od Prezesa URE. Korzystanie z sieci dystrybucyjnej operatora z jednej strony niesie ze sobą korzyści związane z brakiem konieczności uzyskania przez klastr energii (a zasadniczo jej członków) koncesji na przesył energii, z drugiej zaś strony łączy się z kosztami opłat dystrybucyjnych. W praktyce przesył energii wewnątrz klastra energii odbywa się w następujący sposób. Energia wytwarzana np. z instalacji należącej do jednego z członków klastra trafia do sieci, która następnie odbierana jest przez innych członków klastra. Operator systemu dystrybucyjnego zapewnia przy tym bilansowanie energii w ujęciu godzinowym.



4. KONCEPCJA PRAWNA

W treści ustawy o odnawialnych źródłach energii znalazły się zapisy dotyczące obowiązków nakładanych przez ustawodawcę na operatora systemu dystrybucyjnego (art. 38ae ustawy OZE), gdzie przewidziano, że Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, na wniosek koordynatora klastra energii wpisanego do rejestru klastrów energii, nie później niż w terminie 90 dni od dnia złożenia tego wniosku:

1) zawiera nowe albo zmienia dotychczasowe umowy o świadczenie usług dystrybucji ze wszystkimi członkami klastra energii, w celu uwzględnienia w tych umowach postanowień określających zasady:

- a) rozliczeń świadczonych usług dystrybucji,
- b) świadczenia usług dystrybucji - w przypadku ustania członkostwa w klastrze energii;

2) instaluje każdemu z członków klastra energii, który nie jest prosumentem energii odnawialnej lub wytwórcą, przyłączonemu do jego sieci, dla wszystkich punktów poboru energii wskazanych w porozumieniu, o którym mowa w art. 38aa ust. 1, licznik zdalnego odczytu w rozumieniu art. 3 pkt 64 ustawy - Prawo energetyczne. Koszty zakupu, instalacji i uruchomienia licznika zdalnego odczytu w rozumieniu art. 3 pkt 64 ustawy - Prawo energetyczne oraz infrastruktury niezbędnej do jego prawidłowego działania, instalowanych zgodnie z ust. 1 pkt 2, ponosi operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego

Opinię sporządzono na podstawie aktualnego tj na dzień 14 kwietnia 2025r stanu prawnego. W treści opinii nie uwzględniono przepisów sprzed nowelizacji, jak również nie zawierano odniesień do zmienionego stanu prawnego. W przypadku nowelizacji ustaw obejmujących przedmiot działalności Zlecającego, po dniu sporządzenia opinii konieczne jest dokonanie ponownej oceny zmieniających się przepisów prawa w tym przepisów przejściowych i intertemporalnych. Autor może dokonać ponownej oceny na podstawie odrębnego zlecenia od Zlecającego.



5. FUNKCJE KLASTRA

5.1. Produkcja, dystrybucja i konsumpcja energii lokalnej

System energetyczny klastra energii w Chojnicach oparty jest na lokalnej, zdecentralizowanej produkcji energii, nowoczesnych technologiach dystrybucyjnych oraz elastycznym zarządzaniu konsumpcją. Głównym celem klastra jest osiągnięcie samowystarczalności energetycznej, redukcja kosztów uczestników oraz zwiększenie bezpieczeństwa dostaw.

Produkcja energii

Produkcja energii w klastrze opiera się na źródłach odnawialnych rozmieszczonych w różnych lokalizacjach na terenie miasta i gminy. Kluczową rolę odgrywa fotowoltaika, zarówno w formie klasycznych instalacji dachowych i naziemnych, jak i rozwiązań zintegrowanych z budynkami. Zastosowanie systemów BIPV, czyli paneli wbudowanych w strukturę dachów, elewacji i przeszkleń, pozwala zwiększyć produkcję bez zajmowania dodatkowej przestrzeni.

Z uwagi na specyfikę Chojnic omówiona we wprowadzeniu sytuacja związaną z różnorodnością regionu uzasadnia zastosowanie szerokiej gamy instalacji opartych na fotowoltaice oraz elementów zasilania charakteryzujących się stałym poziomem wytwarzania (turbiny wiatrowe, biogazownia). Charakter i pik produkcyjny w skali roku zmierzać powinien do jak największej auto konsumpcji.

Uzupełnieniem systemu są wertykalne turbiny wiatrowe, które wykorzystują specyfikę klimatu, czyli odpowiedni stały poziom wiatru, są ciche, bezpieczne i łatwe w integracji z infrastrukturą miejską.

Znaczącą rolę odgrywają także biogazownie, które przetwarzają odpady organiczne z lokalnego przemysłu, oczyszczalni ścieków oraz zielone frakcje odpadów komunalnych. Ich wartość polega na stabilnej produkcji energii niezależnie od warunków atmosferycznych. Część energii elektrycznej przekierowywana jest do produkcji zielonego wodoru w technologii elektrolizy. W tym celu wykorzystuje się nadwyżki z OZE w okresach niskiego zapotrzebowania.



5. FUNKCJE KLASTRA

Dystrybucja energii

Dystrybucja energii w klastrze odbywa się za pośrednictwem lokalnego operatora sieci elektroenergetycznych niskiego i średniego napięcia. Sieci zostały dostosowane do potrzeb energetyki rozproszonej i wyposażone w nowoczesne układy pomiarowe. Infrastruktura umożliwia dwukierunkowy przepływ energii, dzięki czemu możliwe jest efektywne zarządzanie nadwyżkami produkcji. W centrum systemu znajduje się operator klastra, odpowiedzialny za bilansowanie, zarządzanie dystrybucją oraz komunikację z uczestnikami poprzez system zarządzania energią. System pozwala na alokację energii w czasie rzeczywistym z uwzględnieniem priorytetów zasilania oraz lokalnego zapotrzebowania. Drugim nieoczywistym sposobem dystrybuowania energii jest przetworzenie jej w zielony wodór. W Chojnicach część energii z OZE będzie dystrybuowana poza siecią w modelu „na kołach”. Wodór w formie sprężonej będzie transportowany mobilnymi jednostkami do wybranych punktów odbioru. System ten umożliwi zasilanie odbiorników poza siecią, oraz eksport nadwyżek energii w postaci paliwa, co stanowi rentowną formę zagospodarowania lokalnej produkcji.

Konsumpcja energii

Odbiorcami energii w klastrze są jednostki publiczne, zakłady komunalne, przedsiębiorstwa prywatne oraz mieszkańcy. Energia elektryczna wykorzystywana jest do zasilania obiektów użyteczności publicznej, infrastruktury przemysłowej oraz sieci transportu miejskiego. W sektorze mieszkaniowym szczególną rolę odgrywa autokonsumpcja, wspierana przez inteligentne liczniki i systemy zarządzania budynkami. Uczestnicy klastra mogą korzystać z wewnętrznych rozliczeń opartych na rzeczywistym zużyciu, co znacząco poprawia efektywność ekonomiczną całego systemu. Ważnym aspektem jest przetwarzanie energii w zielony wodór.

W Chojnicach zielony wodór może znaleźć zastosowanie w wielu strategicznych sektorach lokalnej gospodarki i infrastruktury. W transporcie publicznym i komunalnym może zasilić autobusy miejskie, pojazdy służb technicznych oraz śmieciarki, a także stanowić paliwo dla lokalnej stacji tankowania. W przemyśle wodór może być wykorzystywany jako czyste źródło energii w procesach technologicznych lokalnych zakładów przetwórczych, magazynów i centrów logistycznych. W sektorze publicznym, w tym w szpitalach, szkołach i innych obiektach infrastruktury krytycznej, ogniwa paliwowe mogą zapewniać niezależne zasilanie oraz kogenerację ciepła i prądu. W budownictwie mieszkaniowym wodór może służyć do sezonowego magazynowania energii oraz zasilania lokalnych instalacji grzewczych i energetycznych, zwłaszcza w połączeniu z instalacjami fotowoltaicznymi. W sektorze energetycznym wodór może pełnić funkcję magazynu energii dla klastra, stabilizując system i bilansując nadwyżki produkcji z OZE. Dodatkowo może być wykorzystany w celach edukacyjnych i promocyjnych, m.in. w ramach programów szkolnych, projektów badawczo-rozwojowych oraz tworzenia pilotażowych instalacji pokazowych, które podniosą rangę Chojnic jako ośrodka nowoczesnych technologii zeroemisyjnych.



5. FUNKCJE KLASTRA

Bilansowanie energii

W klastrze funkcjonować powinien trójwarstwowy system bilansowania energii, którego zadaniem jest utrzymanie stabilności i optymalizacja przepływów w zależności od zapotrzebowania i warunków zewnętrznych.

Pierwszy model bilansowania opiera się na systemie informatycznym, który monitoruje produkcję i zużycie energii w czasie rzeczywistym. W oparciu o dane z liczników i prognozy pogodowe, system automatycznie zarządza przepływami, decydując o przesyle, magazynowaniu lub sprzedaży energii. Całość zintegrowana jest z platformą zarządzania energią opracowaną przez jednostkę badawczo-rozwojową Future Solutions.

Drugi model polega na fizycznym bilansowaniu energii przy wykorzystaniu magazynów energii. Magazyny zlokalizowane są w punktach krytycznych, takich jak oczyszczalnia ścieków, szkoły, szpital, czy główne węzły dystrybucyjne. Umożliwiają one wyrównanie szczytów zapotrzebowania, zabezpieczenie w razie przerw w dostawach oraz integrację źródeł o niestabilnej charakterystyce pracy, takich jak PV czy turbiny wiatrowe.

Trzeci model wykorzystuje zielony wodór jako medium energetyczne. Produkowany wodór magazynowany jest w formie sprężonej, a następnie może zostać wykorzystany w ogniwach paliwowych lub jako paliwo dla transportu miejskiego, w turbinach kogeneracji. Stanowi on też w połączeniu z tlenem bardzo dobry produkt sprzedażowy. Ten model stanowi rezerwuuar energii sezonowej, umożliwiając bilansowanie w dłuższej perspektywie oraz strategiczne zarządzanie nadwyżkami.

Rekomendacje

W oparciu, o analizę technologicznej struktury klastra energii w Chojnicach oraz zastosowanych źródeł wytwórczych i odbiorców energii, rekomenduje się przyjęcie zintegrowanego, zróżnicowanego modelu bilansowania, który maksymalizuje bezpieczeństwo energetyczne, elastyczność systemu i odporność na zakłócenia.

Zastosowany model bilansowania oraz różnorodność źródeł wytwórczych pozwalają na znaczące zwiększenie samowystarczalności energetycznej miasta. Klaster zapewnia odporność na wahania cen energii na rynku hurtowym, ogranicza zależność od zewnętrznych dostawców oraz pozwala uczestnikom na osiągnięcie wymiernych oszczędności. Co więcej, wdrożenie rozwiązań wodorowych i zaawansowanych systemów cyfrowych zwiększa innowacyjność i atrakcyjność inwestycyjną regionu.



5. FUNKCJE KLASTRA

5.2. Optymalizacja bilansu energetycznego

System bilansowania energetycznego w klastrze energii Chojnice będzie oparty na synergii dwóch nowoczesnych podejść: zastosowania sztucznej inteligencji w zarządzaniu energią oraz przetwarzania nadwyżek produkcyjnych w zielony wodór, oraz magazynowanie klasyczne. Taka struktura pozwoli na dynamiczną i zrównoważoną optymalizację przepływów energii w ramach lokalnej infrastruktury, zgodnie z założeniami inteligentnego miasta.

Inteligentne bilansowanie energii z użyciem AI i Deep Learning

W ramach klastra wdrożony zostanie system zarządzania energią oparty na sztucznej inteligencji, wykorzystujący techniki uczenia głębokiego (deep learning). Jego zadaniem będzie ciągła analiza danych pochodzących z inteligentnych liczników, czujników pogodowych, harmonogramów zużycia oraz stanu pracy urządzeń w całym klastrze. System będzie uczył się wzorców zużycia energii i produkcji z OZE, przewidując przyszłe zapotrzebowanie z dużą dokładnością.

Dzięki temu będzie możliwe:

- dynamiczne sterowanie przepływem energii pomiędzy odbiorcami i źródłami,
- ograniczenie strat wynikających z niesynchronizowanej produkcji i konsumpcji,
- automatyczne podejmowanie decyzji o uruchomieniu magazynów, przekierowaniu nadwyżek lub ich konwersji w wodór,
- identyfikowanie anomalii i szybkie reagowanie na zakłócenia w pracy sieci.

Zastosowanie modeli AI w środowisku Smart City pozwoli również na integrację zarządzania energią z innymi systemami miejskimi, takimi jak transport, oświetlenie publiczne, infrastruktura wodno-kanalizacyjna czy zarządzanie ruchem. Przełoży się to na bardziej efektywne zużycie zasobów i lepszą jakość życia mieszkańców.

Przekształcanie nadwyżek energii w zielony wodór

Równolegle, kluczowym elementem systemu optymalizacji bilansowania będzie przetwarzanie nadwyżek energii w zielony wodór. W momentach, gdy produkcja z fotowoltaiki, turbin wiatrowych czy biogazowni przekroczy lokalne zapotrzebowanie, system automatycznie przekieruje energię do elektrolizerów zainstalowanych w jednostce „elektrolizowania”.

Proces ten pozwoli:

- uniknąć strat wynikających z braku odbioru energii w czasie rzeczywistym,
- utrzymać stabilność sieci poprzez redukcję przeciążeń,
- stworzyć rezerwuar energii w postaci łatwo transportowalnego i magazynowalnego wodoru.



5. FUNKCJE KLASTRA

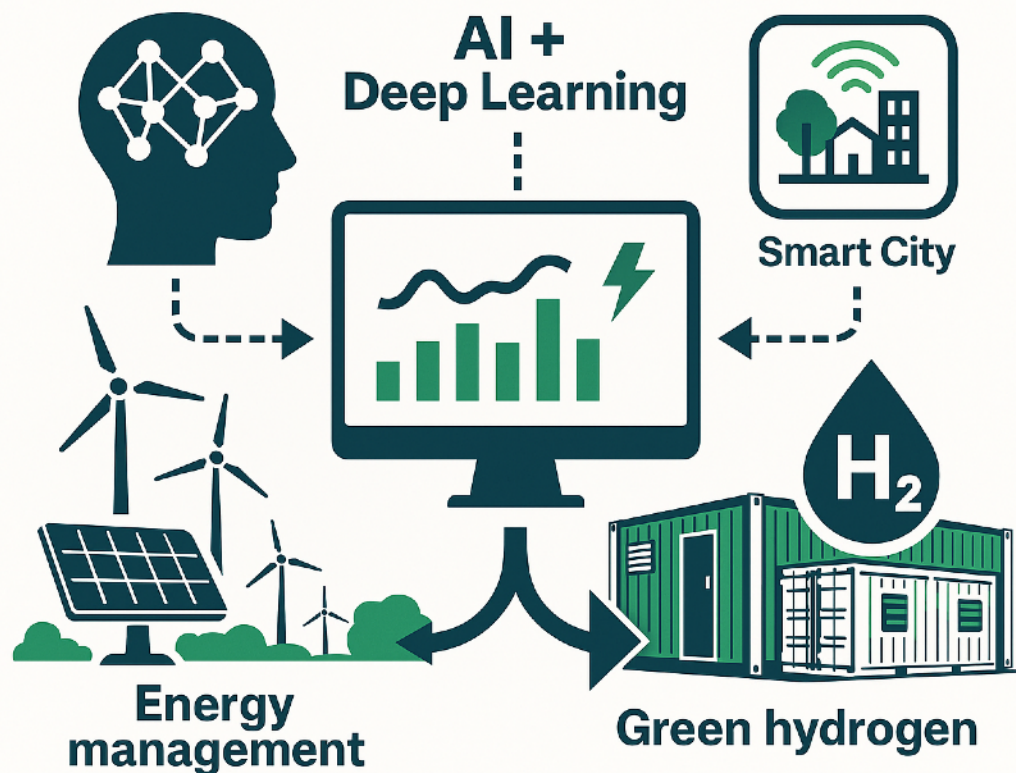
Zielony wodór będzie pełnił nie tylko funkcję magazynu energii sezonowej, ale również elementu handlowego – jego nadwyżki będzie można eksportować, tworząc nowy strumień przychodów dla klastra.

Efektywność i odporność systemu

Połączenie zaawansowanego zarządzania opartego na AI z buforem energetycznym w postaci wodoru zapewni klastrowi:

- wysoką elastyczność operacyjną,
- odporność na zmienność warunków atmosferycznych i rynkowych,
- optymalne wykorzystanie lokalnych zasobów.

System będzie zdolny do autonomicznego uczenia się i dostosowywania strategii bilansowania w miarę rozwoju klastra i zmieniającego się zapotrzebowania energetycznego regionu. Taki zintegrowany model bilansowania będzie stanowił technologiczny fundament nowoczesnego, bezpiecznego i samowystarczalnego miasta, gotowego na wyzwania energetyczne nadchodzących dekad.





5. FUNKCJE KLASTRA

5.3. Rozwój lokalnych OZE i poprawa efektywności energetycznej

W regionie Chojnic rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) napotyka na coraz większe bariery systemowe. Krajowa sieć elektroenergetyczna, będąca fundamentem ogólnopolskiej infrastruktury przesyłowej, osiąga lokalnie granice swoich możliwości technicznych. Dodatkowym wyzwaniem jest intensywny rozwój energetyki wiatrowej, która – jako priorytetowa w strategiach krajowych – wyczerpuje dostępne moce przyłączeniowe na północy Polski. W praktyce oznacza to zablokowanie możliwości podłączania nowych, lokalnych instalacji OZE, co zagraża zarówno lokalnym inicjatywom, jak i bezpieczeństwu energetycznemu.

Sytuację dodatkowo komplikuje budowa pierwszej w Polsce elektrowni jądrowej. Choć projekt ten ma strategiczne znaczenie dla miks energetycznego kraju, jego realizacja wymaga ogromnych zasobów infrastrukturalnych i przesyłowych, co dalej ogranicza regionalną elastyczność energetyczną.

W tym kontekście klastr energii, oparty na lokalnym bilansowaniu popytu i podaży energii, staje się kluczowym mechanizmem umożliwiającym dalszy rozwój źródeł OZE. Dzięki własnym, wewnętrznym zasadom rozliczeniowym i niezależności od centralnych taryf oraz limitów przyłączeniowych, klastr może tworzyć warunki do przyłączania nowych źródeł wytwórczych – zarówno fotowoltaicznych, jak i opartych na wietrze czy biomasie – bez konieczności ingerencji w przeciążoną sieć krajową.

Oprócz rozwoju infrastruktury wytwórczej, istotnym elementem strategii klastra jest poprawa efektywności energetycznej, rozumianej nie tylko jako redukcja strat czy modernizacja instalacji, ale również jako optymalne zagospodarowanie wszystkich produktów procesu energetycznego. Kluczowe znaczenie ma tutaj integracja instalacji do produkcji zielonego wodoru z lokalnych źródeł OZE. Produkcja ta nie tylko bilansuje nadwyżki energetyczne, ale również generuje wartościowe produkty uboczne, takie jak tlen i ciepło odpadowe, które – odpowiednio zagospodarowane – poprawiają ogólną rentowność całego systemu. Tlen może być wykorzystywany w sektorze medycznym lub przemyśle, a ciepło w lokalnych systemach ciepłowniczych lub procesach technologicznych.

Zgodnie z unijną polityką Zielonego Ładu oraz priorytetami transformacji energetycznej w Polsce, inwestycje w zieloną energię, wodór oraz poprawę efektywności energetycznej są szeroko wspierane finansowo. Kluczowe źródła wsparcia to m.in. Krajowy Plan Odbudowy (KPO), Fundusz Modernizacyjny, Program FEnIKS oraz środki NFOŚiGW. Co więcej, coraz więcej środków trafia do regionów w ramach mechanizmów sprawiedliwej transformacji, które mają na celu nie tylko dekarbonizację, ale również zwiększenie niezależności i odporności energetycznej lokalnych społeczności.



5. FUNKCJE KLASTRA

Chojnice – jako gmina z dużym potencjałem OZE, rozbudowaną bazą turystyczną oraz dostępem do infrastruktury przemysłowej – ma unikalną szansę, by stać się modelem zrównoważonego rozwoju energetycznego w praktyce. Klaster energii, wsparty zielonym wodorem, technologiami efektywnościowymi i inteligentnym zarządzaniem popytem, może nie tylko rozwiązać lokalne problemy sieciowe, ale również wygenerować realne oszczędności dla mieszkańców, przedsiębiorców i samorządu.

5.4. Innowacje - trendy rozwoju i możliwości technologiczne

Nowoczesne klastry energii, takie jak tworzone w Chojnicach, stają się laboratoriami zaawansowanych technologii energetycznych, które łączą zdecentralizowaną produkcję, cyfrowe zarządzanie, zielone paliwa oraz aktywne uczestnictwo odbiorców w transformacji energetycznej. Ich skuteczność opiera się na czterech filarach innowacji: systemach cyfrowych nowej generacji, wysokowydajnych technologiach wodorowych, zaawansowanym magazynowaniu energii oraz elastycznym zarządzaniu popytem (DSR), w tym w środowisku Smart City i Smart Home.

Fundamentem operacyjnym nowoczesnych klastrów są rozproszone, skalowalne systemy IT, które umożliwiają dynamiczne zarządzanie bilansowaniem energii, rozliczeniami oraz interoperacyjnością z innymi podmiotami rynku. Platforma ECM reprezentuje nową generację technologii DLT (Distributed Ledger Technology), łącząc:

- rejestr energii i cyfryzacje wartości,
- automatyczne smart kontrakty rozliczeniowe,
- integrację z systemami zarządzania klasy e-Vision.

Systemy te wyposażone są w cyfrowe bliźniaki (Digital Twins) infrastruktury energetycznej, które w czasie rzeczywistym symulują i optymalizują pracę źródeł, magazynów i odbiorców energii. Bezpieczeństwo danych wspierane jest przez szyfrowanie post-kwantowe lub end-end, kontrolę dostępu opartą na tożsamości cyfrowej (DID) oraz redundantne środowiska chmurowe. Integracja z modelami AI umożliwia predykcyjne zarządzanie obciążeniami i planowanie mocy.

W 2025 roku technologie wodorowe osiągną nowy poziom efektywności i bezpieczeństwa. W ramach klastra wdrażane są elektrolizery PEM nowej generacji, oparte na materiałach bez krytycznych metali, takich jak iryd czy platyna. Moduły te osiągną sprawność powyżej 75%, pracując elastycznie z dynamicznymi źródłami OZE.

Nowinką są zintegrowane systemy kogeneracyjne, które pozwalają jednocześnie produkować wodór, odzyskiwać tlen o czystości medycznej i wykorzystywać ciepło odpadowe. Cały proces nadzorowany jest przez systemy typu AI Safety Layer, analizujące mikroprzecieki, anomalie ciśnienia i poziom wilgotności, zapewniając najwyższy poziom bezpieczeństwa pracy.

Dzięki systemom mobilnym i modułowym, wodór może być przechowywany lokalnie (w magazynach LOHC lub w formie sprężonej) i wykorzystywany w mobilności, przemyśle lub jako bufor energetyczny.



5. FUNKCJE KLASTRA

Magazynowanie energii przeszło rewolucję dzięki technologii LFP 2.0 (litowo-żelazowo-fosforanowej nowej generacji), oferującej ponad 12 000 cykli pracy, wysoką odporność termiczną i brak ryzyka zapłonu. Dla dłuższych czasów magazynowania przewidziane są rozwiązania oparte na:

- bateriach sodowo-jonowych, znacznie tańszych i bardziej dostępnych surowcowo,
- magazynach cieplnych (termo-chemicznych) do przechowywania ciepła odpadowego z wodoru,
- magazynach wodoru jako nośnika sezonowego.

Innowacją są także inteligentne systemy zarządzania magazynem (BMS 4.0), które komunikują się z platformami AI i systemami predykcyjnymi, optymalizując procesy ładowania i rozładowania w oparciu o dane rynkowe, pogodowe i wewnętrzne potrzeby klastra.

Zarządzanie popytem (DSR) nie ogranicza się już do wielkich odbiorców przemysłowych. W nowoczesnym modelu klastra jego uczestnikami są:

- gospodarstwa domowe (Smart Home),
- infrastruktura komunalna (Smart City),
- małe i średnie firmy.

Systemy DSR wykorzystują zaawansowane czujniki IoT, analizujące w czasie rzeczywistym zużycie energii, obecność, nasłonecznienie, temperaturę, ceny energii czy obciążenie sieci. Dane te są przetwarzane przez modele AI (głównie LSTM i XGBoost), które umożliwiają:

- predykcję zużycia i produkcji energii z PV/wind z dokładnością do 15 minut,
- dynamiczne sterowanie urządzeniami w domach (pralka, pompa ciepła, EV),
- automatyczne odpowiedzi na sygnały rynkowe (np. wysokie ceny, niskie zużycie).

Odbiorcy są wynagradzani za elastyczność, a ich urządzenia stają się elementem aktywnej sieci elektroenergetycznej.

W skali miejskiej Smart City korzysta z tych samych mechanizmów DSR do zarządzania ładowaniem autobusów, oświetleniem ulicznym, wentylacją w szkołach czy działaniem przepompowni. System e-Vision zintegrowany z ECM tworzy inteligentne centrum zarządzania energią, które nadzoruje cały ekosystem lokalny.

Dzięki takiemu podejściu, klastr energii nie tylko wytwarza zieloną energię, ale staje się autonomicznym, samobilansującym się systemem, który integruje technologię, ludzi i dane – w służbie bezpieczeństwa energetycznego, niskiej emisji i efektywności.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

6.1. Inteligentne systemy pomiarowe i zarządzające.

Dynamiczny rozwój rozproszonych systemów energetycznych i wdrażanie lokalnych klastrów energii wymaga nowoczesnej infrastruktury pomiarowej. Kluczową rolę odgrywają tutaj inteligentne urządzenia pomiarowe, które umożliwiają precyzyjny, zdalny i zautomatyzowany monitoring zużycia, produkcji oraz bilansowania energii elektrycznej, zielonego wodoru oraz ciepła i ciepłej wody użytkowej.

1. Liczniki energii elektrycznej (AMI)

W środowisku klastra energii podstawą są inteligentne liczniki energii elektrycznej klasy AMI (Advanced Metering Infrastructure), które:

- rejestrują dane pomiarowe w czasie rzeczywistym (lub z rozdzielczością 15-minutową),
- komunikują się dwustronnie z systemem zarządzania (np. ECM, e-Vision),
- wspierają dynamiczne taryfy energii (czasowe, klastrowe, elastyczne),
- umożliwiają zdalne sterowanie (np. odczyty, włączenia/wyłączenia),
- obsługują funkcje automatycznego wykrywania awarii, przeciążeń i jakości zasilania.

Liczniki te są zintegrowane z platformą DLT, która zapewnia niezmienność i audytowalność danych, co jest kluczowe dla rozliczeń wewnątrz klastrowych oraz w przypadku certyfikacji (np. energii z OZE).

2. Inteligentne liczniki gazowe – wodór zielony

Wraz z rozwojem gospodarki wodorowej, pojawia się potrzeba wprowadzenia wysokospecjalistycznych liczników dla gazowego wodoru (H_2). Nowoczesne urządzenia pomiarowe do wodoru różnią się konstrukcyjnie od klasycznych liczników gazowych ze względu na:

- niską gęstość i małą lepkość wodoru, co wymaga precyzyjnej kalibracji objętościowej i masowej,
- możliwość pracy w wysokim ciśnieniu (do 35 MPa),
- kompatybilność z materiałami odpornymi na przenikanie H_2 (np. stal nierdzewna, polimery typu PEEK),
- obecność cyfrowych protokołów komunikacyjnych (Modbus, LoRaWAN, NB-IoT).

Stosowane są tu m.in. liczniki ultradźwiękowe i termiczne, które mogą mierzyć przepływ masowy i objętościowy, temperaturę, ciśnienie i wilgotność wodoru. Dzięki integracji z systemami analizy danych, możliwa jest pełna kontrola nad jakością i ilością zielonego wodoru dostarczanego do odbiorców końcowych (przemysł, transport, magazyny).



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

3. Inteligentne pomiary ciepła i ciepłej wody

Nowoczesne klastry energii często integrują lokalne sieci ciepłownicze niskotemperaturowe oraz odzysk ciepła odpadowego – w tym z instalacji wodorowych, biogazowych czy pomp ciepła. Precyzyjne rozliczenia w takich układach wymagają zastosowania:

- inteligentnych liczników ciepła (smart heat meters), które mierzą energię cieplną na podstawie różnicy temperatur i przepływu medium,
- liczników ciepłej wody użytkowej, szczególnie w budynkach wielorodzinnych, dla celów rozliczeniowych i optymalizacji zużycia,
- czujników temperatury, przepływu i strat ciepła, zintegrowanych z systemami zarządzania energią budynków (BEMS/HEMS).

Nowoczesne liczniki ciepłne są wyposażone w komunikację bezprzewodową (NB-IoT, M-Bus Wireless), automatyczne alerty o nadmiernym zużyciu oraz interfejsy do zdalnych aktualizacji i diagnostyki. Umożliwiają także rozliczenia dynamiczne i prognozowanie kosztów ogrzewania w oparciu o dane pogodowe i taryfy czasowe.

4. Interoperacyjność i integracja danych pomiarowych

Wszystkie inteligentne urządzenia pomiarowe – elektryczne, gazowe i ciepłne – muszą być zintegrowane w jednym, spójnym środowisku danych. Kluczowe funkcje takiego systemu to:

- centralna platforma danych (np. e-Vision + ECM) z architekturą opartą na API i interoperacyjnych protokołach (OPC-UA, MQTT, REST),
- mechanizmy synchronizacji danych w czasie rzeczywistym, z możliwością lokalnej analizy i przetwarzania (edge computing),
- algorytmy predykcyjne i detekcji anomalii do analizy trendów, strat, błędów pomiarowych i optymalizacji zużycia.

Dzięki takiej infrastrukturze, uczestnicy klastra otrzymują dokładne, certyfikowane i transparentne dane, które stanowią fundament dla dynamicznego rozliczania energii, wprowadzania taryf elastycznych oraz uzyskania świadectw pochodzenia.

System zarządzania e-Vision

e – Vision to kompletny pakiet oprogramowania dla klastrów energii, jakim jest system SDT₁ LAB ONE, pragnących zintegrować wszelkie potrzeby wynikające z prawidłowej produkcji dystrybucji i optymalizacji zużycia energii. Dzięki pełnej integracji z dedykowanymi platformami sprzętowymi (liczniki, czujniki monitorujące, elektrolizery, ogniwa paliwowe, kogeneratory gazowe, panele fotowoltaiczne, zespoły produkcji z wiatru i wody itp.), platformami FK oraz możliwości pracy tak w modelu Cloud, jak i On-premise, rozwiązanie zapewnia szybkie wdrażanie i stanowi kompletne rozwiązanie dla zespołu zasilającego. Upraszczając system e-Vision, steruje procesem produkcji jej magazynowaniem, wydatkowaniem oraz danymi rozliczeniowymi.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

Kompleksowy system tego typu adresowany jest do małych i średnich przedsiębiorstw, klastrów energetycznych i indywidualnych gospodarstw domowych. e-Vision planuje wpisać się w model prosumenta, prosumenta zbiorowego i wirtualnego już na etapie założeń. Zrezygnowano w nim z wielu mechanizmów typowych dla systemów energetyki zawodowej, a zamiast tego wprowadzono wiele rozwiązań pozwalających na minimalizację ilości personelu niezbędnego w spółce obrotu i operatora do obsługi samego systemu, jak i procesów związanych z rozliczeniami.

Obsługa procesów technicznych:

- e- Vision EMS
- e- Vision SCADA

Obsługa procesów biznesowych i zarządzania energią:

- e- Vision DSR
- e- Vision MDM
- e- Vision BILING
- e- Vision RAPORTY
- e- Vision CUSTOMER CLOUD

e- Vision EMS – zrealizowany przy współpracy naukowców Politechniki Gdańskiej, zintegrowany system zarządzania źródłami produkcji energii oraz nadzoru nad stanem technicznym klastra.

e- Vision Scada – system czasu rzeczywistego nadzorujący automatykę Solaris Hydrogen. Jego główne funkcje obejmują zbieranie aktualnych danych dotyczących pracy całego rozwiązania Solaris Hydrogen, ich wizualizację sterowanie procesami oraz archiwizację danych.

e-Vision DSR – czyli Demand Side Respanse pozwala na prowadzenie aktywnej polityki w obszarze redukcji zużycia energii po stronie odbiorców i dostosowanie tak do potrzeb zewnętrznych jak i optymalizacji własnej.

e-Vision MDM – pozwala na sprawne pozyskiwanie i zarządzanie danymi z inteligentnych oraz tradycyjnych liczników elektrycznych i gazowych na potrzeby procesów rozliczeniowych.

e- Vision Biling – pozwala na masowe oraz cykliczne rozliczanie energii elektrycznej paliwa gazowego. System zintegrowany jest z e- Vision MDM.



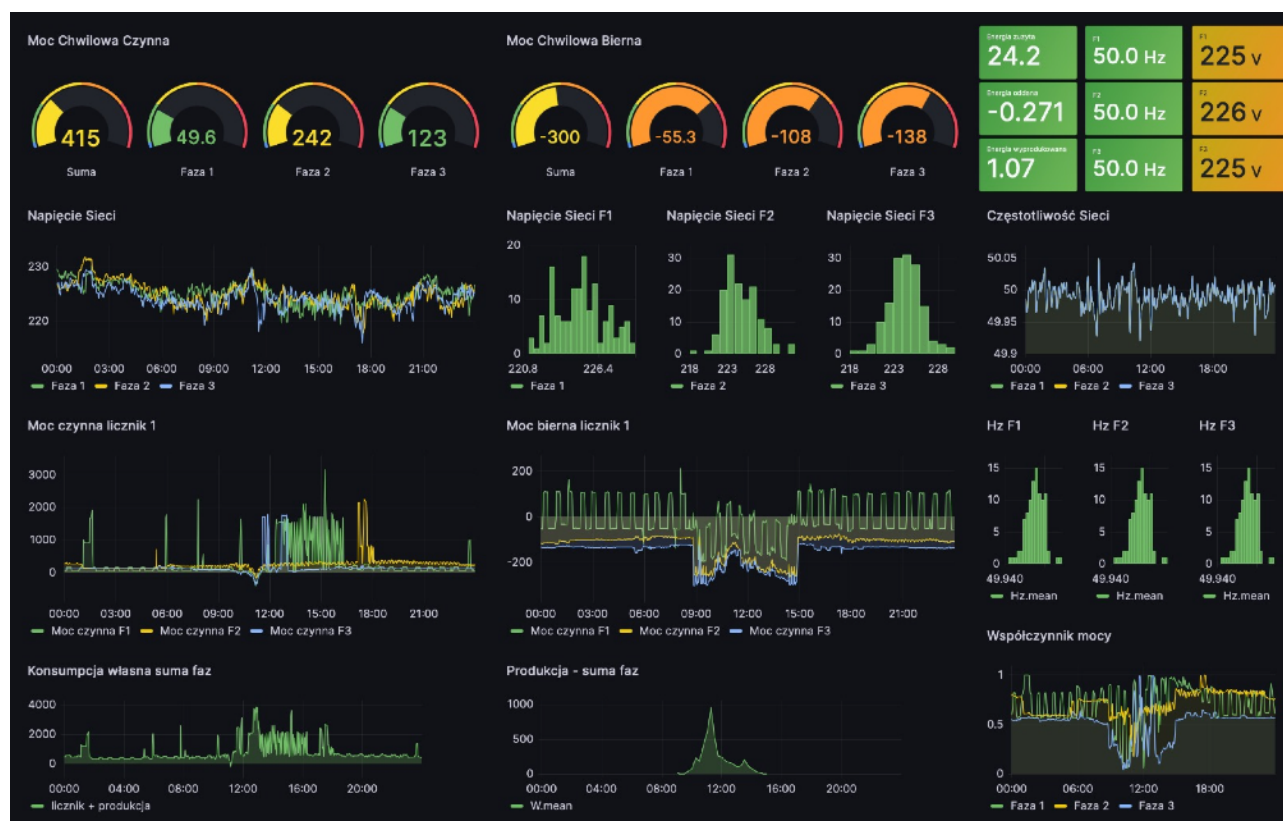
6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

e-Vision Raporty- pozwala nie tylko na wypełnienie wszystkich obowiązków sprawozdawczych nałożonych na przedsiębiorców przez regulatora ale pozwala również dzięki obsłudze mechanizmów Big- Data na lepsze zrozumienie procesów i trendów zachodzących w ramach systemu Solaris Hydrogen. Wnioskowanie oparte o mechanizmy SI (sztuczna inteligencja) pozwala na generowanie raportów do jeszcze lepszego zarządzania produkcją i konsumpcją energii.

e-Vision Customer Cloud – to dedykowany pakiet aplikacji mobilnych on- line pozwalających użytkownikowi na bieżące monitorowanie tak zużycia energii jak i innych mediów ale również na obsługę liczników oraz urządzeń w ramach sieci domowej (smart home).

Rekomendacje

Wdrożenie systemu zarządzania takiego jak e-Vision jest działaniem o charakterze strategicznym w ramach funkcjonowania koordynatora klastra energii w Chojnicach. Jego obecność stanowi fundament operacyjny klastra i jest warunkiem koniecznym do zapewnienia spójności, ciągłości oraz efektywności procesów wewnętrznych. Bez takiego systemu koordynacja techniczna i organizacyjna klastra nie byłaby możliwa w wymaganym standardzie jakości i bezpieczeństwa.





6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

6.2. Obieg energii i rozliczenia wewnątrz klastra

Jednym z kluczowych elementów funkcjonowania klastra energii jest wewnętrzny obieg energii oraz model rozliczeń pomiędzy członkami wspólnoty. System ten pozwala na zbudowanie niezależnego rynku energii w skali lokalnej, opartego na wspólnych zasadach, korzyściach ekonomicznych i wzajemnym zaufaniu, które jest technologicznie zabezpieczone dzięki zastosowaniu rozproszonego rejestru danych (DLT).

1. Lokalny obieg energii i priorytet samobilansowania

Produkcja energii ze źródeł odnawialnych (PV, wiatr, biogaz) w klastrze w pierwszej kolejności kierowana jest do lokalnych odbiorców – gospodarstw domowych, firm i instytucji. Celem jest maksymalizacja samobilansowania lokalnego, co oznacza, że energia zużywana w obrębie klastra nie jest odsprzedawana do sieci i nie podlega standardowym ceną zakupu czy sprzedaży.

Wszelkie nadwyżki mogą być magazynowane (np. w bateriach lub poprzez konwersję do zielonego wodoru), a deficyty – kompensowane z rynku zewnętrznego, przy czym dostęp do sieci krajowej może być docelowo traktowany jako uzupełnienie, a nie podstawa działania.

2. Wewnętrzny system rozliczeń między członkami klastra

Każdy członek klastra – niezależnie od tego, czy jest producentem, prosumentem, czy tylko odbiorcą – uczestniczy w wewnętrznym rynku energii, gdzie transakcje odbywają się według stawek wewnętrznych, niższych niż rynkowe. Dzięki temu możliwe jest:

- obniżenie kosztów energii dla odbiorców końcowych,
- zapewnienie przewidywalnych przychodów dla lokalnych wytwórców,
- stworzenie realnej motywacji do inwestowania w OZE.

Rozliczenia między członkami są dokonywane automatycznie i transparentnie, bez potrzeby pośredników. Każdy uczestnik posiada indywidualne konto energetyczne, gdzie rejestrowane są:

- ilość energii dostarczonej i pobranej,
- saldo energetyczne i finansowe,
- historia transakcji i udział w bilansie klastra.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

3. Technologia rozproszona (DLT) jako podstawa zaufania

Cały system obiegu energii i rozliczeń opiera się na technologii DLT (Distributed Ledger Technology), która pełni funkcję cyfrowego rejestru energii. Jej zastosowanie gwarantuje:

- pełną transparentność i nienaruszalność danych – każda transakcja jest zapisana w rozproszonym systemie i nie może być zmieniona,
- brak potrzeby centralnego operatora – system działa na zasadzie automatycznego konsensusu i wzajemnej weryfikacji,
- cyfryzacja energii – energia wyprodukowana w klastrze może być reprezentowana w formie cyfrowych smart kontraktów rozliczeniowych, które są rozliczane, wewnątrz wspólnoty i wymienne po wartości stawek wewnętrznych na klasyczne środki płatnicze.

Dzięki DLT, rozliczenia są nie tylko szybkie i tanie, ale również zaufane i audytowalne, co eliminuje konflikty interesów i błędy ludzkie. System ten pozwala również na przyszłą integrację z mechanizmami certyfikacji energii z OZE i ESG.

4. Model korzyści i reinwestycji

Uczestnicy klastra korzystają z preferencyjnych warunków cenowych i przejrzystego modelu udziałowego. Nadwyżki finansowe wynikające z niższych kosztów zakupu energii i braku opłat przesyłowych mogą być:

- reinwestowane w rozwój nowych źródeł energii,
- przeznaczone na rozbudowę infrastruktury (np. magazynów energii),
- rozdysponowane proporcjonalnie pomiędzy członków klastra jako forma „energetycznej dywidendy”.

Taki model sprzyja długoterminowemu zaangażowaniu i lojalności uczestników, przekształcając klastę z systemu technicznego w realną wspólnotę ekonomiczną.

ECM - cyfrowy operator klastra energii

ECM to autorski, cyfrowy system stworzony z myślą o wspieraniu nowoczesnych wspólnot energetycznych, takich jak klastry czy spółdzielnie energii. Platforma umożliwia cyfryzację lokalnie wyprodukowanej energii oraz prowadzenie wewnętrznych rozliczeń pomiędzy uczestnikami na zasadach rynkowych – ale bez udziału zewnętrznych pośredników. Dzięki technologii DLT, ECM gwarantuje pełną transparentność, nienaruszalność zapisów i możliwość wdrożenia modeli peer-to-peer, dynamicznych taryf oraz automatycznych rozliczeń opartych na smart kontraktach. To narzędzie, które łączy sektor energetyczny z finansowym, tworząc cyfrową infrastrukturę dla nowej, lokalnej gospodarki energetycznej.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

ECM to innowacyjny Fin-Tech, funkcjonujący na zasadzie platformy, w ramach której poprzez zastosowanie DLT, cyfrowo odwzorowaliśmy rozproszony system energetyczny. Zastosowanie smart kontraktów mocy kW i energii kWh oraz innowacyjnych portfeli użytkownika otworzyło nowe możliwości. ECM jako operator rozliczający transakcje zachodzące zarówno pomiędzy użytkownikami systemu, jak i samymi jednostkami klastrowymi umożliwił cyfrowy przesył wartości oraz stworzył nowy rynek - rynku mocy.

Nowoczesne rynki światowe zwracają się ku inwestycjom polegającym na nabywaniu praw majątkowych przedstawionych w formie cyfrowych, bezpiecznych smart kontraktów. Ta technologiczna forma gwarantuje bezpieczeństwo, przejrzystość inwestycji oraz jej efektów. Poprzez zaawansowane technologie IT takie jak DLT wspomagane AI, ECM stworzył jednolite rozwiązanie umożliwiające rozliczanie zarówno uczestników klastra, jak i poszczególnych jego elementów na zasadzie IoT (internet rzeczy) bez względu na lokalizacje czy nośnik energii. W ramach platformy rozliczane są również takie wartości jak certyfikaty pochodzenia, co ułatwia raportowanie ESG i wyznaczenie długoterminowej ścieżki zrównoważonego rozwoju.



➡ **Portfel energii ECM** jest podstawowym elementem systemu. To właśnie dzięki niemu użytkownik monitoruje i dokonuje transakcje związane z energią. Portfel to serce systemu rozliczeniowego a mechanizmy darmowego Air Drop gwarantują jego prawidłowe funkcjonowanie.



➡ **Smart kontrakt SDTx** jest cyfrowym obrazem mocy (kW), którą legitymuje się użytkownik. Na podstawie posiadanego w portfelu aktywa SDT i zapisanego w nim wolumenu system rozlicza wszystkie powstałe wartości. Innymi słowy SDT odwzoruje cyfrowo instalację członka klastra.



➡ **Smart kontrakt EC (kWh):** wypracowane w klastrze wartości system zapisuje w cyfrowym obrazie Energy Coin (EC), który oparty został na jednostce energii (kWh) i zobrazował jej wartość finansową poprzez parametr wartości nominalnej (zgodnie z wewnętrznymi stawkami - taryfami w klastrze), nadawanej każdorazowo w momencie emisji. Smart kontrakty EC stanowią wewnątrzsystemową wartość rozliczeniową i jego cyfrowy charakter umożliwił nowe możliwości korzystania z wytworzonej energii.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

Dzięki cyfrowym obrazom wartości Ekosystem ECM umożliwia nowe spojrzenie na użyteczność energii. Zastosowane mechanizmy pozwalają zgodnie z parametrem wartości nominalnej na dokonywanie transakcji. System umożliwia uzyskanie wartości klasycznej za wypracowane wartości na zasadzie ECM/Exchange spalając smart kontrakt EC. ECM/STORE to narzędzie e-commerce umożliwiające transakcje zakupowe. Mechanizm ten daje dodatkowe możliwości dla uczestników klastra niezwiązane z produkcją energii. Wykorzystanie energii w innych klastrach ekosystemu ECM to zadanie realizowane na podstawie zautomatyzowanej Platformy Wymiany Energii Tron. System umożliwia również relokację wypracowanych wartości w kolejne asety mocy SDT (budowę nowego OZE) zgodnie z mechanizmem SES. Rozwiązania ECM umożliwiły budowę nowego rynku - rynku mocy.

ENERGY COIN (EC) CYFROWA WARTOŚĆ ENERGII

ECM to Fin-Tech, którego głównym celem jest umożliwienie wytwarzania czystej zeroemisyjnej i taniej energii oraz korzystanie z jej wartości w innowacyjny sposób. Wypracowane w klastrze wartości system zapisuje w cyfrowym obrazie smart kontraktu Energy Coin (EC), który oparty został na jednostce energii (kWh) i zobrazował jej wartość finansową poprzez parametr wartości nominalnej wynikającej z przyjętych stawek wewnątrz klastrowych, nadawanej każdorazowo w momencie emisji. Smart kontrakty EC stanowią wewnątrzsystemową wartość rozliczeniową i jego cyfrowy charakter umożliwił stworzenie wewnętrznego rynku opartego na energii.

ZASADA I

$$1\text{EC} = 1 \text{ kWh}$$

Zasada I **limituje emisję EC** do ilości wytwarzanej energii. Technologia klastra umożliwia wytwarzanie w różnych formach energii tj. prąd, ciepło czy zielony wodór. Wyrażenie każdej z nich w wartości kilowatogodziny (kWh) umożliwia zobrazowanie jej w Energy Coin. Główną funkcją tokena EC w ekosystemie jest jego wartość rozliczeniowa (wymiana). Token ten stanowi wewnątrzsystemową walutę cyfrową.

Zasada II

Wartość nominalna EC

Token EC podczas każdej emisji uzyskuje swoją wartość nominalną. Ustalana jest ona każdorazowo na podstawie wartości handlowej (wartość sprzedaży) wytworzonej energii. Wartość ta w klastrze energii Chojnice ściśle związana jest z ustalonymi, zatwierdzonymi i zgłoszonymi do URE stawkami wynikającymi z umowy klastrowej.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

6.3. Współpraca z operatorem systemu dystrybucyjnego (OSD)

Pomimo lokalnego charakteru i rosnącej niezależności energetycznej, klastry energii nie funkcjonuje w oderwaniu od ogólnokrajowego systemu elektroenergetycznego. Wręcz przeciwnie – efektywna i zgodna z regulacjami współpraca z Operatorem Systemu Dystrybucyjnego (OSD) jest warunkiem trwałości, legalności i technicznej stabilności całego przedsięwzięcia.

1. Formalna rola OSD w kontekście klastra

Zgodnie z obowiązującym prawem energetycznym, OSD pełni funkcję zarządcy i właściciela lokalnej sieci dystrybucyjnej, przez którą realizowane są dostawy energii elektrycznej do uczestników klastra. OSD:

- zapewnia fizyczne przyłączenie do sieci wszystkich członków klastra,
- odpowiada za jakość i ciągłość dostaw energii,
- prowadzi rozliczenia bilansujące względem operatora systemu przesyłowego (PSE),
- współpracuje z koordynatorem klastra w zakresie udostępniania danych pomiarowych.

2. Przepływy energii a rola klastra w systemie dystrybucyjnym

Klaster energii dąży do maksymalizacji lokalnego bilansowania, jednak w praktyce część energii musi być importowana lub eksportowana przez sieć dystrybucyjną. W tym kontekście OSD:

- umożliwia dwukierunkowe przepływy energii (odbior i oddawanie do sieci),
- udostępnia dane o zużyciu i produkcji energii poszczególnych członków klastra,
- zapewnia obsługę techniczną i reaguje na zdarzenia sieciowe.

Współpraca odbywa się na podstawie uzgodnionej dokumentacji, w tym umowy o współpracy klastra z OSD, zatwierdzonej przez Prezesa URE, która definiuje zakres obowiązków, sposób komunikacji i zasady wymiany danych.

3. Wymiana danych i pomiarów

Efektywna współpraca klastra z OSD opiera się na bieżącym dostępie do danych pomiarowych, rejestrowanych przez liczniki zdalnego odczytu klasy AMI. Dane te są przekazywane do:



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

- koordynatora klastra – dla celów rozliczeń wewnętrznych,
- systemów analitycznych klastra – do prognozowania i optymalizacji,
- systemów OSD – dla celów bilansowania i raportowania do PSE.

Wspólna platforma wymiany danych pozwala na eliminację niezgodności i błędów w rozliczeniach, a także wspiera wdrażanie dynamicznych taryf oraz mechanizmów DSR, w porozumieniu z operatorem.

4. Bezpieczeństwo i odpowiedzialność techniczna

OSD pozostaje odpowiedzialny za bezpieczeństwo sieci dystrybucyjnej, w tym za stabilność napięć, ograniczanie przeciążeń i zapewnienie zgodności parametrów technicznych. Klaster, jako aktywny uczestnik systemu, musi:

- działać w zgodzie z kodeksem sieci,
- przekazywać dane o planowanej produkcji i zużyciu,
- współpracować przy planowaniu modernizacji lub inwestycji w infrastrukturę.

W sytuacjach kryzysowych (np. black-out, awaria), OSD ma pierwszeństwo operacyjne, a uczestnicy klastra są zobowiązani do działania zgodnie z instrukcjami operatora.

5. Korzyści dla OSD i klastra

Model współpracy klastra z OSD jest korzystny dla obu stron:

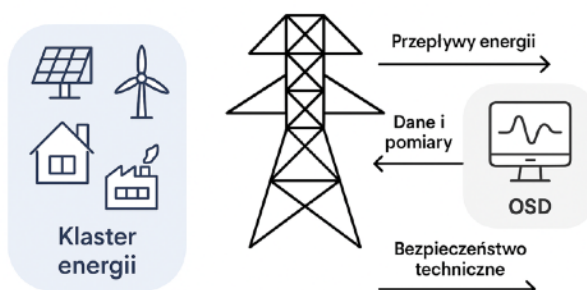
Dla klastra:

- zapewnienie stabilnych warunków przyłączeniowych,
- możliwość importu/eksportu energii,
- dostęp do danych technicznych i pomiarowych.

Dla OSD:

- ograniczenie lokalnych szczytów zapotrzebowania (dzięki DSR),
- wzrost efektywności sieci poprzez lokalne bilansowanie,
- możliwość realizacji zadań regulacyjnych przy wsparciu klastra. W długiej perspektywie, klastry stają się lokalnymi partnerami OSD w procesie transformacji sieci w kierunku bardziej elastycznych, zdecentralizowanych struktur energetycznych.

Współpraca klastra energii z Operatorem Systemu
Dystrybucyjnego





6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

6.4. Taryfy wewnętrzne klastra Chojnice

Jednym z kluczowych narzędzi zapewniających sprawne i sprawiedliwe funkcjonowanie klastra energii w Chojnicach są taryfy wewnętrzne, które stanowią lokalny mechanizm ustalania opłat za energię elektryczną, ciepło i zielony wodór dostarczane w ramach wspólnoty energetycznej. Taryfy te nie tylko determinują ekonomiczne relacje pomiędzy uczestnikami klastra, ale również umożliwiają zbudowanie wewnętrznego rynku energii, odpornego na wahania cen zewnętrznych.

1. Odpowiedzialność i rola koordynatora klastra

Za ustalanie i aktualizację taryf wewnętrznych odpowiada koordynator klastra energii, który działa w porozumieniu z uczestnikami wspólnoty. Koordynator pełni funkcję zarządzającą i bilansującą, dlatego musi uwzględniać zarówno:

- aktualne koszty wytwarzania energii (OZE, wodór, ciepło odpadowe),
- możliwości magazynowania i dystrybucji,
- potrzeby odbiorców i prosumentów,
- sytuację rynkową i regulacje prawne.

Taryfy muszą być przejrzyste, zrozumiałe i uzasadnione ekonomicznie, a ich struktura powinna być zatwierdzana przez zgromadzenie członków klastra w trybie konsultacyjnym.

2. Jak stworzyć i wyliczyć taryfę wewnętrzną

Tworzenie taryfy wewnętrznej powinno odbywać się w sposób metodyczny, z uwzględnieniem rzeczywistych kosztów operacyjnych i struktury zużycia. Proces kalkulacji można podzielić na etapy:

a) Zbieranie danych:

- koszty produkcji energii z PV, wiatru, elektrolizera, źródeł ciepła,
- amortyzacja infrastruktury (np. magazyny, liczniki, IT),
- koszty bilansowania i zarządzania,
- ceny energii z rynku zewnętrznego (jako benchmark).

b) Struktura taryfy:

Taryfa wewnętrzna może składać się z kilku komponentów:

- stawka zmienna (zł/kWh, zł/kWh_{th}, zł/kg H₂) – za faktyczne zużycie energii,
- stawka stała (zł/miesiąc) – za dostęp do infrastruktury i zarządzanie,
- element opłaty bilansującej lub rezerwowej – na pokrycie kosztów niedoborów lub nadwyżek.



6. MECHANIZMY DZIAŁANIA

c) Zróżnicowanie taryf:

Możliwe jest wprowadzenie taryf dynamicznych (czasowych), sezonowych, lub zróżnicowanych dla grup odbiorców (np. domy, firmy, infrastruktura publiczna), by zachęcać do efektywnego zarządzania popytem.

3. Zakres taryf – energia, ciepło i wodór

W klastrze Chojnice taryfy wewnętrzne obejmują nie tylko energię elektryczną, ale także:

- ciepło z lokalnych źródeł (np. odzysk z elektrolizera, pompy ciepła, magazyny ciepłe) – taryfa wyrażana w zł/MWh_{th},
- zielony wodór, produkowany lokalnie – taryfa wyrażana w zł/kg, uwzględniająca koszt energii do produkcji oraz wartość dodatkowych produktów (tlen, ciepło).

Rozszerzenie zakresu taryf zwiększa potencjał optymalizacji zużycia energii w gminie oraz umożliwia wewnętrzne bilansowanie nie tylko elektryczności, ale też ciepła i paliw zeroemisyjnych.

4. Zgłoszenie taryf i zgodność z przepisami

Taryfy wewnętrzne zgodnie z obowiązującymi przepisami powinny zostać:

- zgłoszone do Operatora Systemu Dystrybucyjnego, jako element formalnej współpracy klastra z OSD,
- udokumentowane w regulaminie funkcjonowania klastra,
- udostępnione uczestnikom klastra w sposób przejrzysty, z określeniem zasad aktualizacji.

W przypadku rozliczeń opartych na cyfrowych wartościach energetycznych (np. w systemie ECM), taryfy muszą również zawierać zasady przeliczania wartości cyfrowej na jednostki fizyczne (kWh, kg, MWh_{th}).

5. Taryfy jako narzędzie rozwoju klastra

Wewnętrzne stawki nie powinny być jedynie narzędziem bilansowania kosztów. To również instrument kształtowania zachowań energetycznych uczestników:

- motywowanie do autokonsumpcji i redukcji szczytów,
- promowanie efektywności energetycznej,
- stymulowanie inwestycji w nowe źródła,
- wspieranie wdrażania DSR, magazynów i produkcji H₂.

Dobrze zaprojektowane taryfy stanowią finansowy kręgosłup klastra i gwarantują jego długofalową stabilność, konkurencyjność i odporność na zmiany zewnętrzne.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Autor koncepcji wodorowej: Konrad Han doradca ds. technologii wodorowych. Absolwent Politechniki Poznańskiej, Politechniki Warszawskiej Technologia Chemiczna i Inżynieria Procesowa, prezes Instytutu Technologii Wodorowych.

Od kilku lat obserwujemy w Polsce dynamiczne zmiany na rynku energii. Zmiany powodowane są transformacją energetyczną wynikającą z implementacji aktów prawnych UE, rozwojem nowych technologii oraz potrzeb i zachowań uczestników rynku energii. Transformacja energetyczna to przede wszystkim dekarbonizacja i zwiększone wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Wdrożenie transformacji energetycznej to bardzo skomplikowany proces, wymagający zaangażowanie wielu uczestników rynku energii. Transformacja powinna następować w sposób zrównoważony obejmujący swoim zakresem jednoczesny rozwój sieci elektroenergetycznych, technologii wytwarzania, przyłączania nowych źródeł do sieci, zarządzania stroną popytową, magazynowania energii, bilansowania systemu oraz wdrożenia nowoczesnych narzędzi teleinformatycznych. Zmianą poddane są również mechanizmy rynkowe, zasady funkcjonowania rynku bilansującego, giełd energii, opomiarowania i zarządzania danymi, a także wdrażane są nowe produkty i usługi na rynku energii. Na rynku energii powstają nowe podmioty, agregatorzy, obiekty rynku mocy, dostawcy usług bilansujących, klastry energii i spółdzielnie energetyczne.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie diagnozy zawierającej główne wyzwania stojące przed klastrem oraz jego poszczególnymi członkami.

7.1. Wprowadzenie

Chojnice podejmują ambitny krok ku transformacji energetycznej, budując lokalny klaster energii oparty na odnawialnych źródłach energii (OZE), systemach zarządzania energią (EMS), magazynach bateryjnych i nowoczesnych rozwiązaniach Smart City. Jednym z kluczowych komponentów tego systemu będzie produkcja i wykorzystanie zielonego wodoru, który ma pełnić podwójną rolę – jako forma długoterminowego magazynu energii, produktów handlowych oraz jako paliwo dla transportu i celów komercyjnych.

7.2. Rola zielonego wodoru w systemie energetycznym miasta

W odniesieniu do zapotrzebowania na moc Krajowego Systemu Elektroenergetycznego KSE, w niektórych godzinach przy sprzyjających warunkach pogodowych, zapotrzebowanie może być pokryte w 100% przez OZE, natomiast w skrajnie odwrotnej sytuacji generacja energii elektrycznej z OZE może być zerowa. Taka sytuacja powoduje duże komplikacje związane z elastycznością pracy i zbilansowaniem KSE, w którym funkcjonują duże bloki węglowe o mocach nawet do 1000 MW.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

W systemie zdecentralizowanym, w którym znaczącą część energii dostarczają instalacje fotowoltaiczne (na dachach, carportach, wiatrach przystankowych i na gruncie), często pojawiają się okresy nadprodukcji – zwłaszcza latem. Poprzez takie sytuacje wodór staje się gazowym magazynem energii pracy ciągłej.

Produkcja wodoru

W okresach nadwyżek energii lub niskich cen na rynku (TGE), elektrolizer wodorowy zasilany energią odnawialną będzie produkował wodór i tlen. W ten sposób: zamiast eksportować nadmiar energii do sieci po niskiej cenie, miasto "gromadzi" ją w formie czystego paliwa, zmniejsza przeciążenie sieci elektroenergetycznej.

Zastosowanie wodoru

Zasilanie awaryjne. W sytuacjach kryzysowych (np. blackout, burze, przerwy dostaw energii), wodór może być wykorzystany w ogniwach paliwowych (fuel cells) do awaryjnego zasilania kluczowej infrastruktury:

- obiektów strategicznych dla miasta
- urzędu miasta
- centrów przesiadkowych
- oświetlenia ulicznego

Parametry techniczne ogniwa paliwowego

Parametr	Wartość	Opis
Energia chemiczna w 1 kg H ₂	~33,33 kWh	Teoretyczna wartość opałowa (LHV)
Sprawność elektryczna ogniwa	45–60%	Typowa sprawność ogniwa PEM
Sprawność cieplna (kogeneracja)	30–40%	Ciepło odzyskane podczas pracy
Energia elektryczna (przy 55%)	~18,3 kWh	33,33 kWh × 55%
Ilość ciepła (przy 35%)	~11,7 kWh	33,33 kWh × 35%
Łączna sprawność (CHP)	~90%	Energia + ciepło razem



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Czysty wodór może być używany jako paliwo w miarę rozwoju i komercjalizacji sektora automotive dla:

Czysty wodór może być wykorzystywany jako paliwo alternatywne w transporcie, a jego znaczenie będzie systematycznie rosło wraz z rozwojem i komercjalizacją technologii wodorowych w sektorze motoryzacyjnym (automotive). Jednym z najbardziej perspektywicznych obszarów zastosowania wodoru są pojazdy komunalne, takie jak śmieciarki, autobusy czy busy.

Wodorowe śmieciarki i samochody ciężarowe wykorzystywane w usługach miejskich mogą znacznie ograniczyć emisję zanieczyszczeń w przestrzeni publicznej, w tym emisję CO₂, tlenków azotu oraz hałasu. W przeciwieństwie do klasycznych pojazdów z silnikiem Diesla, pojazdy wodorowe pracują cicho, nie emitują spalin, a ich jedynym produktem ubocznym pracy jest para wodna. To szczególnie ważne w gęsto zaludnionych obszarach miejskich, takich jak Chojnice, gdzie jakość powietrza i komfort życia mieszkańców oraz turystów mają kluczowe znaczenie.

Autobusy i busy zasilane wodorem oferują porównywalne zasięgi do tradycyjnych pojazdów spalinowych, przy jednoczesnym krótkim czasie tankowania – co czyni je doskonałym rozwiązaniem dla transportu publicznego. Mogą one obsługiwać stałe trasy przez cały dzień bez konieczności długiego ładowania, jak ma to miejsce w przypadku autobusów elektrycznych zasilanych bateriami. Dzięki temu wodór może stać się realną alternatywą tam, gdzie elastyczność operacyjna i dostępność pojazdów są szczególnie istotne.

Wraz z rozwojem lokalnej infrastruktury do tankowania wodoru (np. stacji HRS) oraz krajowej strategii wodorowej, samorządy będą miały możliwość włączania pojazdów wodorowych do swoich flot komunalnych w sposób stopniowy i skalowalny. Taki kierunek nie tylko przyczyni się do realizacji celów klimatycznych, ale również wzmocni wizerunek miasta jako lidera zielonej transformacji i nowoczesnej mobilności miejskiej.

Przyszłościowej floty wodorowej obsługującej sezonowy transport turystyczny.

Czysty wodór może również znaleźć zastosowanie w rozwoju przyszłościowej floty wodorowej przeznaczonej do obsługi sezonowego transportu turystycznego, co ma szczególne znaczenie dla miejscowości takich jak Charzykowy, które w okresie letnim odnotowują gwałtowny wzrost liczby osób przemieszczających się po mieście i jego okolicach.

W sezonie turystycznym wzrasta zapotrzebowanie na elastyczne, szybkie i ekologiczne środki transportu – zarówno w ruchu miejskim, jak i między sąsiadującymi miejscowościami. Wodorowe pojazdy, takie jak busy, minibusy, a w przyszłości także lekkie pojazdy szynowe czy łodzie pasażerskie, mogą zaspokoić to zapotrzebowanie, oferując wysoki zasięg, krótki czas tankowania oraz bezemisyjną pracę. Taka flota byłaby szczególnie przydatna na trasach łączących plaże, porty, atrakcje turystyczne, przystanki kolejowe czy parkingi buforowe z centrum miasta.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Zastosowanie wodoru w transporcie niesie za sobą wiele korzyści. Przede wszystkim eliminuje emisje spalin w najczęściej uczęszczanych i zatłoczonych miejscach, poprawiając jakość powietrza oraz komfort odwiedzających. Pojazdy zasilane wodorem pracują niemal bezgłośnie, co wpływa korzystnie na klimat akustyczny kurortu, a jednocześnie podkreśla nowoczesny i ekologiczny charakter miasta. W perspektywie kilku lat, rozwój floty wodorowej mógłby stać się częścią spójnego systemu zielonej mobilności, obejmującego połączenia autobusowe, rowerowe, piesze oraz kolejowe, zintegrowane w ramach jednej platformy komunikacyjnej. Dzięki temu Chojnice mogłyby zaoferować turystom i mieszkańcom innowacyjny i przyjazny środowisku sposób poruszania się, stając się liderem zielonej transformacji wśród miejscowości wypoczynkowych. W połączeniu z lokalną produkcją wodoru z OZE, taka flota stanowiłaby przykład efektywnego wykorzystania odnawialnej energii na potrzeby mobilności XXI wieku.

W Chojnicach zielony wodór ma duży potencjał jako paliwo przyszłości w transporcie publicznym i komunalnym, umożliwiając zastąpienie pojazdów spalinowych – takich jak autobusy, śmieciarki czy pojazdy techniczne – bezemisyjną flotą zasilaną wodorem. W sektorze ciepłownictwa wodór może być wykorzystywany w mikrokogeneracji do jednoczesnej produkcji ciepła i energii elektrycznej na potrzeby budynków użyteczności publicznej lub osiedli mieszkaniowych. Dodatkowo, jako nośnik energii, wodór umożliwia magazynowanie nadwyżek z odnawialnych źródeł, co pozwala na ich wykorzystanie w okresach zwiększonego zapotrzebowania i pełni kluczową rolę w bilansowaniu lokalnego systemu energetycznego, szczególnie w ramach klastra energii.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Zastosowanie dla stacjonarnych odbiorców przemysłowych.

Wodór jako zero emisyjne paliwo może znaleźć zastosowanie również u stacjonarnych odbiorców przemysłowych, zwłaszcza tych, którzy zużywają znaczne ilości energii w formie elektrycznej lub ciepłej i poszukują alternatyw dla paliw kopalnych w ramach własnej transformacji energetycznej. W kontekście Chojnic potencjalnymi odbiorcami wodoru mogą być np. obiekty spółki: Miejskie Wodociągi Sp. z o.o (oczyszczalnia ścieków, stacje przepompowe, zakłady wodociągowe) oraz inne zakłady usługowe, takie jak chłodnie, pralnie przemysłowe czy lokalne zakłady.

Dzięki wykorzystaniu ogniw paliwowych lub agregatów kogeneracyjnych zasilanych wodorem, tego typu obiekty mogą znacząco ograniczyć swoją zależność od energii z sieci i zmniejszyć ślad węglowy swojej działalności. Wodór może być używany zarówno do produkcji energii elektrycznej, jak i ciepła technologicznego, które następnie może zasilać urządzenia procesowe, systemy grzewcze lub instalacje c.w.u. Takie rozwiązania są szczególnie atrakcyjne w przypadku zakładów, które działają w trybie ciągłym i wymagają stabilnych, niezawodnych źródeł zasilania.

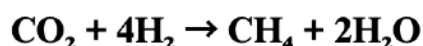
Co więcej, wodór może pełnić funkcję paliwa rezerwowego lub bufora energetycznego – zapewniając zasilanie w sytuacjach kryzysowych, awarii sieci lub przeciążeń systemowych. W połączeniu z lokalną infrastrukturą do magazynowania i dystrybucji wodoru, stacjonarne wykorzystanie tego paliwa przez zakłady przemysłowe i użyteczności publicznej wpisuje się w strategię zrównoważonego rozwoju i lokalnej samowystarczalności energetycznej.

W przyszłości tego rodzaju odbiorcy mogą również brać udział w rynku usług elastyczności, świadcząc np. usługi DSR (Demand Side Response), czyli czasowego ograniczania poboru energii z sieci w zamian za wynagrodzenie – co dodatkowo zwiększy opłacalność ich udziału w lokalnym systemie wodorowym.

Integracja z systemem gazowym lub dotrysk do biogazu

Dotrysku wodoru do biogazu (czyli dodawanie wodoru do biogazu zawierającego głównie metan i dwutlenek węgla) jest innowacyjnym rozwiązaniem znanym jako biometanizacja biologiczna (biologiczne uwodornienie CO₂) lub powermikkseryzacja biogazu. Poniżej przedstawiam przegląd technologicznego rozwiązania, które może być zastosowane do tego celu:

Zwiększenie zawartości metanu (CH₄) poprzez konwersję CO₂ obecnego w biogazie z użyciem wodoru (H₂) według reakcji:





7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLAstra ENERGII CHOJNICE

Korzyści środowiskowe: Redukcja emisji CO₂ z biogazu.

Biogaz zawiera zazwyczaj:

50–60% metanu (CH₄)

40–50% dwutlenku węgla (CO₂)

Zwykle CO₂ nie jest użyteczny i jest emitowany do atmosfery po spaleniu biogazu. Po dodaniu H₂ możemy zamienić ten CO₂ w metan, który dalej służy jako paliwo – zamiast być źródłem emisji.

Przykład redukcji emisji CO₂:

1 m³ biogazu zawiera ~0,4 m³ CO₂

1 mol CO₂ + 4 mol H₂ = 1 mol CH₄

1 m³ CO₂ = ok. 2 kg CO₂

Zamieniając 0,4 m³ CO₂ → CH₄, oszczędzamy 0,8 kg CO₂/m³ biogazu (bo nie trafi do atmosfery)

Zastąpienie gazu ziemnego

Każdy m³ biometanu zastępując m³ gazu ziemnego, który pochodzi z paliw kopalnych.

Gaz ziemny: ~2 kg CO₂/m³ przy spalaniu.

Zastępując 1 m³ gazu ziemnego biometanem → oszczędzamy kolejne ~2 kg CO₂.

RAZEM: nawet 2,8 kg CO₂ zaoszczędzone na każdym m³ ulepszanego biogazu

7.3. Techniczne założenia projektu

Elektrolizer: modułowy system (np. 1–2 MW), skalowalny w przyszłości. Elektrolizer stanowi centralny element systemu produkcji zielonego wodoru i powinien zostać zaprojektowany jako rozwiązanie modułowe, o mocy początkowej w zakresie 1–2 MW. Taka konfiguracja umożliwia elastyczne dostosowanie do dostępnej mocy z instalacji OZE oraz do lokalnego zapotrzebowania na wodór. Modułowa architektura pozwala na stopniową rozbudowę w przyszłości – zarówno pod względem mocy, jak i wydajności – bez konieczności całkowitej przebudowy systemu.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Dzięki temu możliwa jest optymalna integracja z rozwojem klastra, wzrostem produkcji energii odnawialnej oraz zapotrzebowaniem na wodór w zastosowaniach transportowych i przemysłowych.

Magazyn H₂: ciśnieniowe zbiorniki na wodór, umożliwiające jego dłuższe przechowywanie. Wyprodukowany wodór będzie przechowywany w specjalistycznych zbiornikach ciśnieniowych, zaprojektowanych z myślą o bezpieczeństwie, wydajności i długoterminowym magazynowaniu. Zbiorniki o pojemności dostosowanej do kilku dni autarkicznego zasilania wybranych odbiorców (np. infrastruktury krytycznej miasta) będą magazynować wodór pod ciśnieniem 350–700 bar. Takie rozwiązanie umożliwia:

- buforowanie energii na okresy bezproduktywne OZE (noc, zima),
- dostępność wodoru na żądanie (np. w razie awarii sieci),
- mobilne lub stacjonarne wykorzystanie wodoru w wielu zastosowaniach. Zbiorniki będą wyposażone w systemy monitorowania ciśnienia, temperatury i poziomu wodoru oraz zintegrowane z systemem bezpieczeństwa.

Stacja HRS: punkt tankowania wodoru dla pojazdów miejskich i komercyjnych. W ramach rozwoju infrastruktury wodorowej planuje się budowę stacji tankowania wodoru (HRS), zlokalizowanej przy jednym z węzłów transportowych lub terenów komunalnych. Stacja będzie umożliwiać tankowanie pojazdów komunalnych (np. autobusów, śmieciarek, busów), a w przyszłości także pojazdów prywatnych i floty turystycznej. System powinien spełniać normy ISO i SAE J2601 oraz być dostosowany do różnych ciśnień tankowania (350 i 700 bar), umożliwiając obsługę zarówno pojazdów miejskich, jak i potencjalnie lekkich jednostek pływających. Budowa stacji HRS umożliwi komercjalizację wodoru, stworzenie lokalnego rynku paliwa alternatywnego i przyczyni się do obniżenia emisji w transporcie publicznym.

Ogniwa paliwowe (fuel cells): rozproszone jednostki przy wybranych obiektach publicznych, zdolne do natychmiastowego uruchomienia w razie awarii zasilania. Aby wodór mógł być wykorzystywany jako źródło energii elektrycznej i ciepłej, niezbędne jest zastosowanie ogniw paliwowych. W proponowanej koncepcji planuje się instalację wysokosprawnych ogniw o mocy 50–500 kW, rozmieszczonych w strategicznych lokalizacjach (np. urząd miasta, węzeł przesiadkowy, szkoły, szpital, wodociągi). Ogniwa paliwowe pozwolą na:

- zasilanie awaryjne kluczowej infrastruktury w przypadku przerw w dostawie energii z sieci,
- pokrycie lokalnego zapotrzebowania w godzinach szczytu energetycznego,
- działanie w trybie kogeneracji - produkcji energii i ciepła jednocześnie. Systemy te charakteryzują się wysoką sprawnością (nawet 60% el. i 90% w kogeneracji) oraz niską emisją hałasu i zanieczyszczeń.

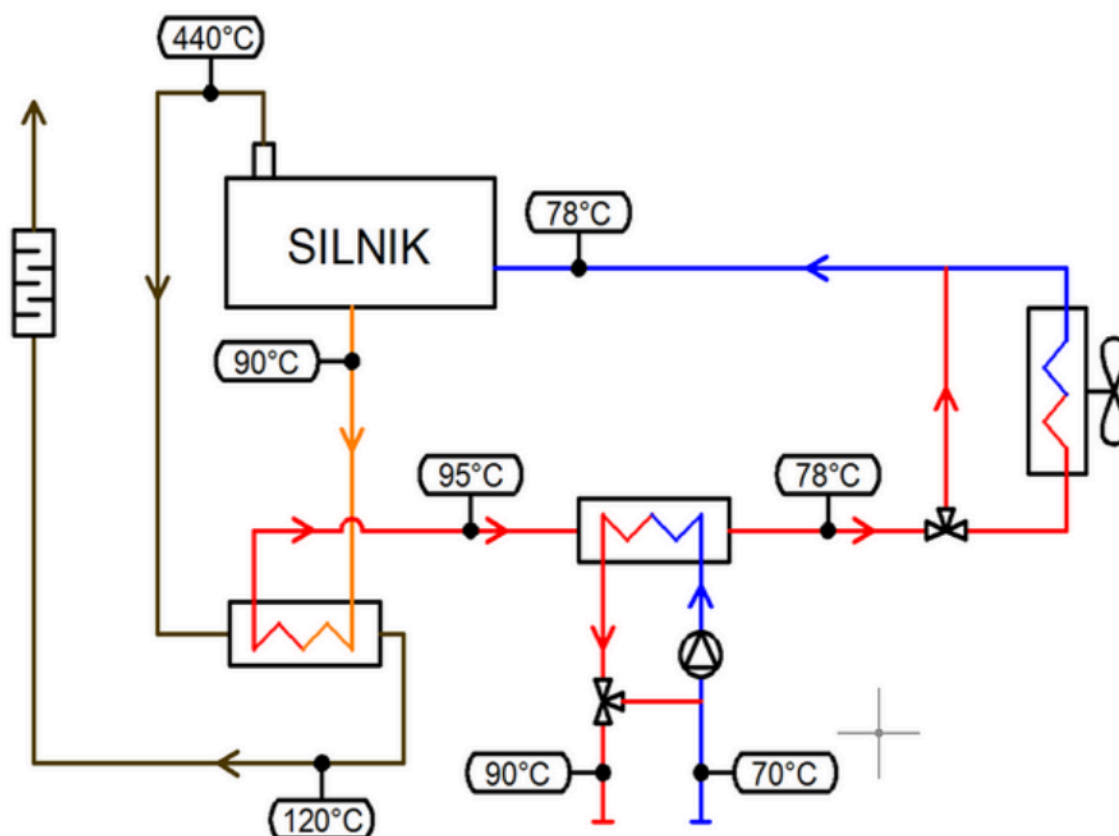


7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Tłokowe agregaty kogeneracyjne to dobrze znane urządzenia stosowane w kogeneracji, które – zamiast konwencjonalnych paliw (gaz ziemny, biogaz) – mogą być zasilane czystym wodorem. Dzięki temu możliwa jest lokalna, niskoemisyjna produkcja energii elektrycznej i ciepła na potrzeby budynków komunalnych, przemysłowych czy infrastruktury krytycznej.

Zalety:

- wykorzystanie istniejącej technologii silników tłokowych (przebudowanych pod H_2),
- odporność na zmienne obciążenie,
- niższe koszty inwestycyjne niż ogniwa paliwowe,
- możliwość pracy wyspowej (off-grid).



Typowe parametry pracy (dla 1 kg wodoru)



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Parametr	Wartość	Opis
Energia chemiczna w 1 kg H ₂	~33,33 kWh	Wartość opałowa (LHV)
Sprawność elektryczna silnika	~30–35%	Przeciętnie niższa niż w ogniwach
Sprawność cieplna (kogeneracja)	~50–55%	Wysoki odzysk ciepła z chłodzenia
Energia elektryczna (przy 33%)	~11,0 kWh	$33,33 \times 0,33$
Ilość ciepła (przy 52%)	~17,3 kWh	$33,33 \times 0,52$
Łączna sprawność (CHP)	~85%	Energia + ciepło razem

7.4. Integracja z infrastrukturą

Wodór staje się elementem strategicznym całego systemu energetycznego miasta, działając obok:

- instalacji PV zintegrowanych w przestrzeni miejskiej (carporty, fasady, grunty),
- magazynów bateryjnych zapewniających szybkie buforowanie energii,
- inteligentnego zarządzania popytem (EMS, sterowanie obciążeniem),
- komunikacji miejskiej wspieranej zieloną energią (wiaty zasilane PV, ładowarki EV).

System energetyczny Chojnic może więc:

Reagować elastycznie na zmieniające się ceny i warunki rynkowe,

Jedną z kluczowych zalet lokalnego systemu energetycznego opartego na odnawialnych źródłach energii, magazynowaniu i technologiach wodorowych jest zdolność do elastycznego reagowania na zmieniające się ceny i warunki rynkowe. Tego typu systemy – szczególnie gdy są wspierane przez inteligentne narzędzia zarządzania energią (EMS) – mogą dynamicznie dostosowywać swoją pracę do bieżącej sytuacji na rynku energii elektrycznej, zarówno w zakresie produkcji, jak i konsumpcji oraz magazynowania energii.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLAstra ENERGII CHOJNICE

W praktyce oznacza to, że lokalny klaster może np. uruchamiać produkcję wodoru wtedy, gdy ceny energii na giełdzie są wyjątkowo niskie lub występują lokalne nadwyżki energii z fotowoltaiki czy wiatru. W takich momentach produkcja wodoru staje się szczególnie opłacalna, ponieważ pozwala „zagospodarować” taną energię, zamiast ją oddawać do sieci lub ograniczać generację. Z drugiej strony, w czasie wzrostu cen energii lub dużego zapotrzebowania, zgromadzony wodór może zostać wykorzystany jako alternatywne źródło zasilania – np. przez uruchomienie ogniw paliwowych – co zmniejsza koszt energii kupowanej z sieci lub pozwala unikać opłat szczytowych.

Elastyczne reagowanie dotyczy również możliwości świadczenia usług na rzecz operatora systemu – np. przez dostarczanie rezerw mocy, redukcję zużycia w godzinach szczytu (DSR), czy krótkoterminowe magazynowanie energii. Tego typu mechanizmy rynkowe stają się coraz bardziej dostępne i atrakcyjne finansowo, a ich skuteczne wykorzystanie wymaga właśnie lokalnej elastyczności energetycznej.

W efekcie miasto lub klaster energii nie tylko optymalizuje własne koszty operacyjne, ale również staje się aktywnym uczestnikiem rynku energii, który potrafi reagować na jego zmienność i czerpać z tego korzyści finansowe oraz operacyjne. To istotny krok w stronę nowoczesnej, inteligentnej energetyki lokalnej

Ustabilizować sieć lokalną.

Wdrażanie lokalnych źródeł odnawialnych oraz systemów magazynowania energii – w tym bateryjnych i wodorowych – pozwala nie tylko na uniezależnienie się od zewnętrznych dostawców, ale również na stabilizowanie lokalnej sieci elektroenergetycznej. Ma to szczególne znaczenie w miejscowościach takich jak Chojnice, gdzie sieć może być obciążona sezonowymi skokami zapotrzebowania lub przeciążeniami wynikającymi z rozwoju nowych źródeł OZE.

Lokalna produkcja energii z fotowoltaiki czy wiatru wiąże się z dużą zmiennością – zależną od warunków pogodowych i pory dnia – co może prowadzić do wahań napięcia, chwilowych przeciążeń lub odwrotnie, niedoborów mocy w sieci. W takich warunkach kluczową rolę odgrywają magazyny energii oraz inteligentne systemy zarządzania (EMS), które mogą w czasie rzeczywistym kompensować te wahania, oddając lub pobierając energię w zależności od potrzeb.

Dzięki temu możliwe jest utrzymanie stabilnych parametrów pracy sieci (napięcia, częstotliwości) oraz zapewnienie bezpieczeństwa dostaw dla wszystkich odbiorców – zarówno gospodarstw domowych, jak i infrastruktury krytycznej. Co więcej, takie rozwiązania odciążają sieć dystrybucyjną, ograniczając ryzyko jej przeciążeń i wydłużając jej żywotność.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

W dłuższej perspektywie lokalna stabilizacja sieci umożliwia też przyłączanie kolejnych źródeł odnawialnych bez konieczności kosztownej modernizacji infrastruktury przesyłowej. To z kolei wspiera rozwój energetyki prosumenckiej i wzmacnia pozycję klastra jako aktywnego i niezależnego uczestnika lokalnego rynku energii.

Uniezależnić się od zewnętrznych dostawców.

Jednym z fundamentalnych celów tworzenia lokalnych systemów energetycznych, takich jak klastry energii, jest dążenie do uniezależnienia się od zewnętrznych dostawców energii. Oznacza to stopniowe ograniczanie konieczności zakupu energii elektrycznej i ciepłej z centralnych źródeł, które są często droższe, mniej ekologiczne oraz podatne na wahania rynkowe, zakłócenia geopolityczne czy awarie infrastruktury przesyłowej.

Dzięki rozwojowi odnawialnych źródeł energii – takich jak fotowoltaika, elektrownie wiatrowe czy biomasa – oraz ich integracji z systemami magazynowania (baterijnymi i wodorowymi), społeczność lokalna może produkować, magazynować i zużywać energię na własne potrzeby. W sytuacjach korzystnych cenowo lub w okresach nadwyżek, nadmiar energii może być również przechowywany lub zamieniany na wodór, który służy jako długoterminowy magazyn energii i alternatywne paliwo.

Uniezależnienie się od zewnętrznych dostawców nie oznacza całkowitego odłączenia od sieci krajowej, lecz budowę zdolności do samodzielnego bilansowania lokalnych potrzeb energetycznych w znaczącym stopniu – zarówno w normalnych warunkach, jak i w czasie kryzysów. To podejście zwiększa odporność miasta na wahania cen na giełdzie energii, zmiany taryf, czy nawet ryzyko przerw w dostawach energii z zewnątrz. Jednocześnie daje mieszkańcom, instytucjom i przedsiębiorcom realny wpływ na źródło, jakość i koszt zużywanej energii.

W dłuższej perspektywie taka samowystarczalność energetyczna wzmacnia niezależność gminy, buduje lokalne bezpieczeństwo energetyczne i pozwala na lepsze planowanie rozwoju w zgodzie z zasadami zrównoważonej gospodarki.

7.5. Korzyści i przyszłość

Zielony wodór produkowany z lokalnych OZE to paliwo bezemisyjne, całkowicie neutralne dla klimatu.

Zielony wodór to paliwo przyszłości, które powstaje w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii pochodzącej z odnawialnych źródeł, takich jak słońce, wiatr czy woda. Dzięki temu jego produkcja jest całkowicie bezemisyjna – nie towarzyszy jej ani emisja dwutlenku węgla, ani innych szkodliwych gazów cieplarnianych. Co więcej, podczas jego zużycia – czy to w procesie spalania, czy w ogniwach paliwowych – jedynym produktem ubocznym jest para wodna, co sprawia, że wodór ten jest całkowicie neutralny klimatycznie i nie pogłębia efektu cieplarnianego.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Dzięki możliwości integracji z lokalnymi źródłami odnawialnymi, zielony wodór stanowi idealne uzupełnienie dla niestabilnych źródeł energii, takich jak fotowoltaika i energetyka wiatrowa. W okresach nadprodukcji energii, gdy zapotrzebowanie jest niskie, można ją efektywnie zamieniać w wodór i magazynować na później. Z kolei w momentach niedoboru energii lub wzrostu zapotrzebowania, wodór może być przekształcany ponownie w energię elektryczną lub ciepło – np. za pomocą ogniw paliwowych lub agregatów kogeneracyjnych. Taki system umożliwi lokalne, elastyczne zarządzanie energią i zwiększa samowystarczalność energetyczną gminy.

Zielony wodór może być z powodzeniem wykorzystywany w różnych sektorach gospodarki – od transportu, przez przemysł, aż po sektor komunalny. Zasilac może pojazdy miejskie, pociągi, łodzie, a także systemy grzewcze i produkcję ciepłej wody użytkowej, wszędzie tam, gdzie obecnie dominują paliwa kopalne. W gospodarce o obiegu zamkniętym wodór staje się nośnikiem energii, który nie tylko wspiera rozwój odnawialnych źródeł, ale także umożliwia ich pełne wykorzystanie w czasie i przestrzeni. W ten sposób zielony wodór przestaje być jedynie paliwem alternatywnym – staje się fundamentem transformacji energetycznej i krokiem w kierunku gospodarki neutralnej klimatycznie.

Redukcja strat przesyłowych i zwiększenie samowystarczalności.

Redukcja strat przesyłowych i zwiększenie samowystarczalności energetycznej to jedno z kluczowych korzyści wynikających z wdrażania rozproszonych, lokalnych systemów wytwarzania i magazynowania energii – takich jak klastry energii oparte na odnawialnych źródłach i zielonym wodorze. W tradycyjnym modelu energetycznym, energia produkowana jest w dużych, scentralizowanych elektrowniach i przesyłana na duże odległości do odbiorców końcowych. Ten proces wiąże się z istotnymi stratami przesyłowymi, które mogą sięgać nawet kilku procent całkowitej energii, szczególnie w przypadku linii przesyłowych wysokiego napięcia. Każdy kilometr kabla, każda stacja transformatorowa, to dodatkowe miejsce, w którym część energii „ginie” w postaci ciepła. Im dłuższa droga od źródła do odbiorcy, tym większe straty.

Lokalne wytwarzanie energii – np. z paneli fotowoltaicznych zamontowanych na dachach budynków, carportach czy instalacjach gruntowych – umożliwia jej bezpośrednie wykorzystanie na miejscu, bez konieczności przesyłania przez rozległą sieć. W ten sposób znaczna część strat jest eliminowana, a efektywność energetyczna systemu znacząco wzrasta.

Co więcej, dzięki instalacjom magazynującym energię – baterijnym i wodorowym – możliwe jest buforowanie nadwyżek i ich wykorzystanie w czasie rzeczywistego zapotrzebowania. Oznacza to, że lokalna społeczność, infrastruktura miejska czy zakłady użyteczności publicznej mogą zaspokajać większą część swojego zapotrzebowania energetycznego z własnych źródeł, bez konieczności importu energii z sieci zewnętrznej. To właśnie jest samowystarczalność energetyczna: zdolność do niezależnego działania systemu nawet w przypadku ograniczeń lub przerw w zewnętrznych dostawach.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Taki model nie tylko zwiększa odporność miasta na sytuacje kryzysowe, ale również wzmacnia lokalną gospodarkę – środki wydawane wcześniej na zakup energii z zewnątrz mogą pozostać w obrębie gminy, wspierając lokalne inwestycje, rozwój infrastruktury i innowacje energetyczne.

Wzrost bezpieczeństwa energetycznego miasta (backup w razie blackoutów).

Wzrost bezpieczeństwa energetycznego miasta to jedna z najważniejszych korzyści wynikających z wdrażania nowoczesnych, zdecentralizowanych systemów energetycznych opartych na odnawialnych źródłach energii, lokalnych magazynach energii oraz technologiach wodorowych. Szczególne znaczenie ma to w kontekście zapewnienia ciągłości działania miasta w sytuacjach kryzysowych – takich jak awarie sieci elektroenergetycznej, przeciążenia systemu, ekstremalne zjawiska pogodowe czy ataki cybernetyczne na infrastrukturę energetyczną.

W tradycyjnym modelu energetycznym miasto w dużej mierze uzależnione jest od zewnętrznych dostawców energii – zarówno pod względem podaży, jak i infrastruktury przesyłowej. W przypadku tzw. blackoutu, czyli rozległej awarii sieci elektroenergetycznej, działanie urzędów, systemów transportu publicznego, oświetlenia ulicznego, szpitali, oczyszczalni ścieków, a nawet komunikacji alarmowej, może zostać nagle wstrzymane. Takie przerwy w zasilaniu niosą za sobą nie tylko poważne konsekwencje gospodarcze, ale również zagrożenia dla zdrowia i życia mieszkańców.

Rozproszone systemy energetyczne, w tym instalacje fotowoltaiczne, magazyny bateryjne i technologie wodorowe (ogniwa paliwowe, agregaty kogeneracyjne H_2), pozwalają na stworzenie lokalnych źródeł zasilania awaryjnego. W przypadku odcięcia miasta od krajowego systemu energetycznego, kluczowe obiekty – takie jak urząd miasta, węzły przesiadkowe, infrastruktura sanitarna, szkoły, czy centra kryzysowe – mogą być natychmiast przełączane na zasilanie z własnych zasobów energii. Dzięki temu możliwe jest utrzymanie działania niezbędnych systemów bezpieczeństwa publicznego i zachowanie ciągłości funkcjonowania miasta.

Dodatkowo, technologie wodorowe oferują przewagę w postaci magazynowania energii na dłuższy czas niż baterie – co jest szczególnie ważne w przypadku wielodniowych awarii. Wodór, przechowywany w ciśnieniowych zbiornikach, może zasilać urządzenia i budynki przez wiele godzin lub nawet dni, bez konieczności dostępu do sieci.

Z punktu widzenia strategii miejskiej, zapewnienie niezależnych źródeł zasilania i rozwój lokalnego „energetycznego zaplecza” podnosi nie tylko bezpieczeństwo energetyczne, ale również wiarygodność władz samorządowych, zwiększa odporność miasta na kryzysy i daje mieszkańcom realne poczucie stabilności i ochrony. W świecie coraz częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych i globalnych napięć geopolitycznych, takie podejście staje się nie tyle alternatywą, co koniecznością.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLAstra ENERGII CHOJNICE

Nowe miejsca pracy i rozwój technologii wodorowych.

Rozwój lokalnego systemu energetycznego opartego na technologiach wodorowych to nie tylko krok w stronę transformacji klimatycznej, ale również szansa na stworzenie nowych miejsc pracy i przyspieszenie rozwoju innowacyjnych kompetencji technologicznych w regionie. Inwestycje w produkcję, magazynowanie i wykorzystanie zielonego wodoru generują zapotrzebowanie na specjalistów z różnych dziedzin – od inżynierów systemów energetycznych i automatyków, po techników, operatorów urządzeń, specjalistów ds. zarządzania energią czy serwisantów instalacji wodorowych.

Wraz z rozwojem sektora możliwe jest również powstawanie lokalnych firm serwisowych i technologicznych, które będą współpracować z samorządami, inwestorami i operatorami infrastruktury. Dzięki temu projekt staje się impulsem dla lokalnej gospodarki i tworzy nowe ścieżki kariery zawodowej – zwłaszcza dla młodych ludzi szukających zatrudnienia w sektorach przyszłości.

Kluczowym elementem rozwoju technologii wodorowych powinna być także ścisła współpraca z uczelniami wyższymi i centrami badawczo-rozwojowymi. Chojnice i cały region mogą korzystać z potencjału instytucji akademickich takich jak Politechnika Gdańska, Politechnika Bydgoska czy lokalne jednostki badawcze specjalizujące się w energetyce odnawialnej i elektromobilności. Współpraca ta może obejmować m.in.:

- tworzenie programów stażowych i praktyk dla studentów, wspólne projekty badawcze i pilotażowe (np. testowanie nowych typów ogniów paliwowych, hybrydowych)
- układów kogeneracyjnych, stacji tankowania H₂),
- rozwój lokalnych centrów kompetencji wodorowych i laboratoriów technicznych,
- organizację szkoleń, konferencji i wydarzeń edukacyjnych promujących zieloną energię.

Dzięki temu Chojnice mogą stać się nie tylko beneficjentem transformacji energetycznej, ale również aktywnym uczestnikiem rozwoju krajowego i regionalnego sektora wodorowego, wzmacniając swoją pozycję jako ośrodek innowacyjny, nowoczesny i przyjazny środowisku. Tego typu podejście przyciąga inwestycje, podnosi jakość edukacji technicznej i pozwala trwale połączyć rozwój gospodarczy z odpowiedzialnością za klimat.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Potencjalna sprzedaż nadwyżek wodoru do partnerów zewnętrznych.

Potencjalna sprzedaż nadwyżek wodoru do partnerów zewnętrznych otwiera przed lokalnym systemem energetycznym – takim jak klastr energii w Chojnicach – nowe możliwości ekonomiczne i strategiczne. Zielony wodór, produkowany lokalnie z odnawialnych źródeł energii w okresach nadwyżek produkcji, może być nie tylko wykorzystywany na potrzeby własne (jako magazyn energii, paliwo dla floty komunalnej czy zasilanie awaryjne), ale także sprzedawany podmiotom zewnętrznym, które poszukują bezemisyjnych źródeł energii do dekarbonizacji swoich działalności.

W regionach oddalonych od innych metropolii, takich jak Chojnice, w naturalny sposób pojawiają się potencjalni odbiorcy wodoru. Jednym z nich może być kolej pasażerska i towarowa, szczególnie w kontekście rozwoju napędów wodorowych jako alternatywy dla silników spalinowych na trasach niezelektryfikowanych. Operatorzy kolejowi coraz częściej testują lokomotywy i zespoły trakcyjne zasilane wodorem, a dostępność lokalnego paliwa o niskim śladzie węglowym może znacząco obniżyć ich koszty operacyjne oraz emisje.

Kolejnym potencjalnym partnerem może być port turystyczny w Charzykowach. Porty te mogą wykorzystać wodór do zasilania jednostek pływających (np. łodzi turystycznych)

Równie istotnym odbiorcą mogą być lokalne zakłady przemysłowe, które szukają alternatywy dla gazu ziemnego i chcą spełnić coraz bardziej restrykcyjne normy środowiskowe. Przemysł spożywczy, przetwórstwo rybne, chłodnie, zakłady wodno-kanalizacyjne – to tylko przykłady sektorów, które mogą zyskać dzięki przejściu na zielony wodór jako paliwo procesowe lub źródło ciepła.

Możliwość sprzedaży nadwyżek wodoru oznacza więc nie tylko dodatkowy strumień przychodów dla klastra energii, ale również zwiększenie efektywności ekonomicznej całego systemu. W dłuższej perspektywie może to prowadzić do utworzenia lokalnego rynku wodoru, który obejmie szereg powiązanych partnerów: operatorów transportu, przemysł, port, a nawet sąsiednie gminy. Chojnice, jako pionier w zastosowaniu zielonego wodoru skali lokalnej, może stać się wzorcowym ośrodkiem zielonej transformacji i punktem odniesienia dla innych samorządów w Polsce i Europie.



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

7.6. Przyszły rozwój

Strategia wodorowa w Chojnicach może być rozszerzany etapami:

Etap 1 – pilotaż: produkcja wodoru z PV i jego wykorzystanie do zasilania awaryjnego.

Etap 2 – stacja tankowania i pierwsze pojazdy H₂.

Etap 3 – integracja z krajową siecią H₂, eksport, współpraca z operatorami transportu.

Etap 4 – partnerstwa przemysłowe, rozwój H₂ jako surowca dla portu lub chłodni rybackich.

MINIMALNE PARAMETRY DO SPEŁNIENIA USTAWOWYCH WYMAGAŃ DLA KLASTRÓW ENERGII

Zgodnie z artykułem 184I Ustawy o odnawialnych źródłach energii od członków klastra energii, który został wpisany do rejestru klastrów energii, nie nalicza się i nie pobiera opłaty OZE i kogeneracyjnej do dnia 31 grudnia 2026 r. w przypadku, gdy:

1) co najmniej 30% (50% - od 01.01.2027 r. do 31.12. 2029 r.) energii elektrycznej wytwarzanej i wprowadzanej do sieci dystrybucyjnej w ramach tego klastra energii jest wytwarzana z odnawialnych źródeł energii oraz

2) łączna moc zainstalowana elektryczna instalacji odnawialnego źródła energii i jednostek wytwórczych (...), nie przekracza 150 MW energii elektrycznej i umożliwia pokrycie w ciągu roku nie mniej niż 40% łącznego rocznego zapotrzebowania członków klastra energii w zakresie energii elektrycznej (od 01.01.2027 r. do 31.12. 2029 r.

- nie mniej niż 50% łącznych dostaw energii elektrycznej do członków tego klastra energii), oraz

3) łączna moc zainstalowana elektryczna magazynów energii (...) wynosi co najmniej 2% (5% - od 01.01.2027 r. do 31.12. 2029 r.) łącznej mocy zainstalowanej instalacji odnawialnego źródła energii i jednostek wytwórczych (...).

Co więcej, w przypadku, gdy ilość energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnych źródeł energii przez członków klastra energii i wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej:

a) przekroczy 60% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 95% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,



7. KONCEPCJA WODOROWA DLA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

b) przekroczy 70% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 90% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,

c) przekroczy 80% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 85% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,

d) przekroczy 90% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 80% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii,

e) wyniesie 100% zużycia energii elektrycznej przez członków tego klastra energii - operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego nalicza 75% wysokości opłat za świadczenie usługi dystrybucji, których wysokość zależy od ilości energii elektrycznej pobranej przez członków klastra energii;

7.7. Podsumowanie

Koncepcja wodorowa klastra energii Chojnice stanowi strategiczny filar lokalnej transformacji energetycznej, której celem jest budowa nowoczesnego, elastycznego i niskoemisyjnego systemu zasilania miasta. Oparta na zielonym wodorze produkowanym z lokalnych odnawialnych źródeł energii (głównie fotowoltaiki i wiatru), zakłada pełną integrację z systemami magazynowania energii, zarządzania popytem oraz transportu bezemisyjnego. Wodór będzie wytwarzany w elektrolizerze w momentach nadwyżek energii lub niskich cen rynkowych i magazynowany w bezpiecznych zbiornikach. Następnie wykorzystywany będzie w dwóch kluczowych obszarach: jako źródło zasilania awaryjnego dla obiektów krytycznych (w tym poprzez ogniwa paliwowe i agregaty kogeneracyjne), oraz jako komercyjne paliwo dla transportu – od pojazdów komunalnych, przez flotę turystyczną, po pilotażowe jednostki pływające w porcie. Koncepcja przewiduje również potencjalną sprzedaż nadwyżek wodoru do partnerów zewnętrznych, takich jak kolej, zakłady przemysłowe czy porty, tworząc lokalny rynek wodoru i generując dodatkowe dochody. System zarządzany będzie przez inteligentną platformę EMS, która pozwoli elastycznie reagować na warunki rynkowe, stabilizować lokalną sieć oraz optymalizować bilans energetyczny klastra. Wdrożenie technologii wodorowych przyczyni się do zwiększenia samowystarczalności miasta, ograniczenia strat przesyłowych, poprawy bezpieczeństwa energetycznego oraz stworzenia nowych miejsc pracy w sektorze zielonych technologii. Kluczowym elementem będzie współpraca z uczelniami technicznymi i ośrodkami badawczymi, która zapewni rozwój lokalnych kompetencji i innowacji. W efekcie, Chojnice mają szansę stać się jednym z pierwszych miast w Polsce, które wdraża kompleksową, praktyczną i zrównoważoną strategię wodorową – budując swoją niezależność energetyczną, poprawiając jakość życia mieszkańców i wzmacniając pozycję jako lidera zielonej transformacji na poziomie lokalnym.



8. TECHNOLOGIA

8.1. OZE

Rozwój klastra energii w Chojnicach opiera się na integracji różnych technologii odnawialnych źródeł energii (OZE), które wspólnie tworzą zbilansowany, lokalny ekosystem energetyczny. W projekcie uwzględniono zarówno klasyczne instalacje fotowoltaiczne (PV), jak i nowoczesne rozwiązania zintegrowane z infrastrukturą miejską (BIPV), pionowe turbiny wiatrowe dostosowane do warunków miejskich oraz biogazownie jako źródła energii odnawialnej i kogeneracji. Całość systemu dopełniają systemy pomp ciepła przeznaczonych zarówno dla mieszkańców jak i jednostek samorządu oraz przemysłu.

Każda z tych technologii pełni odrębną funkcję w strukturze klastra i będzie szczegółowo opisana w kolejnych rozdziałach, z uwzględnieniem ich specyfikacji technicznych, lokalizacji, efektywności oraz sposobów integracji z systemem zarządzania energią. Niniejszy rozdział stanowi wprowadzenie do katalogu rozwiązań, które wspólnie tworzą fundament lokalnej transformacji energetycznej.

8.1.1. Fotowoltaika

Fotowoltaika stanowi podstawowe źródło energii elektrycznej w klastrze energii w Chojnicach. Technologia ta została wybrana ze względu na wysoką dostępność promieniowania słonecznego w regionie, stabilność pracy oraz możliwość elastycznego skalowania w zależności od zapotrzebowania.

Planowana architektura opiera się na rozproszonej strukturze mikroinstalacji oraz większych farm PV, zlokalizowanych zarówno na gruntach miejskich, jak i na dachach budynków publicznych, przemysłowych i mieszkalnych. Instalacje będą wyposażone w falowniki z funkcją monitoringu, co pozwoli na bieżące śledzenie produkcji energii i synchronizację z systemem zarządzania energią klastra.

W klastrze energii Chojnice zakłada się wykorzystanie sprawdzonych i wydajnych technologii paneli fotowoltaicznych klasy premium, dostosowanych do warunków klimatycznych regionu oraz specyfiki zabudowy.

Rekomendowane typy paneli:

1. Monokrystaliczne PERC (Passivated Emitter Rear Cell) – moduły o sprawności powyżej 21%, wysoka wydajność nawet przy niższym nasłonecznieniu, odporność na wysokie temperatury, rekomendowane dla dachów o ograniczonej powierzchni.
2. Bifacialne monokrystaliczne (dwustronne) – umożliwiają produkcję energii zarówno z bezpośredniego nasłonecznienia, jak i światła odbitego (np. od białego podłoża), szczególnie efektywne na otwartych terenach lub dachach przemysłowych.



8. TECHNOLOGIA

3. TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) – nowoczesna technologia zapewniająca jeszcze wyższą sprawność (>22%) i dłuższą żywotność paneli, coraz częściej stosowana w instalacjach przemysłowych i klastrowych.

Parametry użytkowe:

- Zakres mocy pojedynczego modułu: 400–600 Wp,
- Współczynnik temperaturowy: -0,3 do -0,35%/°C,
- Gwarancja mocy: 25 lat (do 84–88% sprawności nominalnej),
- Certyfikaty: IEC 61215, IEC 61730, CE, TUV.

Warianty montażowe i orientacja względem stron świata

Optymalna orientacja i nachylenie paneli ma kluczowe znaczenie dla maksymalizacji uzysków energii. W ramach klastra rozważa się różne warianty, zależnie od miejsca montażu:

Gruntowe instalacje PV:

- Orientacja południowa – najbardziej efektywna, uzyski do 100% potencjału projektowego.
- Kąt nachylenia – optymalnie 30–35° (dla regionu Pomorza), z możliwością dostosowania do warunków lokalnych.
- Instalacje jednoosiowe (trackery) – rozważane dla wybranych lokalizacji o dużej powierzchni; zwiększają uzysk o 10–20%.

Instalacje dachowe:

- Południowe dachy – preferowane, uzysk 90–100%.
- Wschód–Zachód – efektywne przy dachach płaskich i ograniczonym przesłanianiu; dłuższy profil produkcji (niższy szczyt, ale dłużej).
- Kąt nachylenia – typowo od 10 do 35°, zależnie od typu dachu.

Uwagi dodatkowe:

- Wszystkie instalacje będą objęte analizą nasłonecznienia i cieniem w ramach projektu technicznego.
- Do dachów płaskich stosowane będą systemy balastowe, bez ingerencji w konstrukcję.

Rekomendacje doboru falowników (inwerterów PV)

Falowniki są kluczowym elementem systemu fotowoltaicznego – odpowiadają za przekształcenie prądu stałego (DC) w zmienny (AC), a także za monitoring, bezpieczeństwo i integrację z siecią lub systemami zarządzania energią (EMS, SCADA). Dobór falowników powinien być dostosowany do charakteru instalacji oraz planowanej integracji z systemem klastra.



8. TECHNOLOGIA

Podział falowników według zastosowania:

1. Falowniki jednofazowe – dla mikroinstalacji <6 kWp (np. domy jednorodzinne w programie klastra);
2. Falowniki trójfazowe stringowe – dla instalacji dachowych i średnich farm PV (10–250 kWp);
3. Falowniki centralne – dla dużych farm PV (powyżej 250 kWp), z preferencją dla rozwiązań modułarnych;
4. Falowniki hybrydowe – w instalacjach z magazynem energii lub wodorem (po stronie DC/AC);
5. Mikrofały (microinverters) – alternatywnie w instalacjach rozproszonych, gdzie istotne jest śledzenie każdego modułu osobno (np. na dachach o zmiennym zacienieniu).

Wymagania techniczne:

- Zgodność z normami: EN 50549-1, VDE-AR-N 4105, NC RfG.
- Sprawność europejska (η_{euro}): > 97% (preferowane powyżej 98%).
- Interfejs komunikacyjny: np. Modbus TCP, RS485, zintegrowany webserver lub API do integracji z platformą klastra zgodny z wymogami systemu rozliczeniowego Klastra Chojnice (licencjonowany)
- Zabezpieczenia: nadnapięciowe, zwarciovowe, AFCI (ochrona przeciwłukowa), ochrona wyspowa (anti-islanding).
- Możliwość zdalnej konfiguracji i diagnostyki: przez platformę SCADA lub aplikację zarządzającą klastrą. (licencjonowanie)

8.1.2. BIPV

BIPV (Building-Integrated Photovoltaics) to technologia, w której moduły fotowoltaiczne są integralnym elementem konstrukcyjnym budynków – zastępują tradycyjne materiały elewacyjne, dachowe, okienne bądź balustradowe. W klastrze energii Chojnice BIPV pełni istotną rolę z uwagi na możliwość wykorzystania instalacji carport, zwiększając powierzchnię aktywną energetycznie bez ingerencji w krajobraz lub przestrzeń użytkową.

Technologia ta znajduje zastosowanie przede wszystkim w nowych lub modernizowanych obiektach publicznych, hotelach, centrach usługowych oraz infrastrukturze miejskiej, gdzie istotna jest estetyka i funkcjonalność.



8. TECHNOLOGIA

Element budynku	Typ modułu PV	Przykłady zastosowania
Elewacje (ściany)	Semi-transparent, kolorowe	Budynki użyteczności publicznej, urzędy
Dachy skośne	Zintegrowane dachówki PV	Obiekty zabytkowe, nowe domy pasywne
Dachy płaskie	Szklane membrany PV	Hale sportowe, centra konferencyjne
Balustrady/tarasy	Przeszklenia PV, szkło PV	Hotele, pensjonaty, apartamenty premium
Wiaty, przystanki, parkingi	Lekkie panele PV	Zasilanie punktowe, integracja z magazynem

Parametry i rozwiązania technologiczne:

- Sprawność paneli BIPV: od 10% (transparentne) do 18% (ciemne, pełne);
- Możliwość dostosowania kolorystyki i przepuszczalności światła;
- Certyfikaty budowlane i PV (np. EN 12600, IEC 61215, IEC 61730);
- Zgodność z wymogami estetycznymi i konserwatorskimi (ważne np. w centrum Chojnice);
- Odporność na warunki atmosferyczne – szkło hartowane, powłoki hydrofobowe, UV;
- System mocowania: zintegrowany z fasadą lub strukturą dachową (brak klasycznych stelaży PV)

Korzyści w kontekście klastra:

- Wzrost produkcji energii bez zwiększania powierzchni gruntowej;
- Możliwość uzyskania punktów w systemach certyfikacji budynków (np. BREEAM, LEED);
- Integracja z magazynami energii i systemem zarządzania klastrem (EMS, DLT);
- Estetyczne podniesienie wartości nieruchomości uczestników klastra;
- Potencjalne dofinansowania w ramach modernizacji energetycznej budynków publicznych (np. KPO, FEnIKS).



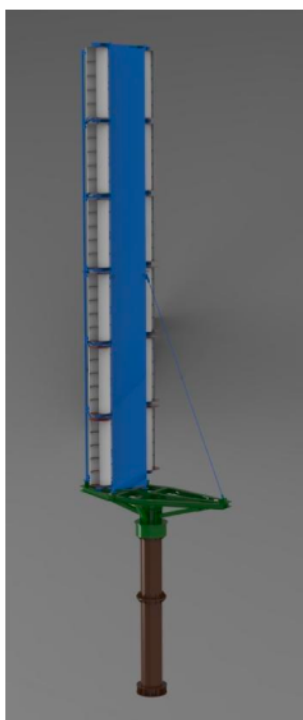
8. TECHNOLOGIA

8.1.3. Turbiny wiatrowe

W związku z ograniczeniami wynikającymi z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP), dotyczącymi dopuszczalnej wysokości obiektów technicznych (zabudowa miejska), w Kłastrze Energii Chojnice rekomenduje się zastosowanie pionowych turbin wiatrowych (VAWT – Vertical Axis Wind Turbines). Turbiny te charakteryzują się kompaktową konstrukcją, cichą pracą i możliwością instalacji w obszarach miejskich i przemysłowych – również na dachach lub w otoczeniu istniejących budynków.

Dla zastosowań małych wiatraków najważniejsze staje się bezpieczeństwo ze względu na sąsiedztwo ludzi i zabudowań. Takie podejście wskazuje na wiatraki o osi pionowej wykorzystujące siły oporu – a więc, dla przykładu wiatraki typu Savoniusa. Główną zaletą takich wiatraków jest to, że one nie rozkręcają się tak jak wiatraki o osi poziomej. Tak więc przy dużych wiatrach nie wymagają hamowania, ponieważ bez obciążenia osiągnąć mogą jedynie ograniczone obroty, zależne od prędkości wiatru.

Drugim istotnym elementem jest fakt, że wiatry wiejące w Polsce mają średnie wartości rzędu 5 – 8 m/s. Wszystkie wiatraki dostępne obecnie na rynku są zaprojektowane na nominalne wiatry od 10 do 14 m/s, a więc nie są zoptymalizowane dla polskich warunków. Oznacza to, że kolejnym kryterium wiatraka do zastosowania w Polsce jest to, aby był on zaprojektowany na typowe dla tego regionu słabe wiatry. W tym kryterium wirniki Savoniusa mają zasadniczą przewagę nad innymi typami wiatraków, bo moment na wale przy słabych wiatrach jest największy ze wszystkich typów wiatraków.





8. TECHNOLOGIA



Rekomendowane lokalizacje:

1. Rejon Charzykowy

Obszar nadbrzeżny oferuje znakomite warunki wiatrowe oraz możliwość instalacji turbin bez zaburzania dotychczasowych funkcji. Instalacje pionowych turbin (np. typu Darrieus lub Savonius) mogą wspierać zasilanie lokalnej infrastruktury energetycznej lub systemów oświetleniowych. Dodatkowo jako lokalizacja ekspozycyjna może pełnić funkcję edukacyjną i promocyjną kłastera.

2. Oczyszczalnia ścieków Miejskie Wodociągi Sp. z o.o

Lokalizacja przemysłowa, oddalona od zabudowy mieszkaniowej, umożliwia instalację turbin pionowych na terenach zielonych, dachach lub masztach technicznych. Produkcja energii może zostać wykorzystana do zasilania infrastruktury oczyszczalni, a nadwyżki – do lokalnych rozliczeń wewnętrznych. Połączenie produkcji wiatrowej z biogazownią oraz magazynem energii lub elektrolizerem zwiększa efektywność energetyczną całego obiektu.

3. Lokalizacja miejskie (Basen, Lodowisko, Ujęci wody)



8. TECHNOLOGIA

Parametry techniczne przykładowych turbin VAWT:

- Moc jednostkowa: od 1 kW do 20 kW,
- Prędkość startowa wiatru: 2,5–3,5 m/s,
- Prędkość znamionowa: 10–12 m/s,
- Sprawność: 25–35% (średnia dla VAWT),
- Łopaty: kompozytowe, odporne na korozję, z gwarancją 20 lat,
- Przeznaczenie: mikroinstalacje, zasilanie lokalne, integracja z EMS oraz zgodne z systemem rozliczeniowym Kłastera Energii Chojnice (certyfikowane)

Wnioski dla klastra:

Pionowe turbiny wiatrowe pozwalają na efektywne wykorzystanie energii wiatru w przestrzeniach objętych ograniczeniami budowlanymi. Ich zastosowanie w oczyszczalni Miejskie Wodociągi wzmacnia samowystarczalność energetyczną strategicznych punktów infrastruktury komunalnej, wpisując się w cele klastra i lokalnej transformacji energetycznej.

8.1.4. Biogazownie

Biogazownia zlokalizowana przy oczyszczalni Miejskich Wodociągów pełni istotną funkcję stabilizacyjną w systemie energetycznym klastra Chojnice. Dzięki lokalnej produkcji energii z odpadów organicznych możliwe jest nie tylko ograniczenie emisji, ale też elastyczne reagowanie na chwilowe zapotrzebowanie energetyczne uczestników klastra.

Technologia typu “demand-driven biogas” – sterowanie na żądanie

Podstawowa jednostka biogazowni przy wodociągach zostanie oparta na modelu elastycznej produkcji biogazu, pozwalającym dostarczać energię elektryczną i ciepłą w sposób reaktywny – czyli tylko w momentach zapotrzebowania:

- Produkcja biogazu prowadzona jest w sposób ciągły, natomiast jego spalanie w jednostkach kogeneracyjnych odbywa się okresowo, zgodnie z profilem zużycia.
- Biogaz jest magazynowany w elastycznych zbiornikach membranowych, a system może uruchomić kogenerację nawet w czasie <3 minut.
- Taki model pozwala na generowanie przychodów z energii w godzinach szczytu oraz redukcję strat wynikających z przymusowej pracy ciągłej.



8. TECHNOLOGIA

Inteligentne sterowanie i adaptacyjna fermentacja

Aby zapewnić ciągłość i bezpieczeństwo procesów fermentacyjnych mimo zmiennego zużycia biogazu, zastosowany zostanie system predykcyjnego sterowania MPC:

- Analizuje w czasie rzeczywistym poziom zapęnlennia zbiorników, jakość substratu i parametry procesowe (pH, temperatura, stężenie metanu).
- Umożliwia szybką zmianę składu wsadu (np. różne rodzaje osadów, odpady rolnicze, odpady zielone) bez destabilizacji fermentacji.
- W pełni integruje się z cyfrowym systemem klastra (EMS + DLT), umożliwiając rejestrowanie danych procesowych, analizę trendów i optymalizację działania.

Dodatkowa technologia: Kontenerowa biogazownia plug&play

Jako uzupełnienie głównej jednostki biogazowej przy Wodociągach, w klastrze rozważane jest także zastosowanie modularnych biogazowni kontenerowych, takich jak rozwiązania firm Bioelectric, SEaB Energy, czy BioGas System GmbH:

- Kompaktowa konstrukcja (1–3 kontenery), gotowa do uruchomienia w kilka dni od dostawy.
- Zasilana lokalnym substratem: odpady roślinne, skoszona trawa, frakcje zielone, tłuszcze kuchenne.
- Idealna do lokalizacji pomocniczych (np. port, tereny komunalne), gdzie nie ma warunków dla dużej instalacji.
- Łatwa rozbudowa (modułowa), relokacja i łączenie z magazynami energii.
- Czas reakcji – do 5 minut, pełna automatyzacja, integracja z systemem DLT klastra.

Korzyści lokalizacji – Miejskie Wodociągi Sp. z o.o jako węzeł biogazu

Lokalizacja biogazowni przy oczyszczalni niesie za sobą szereg istotnych korzyści zarówno technologicznych, jak i operacyjnych. Obiekt już obecnie dysponuje infrastrukturą umożliwiającą prowadzenie procesów fermentacji osadów ściekowych, co znacząco skraca czas i koszty wdrożenia docelowej instalacji. Istniejące systemy mogą zostać zmodernizowane lub rozbudowane w ramach szerszej strategii transformacji energetycznej klastra, dzięki czemu zwiększy się efektywność całego procesu. Wytwarzana w ten sposób energia elektryczna oraz ciepło mogą być bezpośrednio wykorzystywane na potrzeby funkcjonowania oczyszczalni, co podnosi poziom jej samowystarczalności energetycznej. Nadwyżki energii zostaną włączone do obiegu klastra i mogą być wykorzystane lokalnie lub przesyłane do systemu produkcji zielonego wodoru. Integracja jednostki z cyfrowym systemem zarządzania klastra umożliwi dokładne monitorowanie parametrów pracy, rejestrację danych w czasie rzeczywistym oraz pełne rozliczanie wewnętrzne, zgodnie z logiką zdecentralizowanego rynku energii.



8. TECHNOLOGIA

8.1.5. Termiczne przetwarzanie odpadów (TPO) z OZE i wodorem

W ramach klastra energii Chojnice rozważyć należy wdrożenie modułu termicznego przetwarzania odpadów reszkowych i kalorycznych, który w klasycznej wersji zasilany jest gazem ziemnym lub biogazem. W projekcie klastra jednostka może być zmodyfikowana i dostosowana do zasilania hybrydowego, integrując źródła odnawialne oraz układ wodorowego dotrysku paliwa (hydrogen blending). Takie rozwiązanie umożliwia jednocześnie ograniczenie zużycia gazu kopalnego, zwiększenie udziału energii odnawialnej w bilansie energetycznym oraz lepsze bilansowanie systemu lokalnego, zwłaszcza w okresach wzmożonego strumienia odpadów lub ograniczonej produkcji z PV i wiatru

Zasada działania i modyfikacja technologii

Standardowa instalacja TPO wykorzystuje palniki gazowe do utrzymania wymaganej temperatury pirolizy lub spalania z odzyskiem energii. W wersji zmodyfikowanej pod kątem klastra, system spalania zostaje wyposażony w układ do iniekcji wodoru, który jest dawkowany jako dodatek do gazu w proporcjach do 20% objętości, bez konieczności wymiany palników ani kotła.

Hydrogen blending możliwy jest dzięki zastosowaniu palników wielopaliwowych lub retrofitowanych dysz z dodatkowymi zabezpieczeniami przeciwwybuchowymi i czujnikami H₂. Wodór dostarczany jest z lokalnej elektrolizy zintegrowanej z OZE, co pozwala na wykorzystanie jego nadwyżek przy niskim zapotrzebowaniu sieciowym.

Korozja wodorowa – ryzyka i kontrola

Jednym z kluczowych aspektów technicznych przy stosowaniu wodoru w instalacjach termicznych jest zjawisko korozji wodorowej, szczególnie w strefie wysokotemperaturowej. Wodór, jako najmniejsza cząsteczka chemiczna, może wnikać w strukturę metali, prowadząc do ich utwardzenia, pęknięć i degradacji – szczególnie w obecności wysokich ciśnień i temperatur.

W projekcie klastra przewidziano działania minimalizujące to ryzyko:

- Dawkowanie wodoru na poziomie bezpiecznym (do 20%), uznanym za graniczny punkt bez konieczności wymiany materiałowej w większości przemysłowych instalacji.



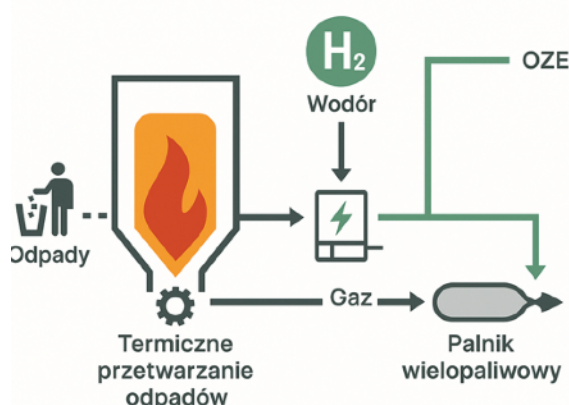
8. TECHNOLOGIA

- Zastosowanie materiałów odpornych na korozję wodorową w dyszach palnikowych (stal nierdzewna o podwyższonej zawartości chromu i molibdenu, np. 1.4571).
- Regularna diagnostyka nieniszcząca (UT, penetranty, emisja akustyczna) oraz pomiary koncentracji H_2 w strefie spalania.
- Dynamiczne sterowanie składem mieszanki w zależności od warunków obciążeniowych kotła.

Korzyści integracji TPO z OZE i wodorem

- Zmniejszenie śladu węglowego jednostki TPO bez konieczności zmiany głównej technologii lub układu spalania.
- Możliwość wykorzystania nadwyżek wodoru produkowanego z OZE, zwiększająca lokalne zużycie energii odnawialnej.
- Lepsze bilansowanie klastra przy zmiennych warunkach dostaw odpadów oraz energii z innych źródeł.
- Wysoka sprawność odzysku energetycznego i możliwość zasilania systemu ciepłowniczego, wodoru lub magazynów.
- Spełnienie rygorystycznych norm emisji bez kosztownych inwestycji w nowe instalacje.

Produkcja energii w ramach TPO to szansa na lokalne źródło prądu i ciepła o wysokiej sprawności, niezależne od warunków pogodowych. Instalacja pozwala zagospodarować frakcje odpadów nienadających się do recyklingu, zmniejszając koszty i emisje związane ze składowaniem. Dzięki integracji z OZE i zielonym wodorem TPO staje się elementem hybrydowego systemu zeroemisyjnego, wspiera bilansowanie klastra i zwiększa bezpieczeństwo energetyczne miasta. Jednocześnie generuje dodatkowe przychody i wzmacnia wizerunek Chojnic jako ośrodka nowoczesnej gospodarki o obiegu zamkniętym.





8. TECHNOLOGIA

8.2. Technologie wodorowe

Wodór, jako nośnik energii o wysokim potencjale transformacyjnym, stanowi kluczowy element strategii klastra energii Chojnice. W kontekście lokalnej produkcji z OZE oraz potrzeby bilansowania energii w czasie rzeczywistym, technologie wodorowe oferują możliwość zarówno krótkoterminowego magazynowania energii, jak i zasilania odbiorców w momentach deficytu mocy. Ich wdrożenie pozwala na zwiększenie autokonsumpcji energii odnawialnej, stabilizację systemu oraz rozwój zeroemisyjnego transportu i usług komunalnych.

Rozdział ten przedstawia kluczowe komponenty systemu wodorowego projektowanego w ramach klastra – począwszy od modularnych elektrolizerów (PEM i alkalicznych), przez ogniwa paliwowe, kompozytowe zbiorniki magazynowe, aż po stacje tankowania wodoru klasy H35 i H70. Opisane rozwiązania technologiczne zostały dobrane z myślą o ich praktycznej integracji z lokalnymi źródłami OZE, magazynami energii oraz cyfrowym systemem zarządzania klastra, zapewniając elastyczność, skalowalność i zgodność z europejskimi standardami bezpieczeństwa.

Elektroliza PEM – modułowe podejście

Wykorzystanie modułowych systemów PEM (Proton Exchange Membrane) pozwala na elastyczne skalowanie instalacji w zależności od potrzeb klastra. Przykładem na rynku jest niemiecko-austriacki H-TEC SYSTEMS MHP, gdzie blozki o mocy 10 MW mogą być ze sobą łączone do uzyskania instalacji o mocy nawet 100 MW, z efektywnością systemową ~77% i możliwością redundancji. Podobnie NEAL HYTRON PEM (Neuman und Esser) oferuje moduły od 50 kW do 5 MW, gotowe do montażu w kontenerach ISO, o czystości wodoru 99,9–99,999 %, z możliwością pracy w zakresie 20–100% mocy. W Polsce firma Simple H2 rozwija własne, modułowe elektrolizery PEM, idealne do instalacji kaskadowych – pracują już z PV od 100 kW, a ich urządzenia zasilają stacje H35 i H70.

Elektroliza alkaliczna – opcja masowa

Do większych, przemysłowych instalacji klasy MegaWaty rekomendowana jest technologia alkaliczna (ALK) – stosowana przez producentów takich jak HydrogenPro (Norwegia) oraz NEL. Systemy te wykorzystują ciekłe elektrolity i są bardziej dojrzałe technicznie, choć mniej elastyczne przy zmianach obciążenia. Mogą być one stosowane jako bazowy etap produkcji wodoru na skalę masową.



8. TECHNOLOGIA

Ogniwo wodorowe – ogniwo paliwowe

Ogniwa paliwowe stanowią kluczowy komponent technologii wodorowej, umożliwiające konwersję zgromadzonego wodoru z powrotem na energię elektryczną i ciepłą w sposób cichy, bezemisyjny i wysokoefektywny. W kontekście klastra energii pełnią rolę zdecentralizowanych źródeł mocy, szczególnie tam, gdzie konieczna jest stabilna i niezależna produkcja energii – np. w oczyszczalniach, budynkach publicznych czy mobilnych jednostkach energetycznych.

Zasada działania ogniwa opiera się na elektrochemicznej reakcji wodoru z tlenem, w wyniku której powstaje prąd elektryczny, para wodna oraz ciepło. Proces ten nie wymaga spalania, co oznacza brak emisji szkodliwych gazów oraz bardzo wysoką sprawność energetyczną w porównaniu do tradycyjnych źródeł mocy.

Sprawność ogniwa paliwowego zależy od jego typu i sposobu wykorzystania. Ogniwa typu PEM (Proton Exchange Membrane), najczęściej stosowane w zastosowaniach mobilnych i budynkowych, osiągają sprawność elektryczną na poziomie 45–60%. W trybie skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej (CHP) całkowita sprawność systemowa może przekraczać 85%. Ogniwa PEM charakteryzują się kompaktową budową, szybkim czasem rozruchu i wysoką gęstością mocy, co czyni je idealnym rozwiązaniem w dynamicznych środowiskach lokalnych systemów energetycznych.

Innym typem technologii są ogniwa alkaliczne (AFC), stosowane głównie w zastosowaniach specjalistycznych, takich jak przemysł. Charakteryzują się one wysoką sprawnością i dużą czystością wodoru, jednak są bardziej wrażliwe na zanieczyszczenia i wymagają kosztowniejszych komponentów.

Ogniwa typu SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) działają w wysokiej temperaturze (ok. 800°C) i umożliwiają zastosowanie nie tylko wodoru, ale także innych paliw, takich jak biometan czy amoniak. Ich sprawność elektryczna może sięgać 60%, a w układach hybrydowych z turbinami gazowymi nawet 80%. Ze względu na wysoką temperaturę, SOFC nadają się lepiej do zastosowań stacjonarnych w sektorze przemysłowym lub ciepłowniczym, gdzie możliwe jest efektywne odzyskiwanie ciepła.

Rekomendacja

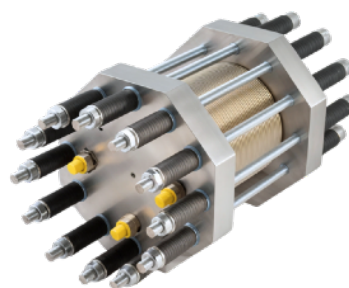
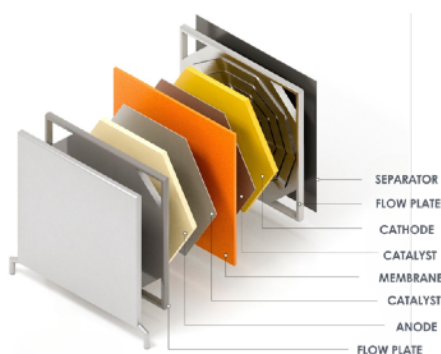
Na potrzeby klastra energii Chojnic rekomendowane są ogniwa PEM drugiej generacji, oferowane m.in. przez producentów takich jak Hydrogenics (Cummins), Plug Power, Ballard lub Simple H2. Jednostki o mocy 5–250 kW mogą być łączone w systemy kontenerowe, które pełnią funkcję lokalnych mikro źródeł energii zasilanych wodorem z elektrolizy lub biogazu. Należy również przeanalizować zastosowanie elektrody alkaicznej w celu obniżenia kosztów.



8. TECHNOLOGIA

Zaletą takiego rozwiązania jest pełna zgodność z polityką niskoemisyjną, brak hałasu, niskie koszty eksploatacyjne oraz możliwość integracji z cyfrowym systemem zarządzania energią. Ogniwa paliwowe mogą również działać jako źródła rezerwowe lub stabilizujące w mikrogrids, co zwiększa odporność energetyczną infrastruktury klastra.

Poglądowe zdjęcia rozwiązań:





8. TECHNOLOGIA

Stacje tankowania wodoru (H35 / H70)

Wodór H35 (35 MPa) oraz H70 (70 MPa) idealnie nadaje się do stacji zasilających lokalny transport komunalny lub klasterowe zasoby mobilne. Instalacje są modularne, wyposażone w magazyny, kompresory, oraz systemy bezpieczeństwa zgodne z normami EU.

Kompozytowe zbiorniki wodoru

Efektywne i bezpieczne magazynowanie wodoru to kluczowy element infrastruktury wodorowej. W przeciwieństwie do energii elektrycznej, wodór może być magazynowany w dużych ilościach i wykorzystywany w dowolnym momencie, co czyni go idealnym medium buforowym dla systemów opartych na OZE. Najbardziej rozpowszechnioną technologią jest magazynowanie wodoru w postaci sprężonej (compressed hydrogen gas – CHG). Stosuje się w tym celu zbiorniki kompozytowe wysokociśnieniowe, wykonane z materiałów takich jak włókno węglowe, włókno szklane oraz aluminium. Zbiorniki tego typu są lekkie, odporne na korozję i mogą być formowane w różne kształty – cylindryczne, modułowe, a nawet dostosowane do przestrzeni kontenerowych.

Najczęściej stosuje się zbiorniki na ciśnienia 350 bar (H35) oraz 700 bar (H70). Pojemność użytkowa takich zbiorników waha się od kilku do kilkuset kilogramów wodoru. W systemach stacjonarnych instaluje się je jako zespoły zasobników, często w formie baterii, które mogą być skalowane w zależności od zapotrzebowania i cykli ładowania. Dzięki wysokiej gęstości energetycznej wodoru (ok. 44 kWh/kg), nawet niewielkie magazyny mogą zapewnić znaczącą ilość energii, np. 10 kg H₂ to równowartość około 440 kWh energii chemicznej.

Zaletą kompozytowych zbiorników magazynowych jest ich modularność i mobilność. Mogą być instalowane zarówno w stacjach tankowania wodoru, jak i przy elektrolizerach, ogniwach paliwowych czy pojazdach. W przypadku klastra energii oznacza to możliwość tworzenia lokalnych punktów buforowych, zasilania sezonowego oraz elastycznego przenoszenia zasobów tam, gdzie są w danym momencie potrzebne.

Nowoczesne rozwiązania dostępne są w ofercie firm takich jak Hexagon Purus, Worthington Industries, NPROXX czy Cimc Enric. Na rynku polskim dystrybutorem zbiorników do aplikacji stacjonarnych i mobilnych jest m.in. Simple H2 Polska, oferujący kompletne systemy magazynowe certyfikowane zgodnie z normami ADR, PED oraz EC79.



8. TECHNOLOGIA

W warunkach klastra energii najlepszym kompromisem pomiędzy bezpieczeństwem, dostępnością i kosztem są systemy oparte na kompozytowych zbiornikach H35 lub H70, współpracujące bezpośrednio z modułowymi elektrolizerami PEM, ogniwami paliwowymi i stacjami tankowania. Takie rozwiązania pozwalają na szybkie wdrożenie infrastruktury, a także jej późniejszą rozbudowę lub relokację w zależności od potrzeb operacyjnych.

Bezpieczeństwo i normy technologii wodorowych

Bezpieczeństwo systemów wodorowych stanowi fundament ich wdrażania w strukturze klastra energii. Choć wodór jest nośnikiem czystej energii, jego fizykochemiczne właściwości – niska gęstość, wysoka lotność i szeroki zakres palności – wymagają zastosowania szczególnych środków ostrożności

Instalacje wodorowe w klastrze muszą spełniać szereg norm europejskich i międzynarodowych. Do najważniejszych należą:

- ISO 19880 (projektowanie i eksploatacja stacji tankowania wodoru),
- EN 17127 (wymagania dla zbiorników ciśnieniowych),
- EC 79/2009 (homologacja pojazdów zasilanych wodorem),
- ATEX 2014/34/UE (urządzenia do pracy w atmosferach wybuchowych),
- oraz PED 2014/68/UE (dyrektywa dotycząca urządzeń ciśnieniowych).

Dodatkowo w Polsce obowiązuje Prawo Budowlane, Prawo Energetyczne oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych dla stacji paliw gazowych. Wszystkie elementy infrastruktury klastra – od elektrolizerów i ogniw paliwowych, po zbiorniki i stacje tankowania – muszą być certyfikowane zgodnie z aktualnym stanem prawnym, a ich montaż i eksploatacja mogą być realizowane wyłącznie przez przeszkolony personel.

W kontekście klastra energii Chojnice, system bezpieczeństwa zostanie zintegrowany z cyfrowym środowiskiem zarządzania (EMS), umożliwiając wczesne wykrywanie anomalii, zdalne wyłączanie instalacji oraz automatyczne raportowanie zdarzeń. Wszystkie działania będą prowadzone z zachowaniem zasady ALARP (As Low As Reasonably Practicable), minimalizując ryzyko do poziomu akceptowalnego przy zachowaniu funkcjonalności systemu.



8. TECHNOLOGIA

8.3. Magazyny energii i infrastruktura ładowania w klastrze Chojnice.

Zarządzanie lokalną energią odnawialną w warunkach zmiennego zapotrzebowania i nieprzewidywalnej produkcji wymaga zastosowania wydajnych i elastycznych systemów magazynowania energii. Magazyny te nie tylko umożliwiają bilansowanie systemu w czasie rzeczywistym, ale również wspierają stabilność sieci wewnątrzklastrowej, pozwalają na lepsze wykorzystanie nadwyżek z PV i wiatru oraz zwiększają autokonsumpcję. W połączeniu z rozbudowaną infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych, stanowią kluczowy komponent dla integracji mobilności zeroemisyjnej z lokalnym rynkiem energii.

Systemy magazynowania energii – rekomendowane technologie

Dla potrzeb klastra Chojnice rekomenduje się zastosowanie kontenerowych magazynów energii w technologii litowo-żelazowo-fosforanowej (LiFePO_4), znanych z wysokiej trwałości cyklicznej, bezpieczeństwa eksploatacyjnego oraz odporności na warunki środowiskowe. W zależności od wariantu funkcjonalnego klastra, zakłada się instalację jednostek o mocy od 250 kW do 1 MW i pojemności 500 kWh – 2 MWh, z możliwością skalowania przez łączenie modułów w układy szeregowo-równoległe.

Przykładowe systemy gotowe do wdrożenia to:

- Tesvolt TS HV 100 – modułowy system bateryjny o sprawności > 95%,
- BYD Battery-Box Premium C – kontenerowe rozwiązanie off-grid/on-grid z certyfikatami IEC i VDE,
- Sungrow ST500CP – kontener 500 kW/1 MWh z możliwością współpracy z OZE i stacją ładowania DC,
- Pylontech Powercube H2 – kompaktowe jednostki bateryjne idealne dla mniejszych obiektów komunalnych lub infrastruktury turystycznej.

Magazyny będą rozmieszczone w punktach strategicznych klastra: przy farmach PV i wiatrakach oraz przy większych odbiorcach energii. Wszystkie jednostki będą spięte z cyfrowym systemem zarządzania klastra (EMS), co pozwoli na dynamiczne sterowanie cyklami ładowania i rozładowania w zależności od warunków rynkowych i sieciowych.

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych

W odpowiedzi na rosnące potrzeby związane z elektromobilnością, klaster Chojnice zostanie wyposażony w kompleksowy system stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Infrastruktura ta będzie opierać się na dwóch typach urządzeń: ładowarkach AC (3,7–22 kW) oraz ładowarkach szybkiego ładowania DC (50–150 kW).



8. TECHNOLOGIA

W przestrzeni miejskiej i przy obiektach użyteczności publicznej (urząd miasta, szkoły, obiekty rekreacyjne) planowane jest wdrożenie ładowarek takich jak:

- Ekoenergetyka Wallbox AC 22 kW – do ładowania flot i pojazdów osobowych,
- EVBox Troniq 50/100 – szybka ładowarka DC do autobusów, busów i aut użytkowych,
- ABB Terra 124/184 – dwustanowiskowe ładowarki DC z funkcją dynamicznego podziału mocy,
- Ensto Chago Pro – stacje zintegrowane z fotowoltaiką i systemem rozliczeń klastra.

W ramach integracji z systemem klastra, ładowarki będą rozliczane przez wewnętrzny moduł DLT, umożliwiający przypisanie zużycia energii do konkretnego użytkownika, firmy lub jednostki miejskiej. Energia wykorzystywana do ładowania będzie pochodziła z lokalnych OZE oraz magazynów energii, a w sytuacjach niedoboru – zasilana wodorem za pomocą ogniw paliwowych (Power-to-Mobility).

Dodatkowo planuje się stworzenie punktów ładowania zintegrowanych z parkingami buforowymi dla turystyki i transportu zbiorowego, a także punkty zasilania mobilnych jednostek gospodarczych (np. foodtrunki).

Wnioski technologiczne

System magazynów energii i stacji ładowania stanowi trzon lokalnej infrastruktury energetycznej nowej generacji. Ich wdrożenie w klastrze Chojnice pozwoli na maksymalizację efektywności energetycznej, pełniejsze wykorzystanie lokalnych źródeł odnawialnych oraz rozwój bezemisyjnego transportu. Technologia oparta na sprawdzonych urządzeniach, certyfikowanych na rynku europejskim, gwarantuje bezpieczeństwo, niezawodność i zgodność z polityką klimatyczną UE.

8.4. Kogeneracja zasilana wodorem w klastrze energii Chojnice

Rozwój lokalnych systemów energetycznych opartych na odnawialnych źródłach wymaga stabilnych i elastycznych mechanizmów wspierających. Jednym z najbardziej efektywnych rozwiązań jest kogeneracja, czyli jednoczesna produkcja energii elektrycznej i ciepłej. W połączeniu z wodorem jako paliwem, technologia ta staje się bezemisyjnym źródłem mocy, idealnie wpisującym się w potrzeby samowystarczalnych jednostek takich jak klastr energii. Kogeneracja wodorowa pozwala wykorzystać lokalnie produkowany wodór w sposób ciągły lub interwencyjny, zwiększając niezależność energetyczną, odporność na blackouty oraz efektywność ekonomiczną całego systemu.



8. TECHNOLOGIA

Wdrożenie technologii kogeneracyjnej – model dla Chojnic

W ramach klastra energii Chojnice przewiduje się wdrożenie jednego lub kilku modułów mikrokogeneracyjnych zasilanych wodorem, umieszczonych w strategicznych punktach infrastruktury. Pierwszą lokalizacją rekomendowaną do realizacji pilotażowej jest oczyszczalnia ścieków. Kogenerator wodorowy może pracować równolegle z układem biogazowym, korzystając z lokalnych zasobów wodoru produkowanego z nadwyżek energii odnawialnej.

Druga potencjalna lokalizacja to basen wraz z lodowiskiem gdzie oprócz dużych nakładów na energię zużywane jest ciepło.

Trzecim zastosowaniem są jednostki kontenerowe rozmieszczone w punktach o wysokim zapotrzebowaniu cieplnym i elektrycznym – np. obiekty edukacyjne, placówki zdrowia, centra sportowe. Moduły te mogą być mobilne i relokowane w zależności od sezonu lub profilu obciążenia.

Technologia kogeneracji wodorowej – parametry i dobór

Do zastosowań klastra rekomenduje się układy mikrokogeneracyjne oparte na silnikach tłokowych lub ogniach paliwowych, zasilanych czystym wodorem klasy 5.0 lub wyższym. W zależności od lokalizacji i zapotrzebowania, dobór urządzeń może obejmować jednostki o mocy elektrycznej od 10 do 250 kW i odpowiadającej jej mocy cieplnej.

Przykładowe dostępne technologie:

- 2G Hydrogen CHP (seria agenitor H2) – jednostki o mocy 100–250 kW el., silnik wodorowy z odzyskiem ciepła, sprawność całkowita do 85%,
- SFC Energy EFOY H2Cabinet – kontenerowe ogniwa paliwowe 2,5–50 kW, do zasilania infrastruktury krytycznej i off-grid
- GE Jenbacher H2-ready – duże układy CHP przystosowane do mieszanki wodoru z gazem ziemnym (w przyszłości 100% H2),
- FCmove®-HD (Ballard) – modułowe ogniwa PEM do kogeneracji i mobilnych aplikacji stacjonarnych, zakres 30–100 kW.

Instalacje będą zintegrowane z lokalnymi magazynami wodoru i systemem zarządzania energią (EMS), co umożliwi ich automatyczne uruchamianie w okresach niedoboru mocy lub wysokiego zapotrzebowania cieplnego. Dzięki wysokiej sprawności i niskim wymaganiom konserwacyjnym, urządzenia te mogą pracować przez 5 000–10 000 godzin rocznie, zapewniając istotny udział w bilansie energetycznym klastra.



8. TECHNOLOGIA

Korzyści zastosowania kogeneracji H₂ w systemie lokalnym

Zastosowanie kogeneracji zasilanej wodorem w strukturze klastra Chojnice pozwala na maksymalne wykorzystanie lokalnych zasobów odnawialnych przy jednoczesnym zwiększeniu odporności operacyjnej systemu. Technologia ta umożliwia niezależność ciepłą i elektryczną obiektów infrastruktury krytycznej, poprawia efektywność kosztową poprzez jednoczesne dostarczanie dwóch rodzajów energii i zwiększa stopień wykorzystania wyprodukowanego wodoru. Dzięki temu klastrowi zyskuje możliwość działania niezależnie od centralnej sieci elektroenergetycznej, realizując cele transformacji energetycznej w sposób praktyczny, skalowalny i bezemisyjny.





9. SMART CITY I AI

Smart City i Sztuczna Inteligencja w klastrze energii Chojnice - przyszłość

Chojnice to miasto wyjątkowe — strategiczne położenie, dynamiczny rozwój infrastruktury oraz rosnące oczekiwania mieszkańców i lokalnego biznesu tworzą unikalne wyzwania i szanse. To właśnie w takim kontekście technologia Smart City zyskuje realny wymiar, a sztuczna inteligencja staje się narzędziem nie tylko efektywnego zarządzania energią, ale także miastem jako żywym organizmem.

AI jako cyfrowy współkoordynator

Rozwój klastra energii w Chojnicach zakłada integrację z nowoczesnym systemem zarządzania — opartym o algorytmy sztucznej inteligencji, które nie tylko analizują, ale również uczą się zachowań użytkowników energii, prognozując zapotrzebowanie w czasie rzeczywistym.

To jednak tylko początek. Dzięki danym z liczników energii, inteligentnych ładowarek, urządzeń IoT oraz czujników miejskich, możliwe jest dynamiczne modelowanie liczby mieszkańców, co z kolei pozwala:

- lepiej planować zasoby energetyczne i ciepłe,
- optymalizować gospodarkę wodno-ściekową,
- prognozować ruch drogowy i potrzeby komunikacyjne,
- modelować rozwój obszaru miejskiego

Dane te, przetwarzane w czasie rzeczywistym, umożliwiają np. określenie rzeczywistego obciążenia infrastruktury miejskiej, co może stanowić solidną podstawę do rozmów z instytucjami centralnymi o subwencjach, a także do projektowania lepszych polityk lokalnych.

Inteligentne zarządzanie miastem

Wdrożenie systemu klasy Smart City zintegrowanego z klastrem energii pozwala również na:

- dynamiczne sterowanie oświetleniem miejskim i jego dostosowanie do faktycznego ruchu pieszych i pojazdów,
- optymalizację wywozu odpadów w oparciu o czujniki napelnienia,
- wczesne wykrywanie awarii infrastruktury miejskiej (kanalizacji, sieci ciepłowniczej, energetycznej),
- wsparcie w zarządzaniu kryzysowym i ewakuacyjnym (np. podczas ekstremalnych zjawisk pogodowych).



9. SMART CITY I AI

Przewidywanie, nie inwigilacja

Ważnym aspektem jest to, by rozwój sztucznej inteligencji i cyfrowych systemów zarządzania odbywał się z poszanowaniem prywatności i zaufania społecznego. AI w klastrze energii nie identyfikuje osób, lecz uczy się wzorców zużycia, ruchu i zachowania grupowego. Dzięki temu miasto może lepiej planować, ale nie ingerować w prywatność mieszkańców.

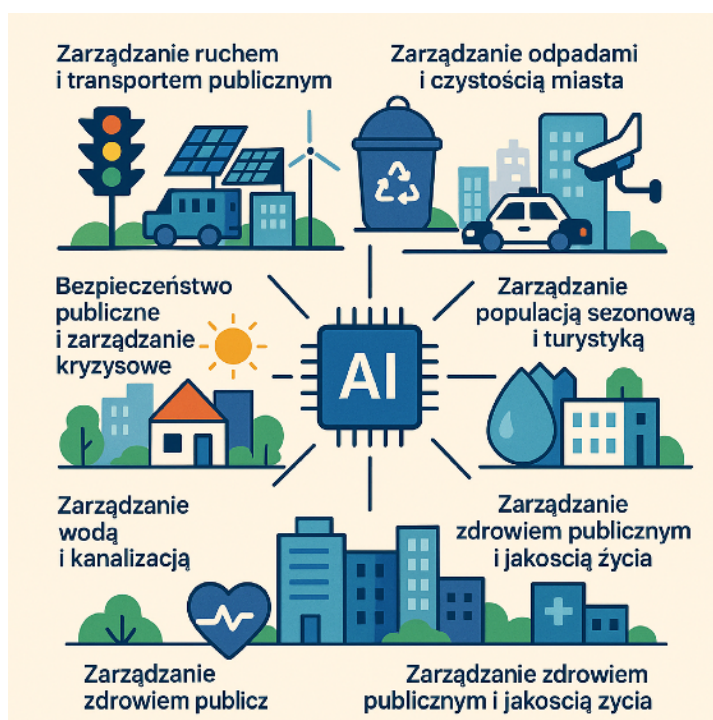
Praktyczne korzyści dla samorządu i mieszkańców

Wprowadzenie rozwiązań AI i Smart City daje samorządowi nowe narzędzia:

- lepsze planowanie budżetu w oparciu o realne dane o obciążeniu infrastruktury,
- automatyzację raportowania środowiskowego i ESG,
- zwiększenie efektywności podatkowej, np. przez precyzyjne naliczanie opłat powiązanych z czasową obecnością turystów,
- możliwość uzyskiwania dofinansowań w ramach KPO, FEnIKS, Funduszu Transformacji Energetycznej – poprzez wykazanie realnych oszczędności i efektywności.

AI jako część lokalnego ekosystemu

Sztuczna inteligencja, jak ta wykorzystywana w ramach klastra, nie musi być rozwiązaniem z zewnątrz. Może być rozwijana i zarządzana lokalnie — przy współpracy z centrami badawczo-rozwojowymi, firmami technologicznymi i uczelniami. To tworzy dodatkowe miejsca pracy, rozwija kompetencje i sprawia, że miasto nie tylko korzysta z technologii, ale ją również współtworzy.





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLAstra ENERGII CHOJNICE

W ramach prac nad koncepcją klastra energii w Chojnicach przeprowadzono kompleksową analizę potencjału istniejącej oraz możliwej do zrealizowania infrastruktury wytwórczej opartej na odnawialnych źródłach energii (OZE). Szczególny nacisk położono na ocenę lokalnych warunków dla fotowoltaiki klasycznej i zintegrowanej z budynkami (BIPV), a także na identyfikację istniejących instalacji w regionie. Uwzględnione zostały również systemy magazynowania w celu wypłaszczenia piku produkcyjnego i zwiększenia auto konsumpcji.

Analiza została przeprowadzona we współpracy z renomowanym polskim producentem technologii fotowoltaicznych – firmą ML System S.A. z Rzeszowa. W ramach etapu pierwszego oszacowano potencjał wytwórczy klastra, bazując na komponentach dostarczanych przez ML System, co umożliwiło realistyczną ocenę skali produkcji energii możliwej do osiągnięcia w ramach przyjętej architektury technicznej.

Dane te stanowią podstawę do dalszego planowania inwestycji, optymalizacji bilansowania energetycznego oraz określenia zdolności klastra do zaspokojenia lokalnych potrzeb w zakresie energii elektrycznej, a także – w szerszej perspektywie – produkcji zielonego wodoru i ciepła. Wykazać ma ona również potencjalne możliwości i korzyści dla Chojnic płynące z zawiązania porozumienia klastrowego.

Wykorzystanie wysokiej jakości komponentów i know-how ML System zapewniło precyzję założeń technicznych oraz kompatybilność z przyszłymi etapami wdrożeniowymi klastra.

Zastosowane komponenty ML SYSTEM

CARPORT FOTOWOLTAICZNY

Carport, czyli **wiata z fotowoltaiką**, to specjalny rodzaj zadaszenia, który nie tylko przysłania miejsca dla samochodów, lecz także produkuje energię elektryczną.

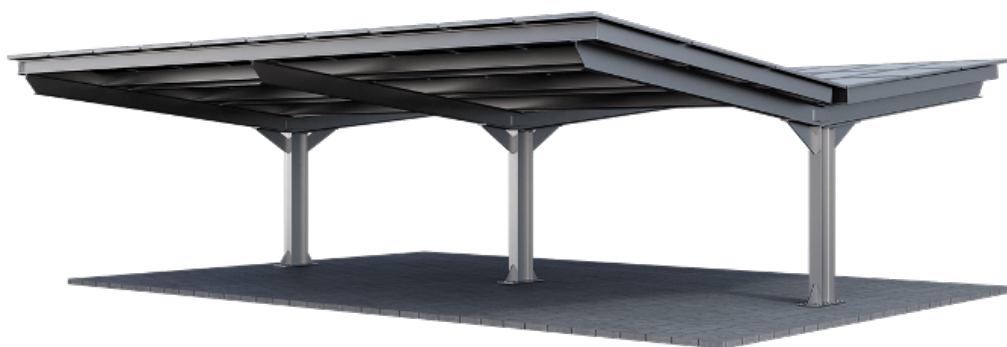
KORZYŚCI:

- ✓ Konstrukcja zadaszenia jest wykonana w opcji szczelnej, zabezpieczającej samochody przed promieniami słonecznymi i opadami atmosferycznymi.
- ✓ Zapewnienie własnego źródła energii elektrycznej z optymalnym wykorzystaniem dostępnej przestrzeni
- ✓ Różne wersje wykonania dające możliwości dostosowania się do potrzeb użytkownika oraz warunków nasłonecznienia, dzięki czemu osiągamy maksymalną wydajność zainstalowanych paneli fotowoltaicznych



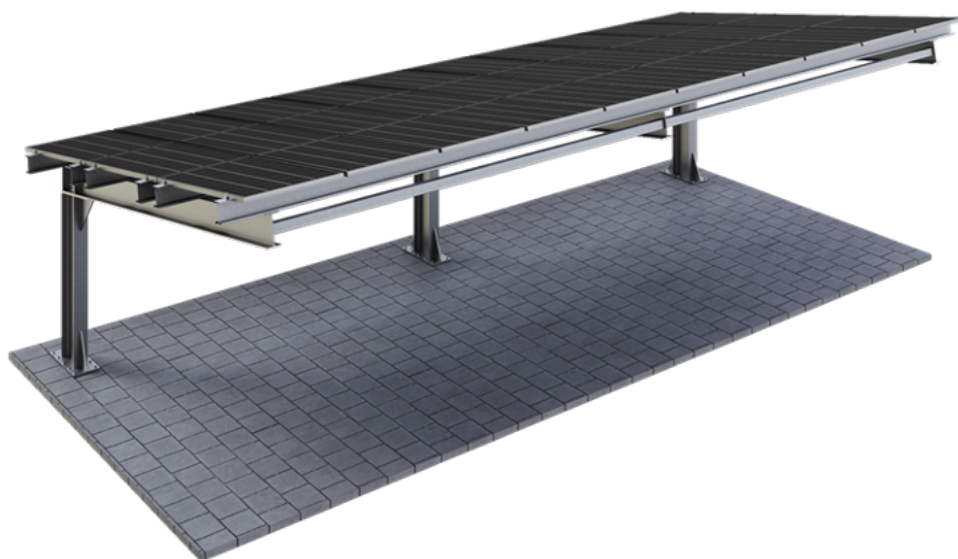
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

- ✓ Stal konstrukcyjna o podwyższonej wytrzymałości zabezpieczona powłoką antykorozyjną
- ✓ Moduły szkło-szkło sklasyfikowane w zakresie niepalności jako B s1, d0 wg normy budowlanej PN EN 13501 (niezapalne, niekapiące i niedymiące) posiadają deklarację środowiskową typu 3 EPD (Environmental Product Declarations).
- ✓ Wszystkie moduły ramkowe cechują się wydajnością, trwałością i stabilnością.
 - produkowane są w technologii PERC, które odbijają promienie słoneczne z powrotem do ogniwa, co czyni je bardziej wydajne rano, wieczorem oraz w pochmurne dni.
 - posiadają dodatnią tolerancję mocy 0- +3W.
 - redukują efekt zacienienia modułów
 - trwałość i długoletnią pracę zapewnia laminat ogniw ze specjalnymi foliami
 - w modułach bifacjalnych zastosowano technologię niskotemperaturowego lutowania ogniw, zwiększoną liczbę styków co powoduje większą wydajność modułów i produkcję dodatkowej energii na poziomie 30%. Przez zastosowanie połączeń lutowanych zmniejszamy ryzyko powstawania wad konstrukcyjnych. Współczynnik bifacjalności >92%





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE



Carporty to doskonały przykład integracji nowoczesnych rozwiązań technologicznych w przestrzeni publicznej. Moduły szklane BIPV lub klasyczne moduły PV zamontowane na stalowej konstrukcji, będą wytwarzać energię, którą miasto będzie mogło wykorzystać na zwiększenie swojej niezależności energetycznej.



10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

MODUŁY RAMKOWE

Dzięki technologicznym innowacjom w dziedzinie paneli słonecznych ML SYSTEM może oferować swoim klientom coraz większą efektywność produkowanych modułów fotowoltaicznych. Konstrukcje pod panele fotowoltaiczne na gruncie zostają tak dobrane, aby spełniały szereg kryteriów technicznych i aby były dostosowane do warunków lokalnych.

➤ **Jakość materiałów:** Produkujemy panele słoneczne z wysokiej jakości komponentów, które zapewnią długotrwałą i niezawodną pracę.

➤ **Odporność na warunki atmosferyczne:** Panele ML SYSTEM są odporne na deszcz, grad, wiatr i śnieg oraz dajemy gwarancję, że będą działać sprawnie przez wiele lat.

➤ **Montaż:** Nasze instalacje montowane są przez profesjonalistów, aby uniknąć uszkodzeń i zapewnić maksymalną wydajność.

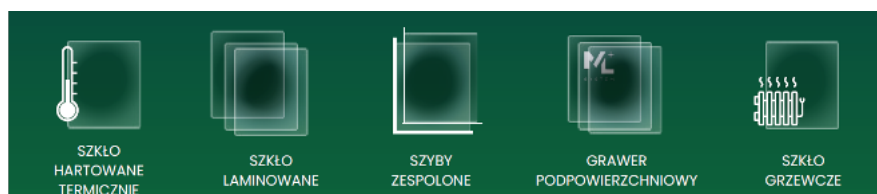
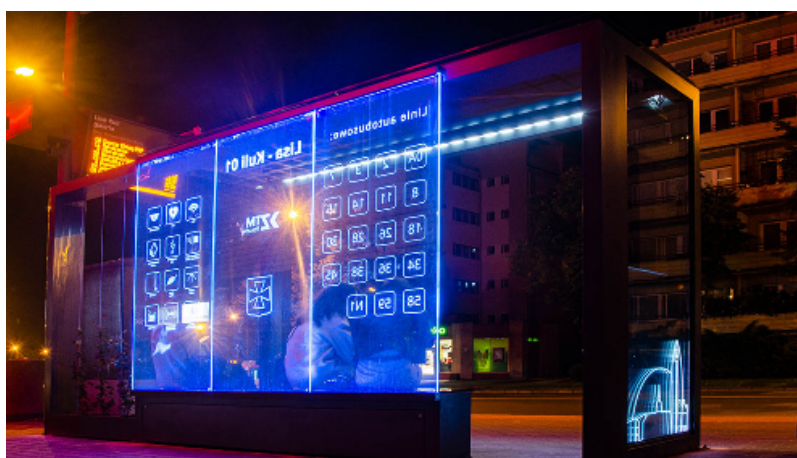




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

INTELIGENTNA WIATA PRZYSTANKOWA

Boczne ściany osłonowe z zastosowaniem szkła bezpiecznego, wzmocnionego do warunków miejskich z możliwością przekazywania treści technologią nadruku. Dodatkowo funkcja grzewcza modułów szklanych, zastosowanie dekoracji w zespoleniach pozwala, oraz konfiguracja przezierności szkła pozwala osiągnąć indywidualny efekt wg. oczekiwań inwestora. W trosce o pasażerów zaprojektowaliśmy przestrzeń z wykorzystaniem pnącej roślinności. Elementy natury wzbogacają miejską architekturę, a modułowość konstrukcji zapewnia dowolność w zagospodarowaniu tej przestrzeni.

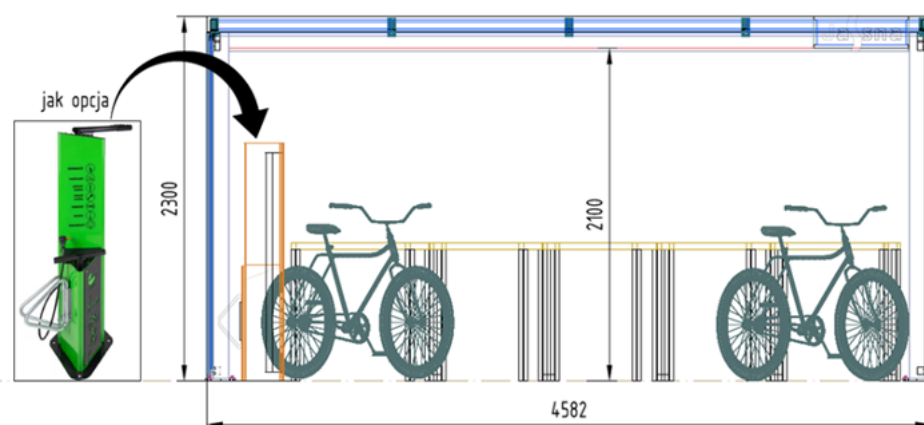
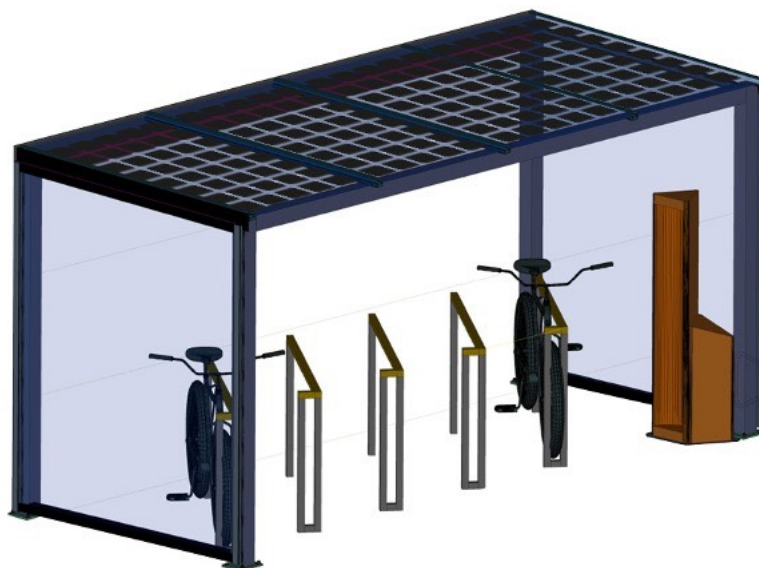




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

WIATA ROWEROWA FOTOWOLTAICZNA - MODUŁY SZKŁO-SZKŁO

Konstrukcja autonomiczna bez konieczności podłączenia do zasilania zewnętrznego





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

INSTALACJA NA DACHU MODUŁY RAMKOWE

Moduły fotowoltaiczne, w zależności od rodzaju dachu (spadzisty lub płaski), są instalowane za pośrednictwem specjalnych systemów montażowych, lub konstrukcji, która umożliwia precyzyjne ustawienie. Odpowiednie ich ukierunkowanie zapewni optymalne nasłonecznienie i efektywne działanie instalacji.





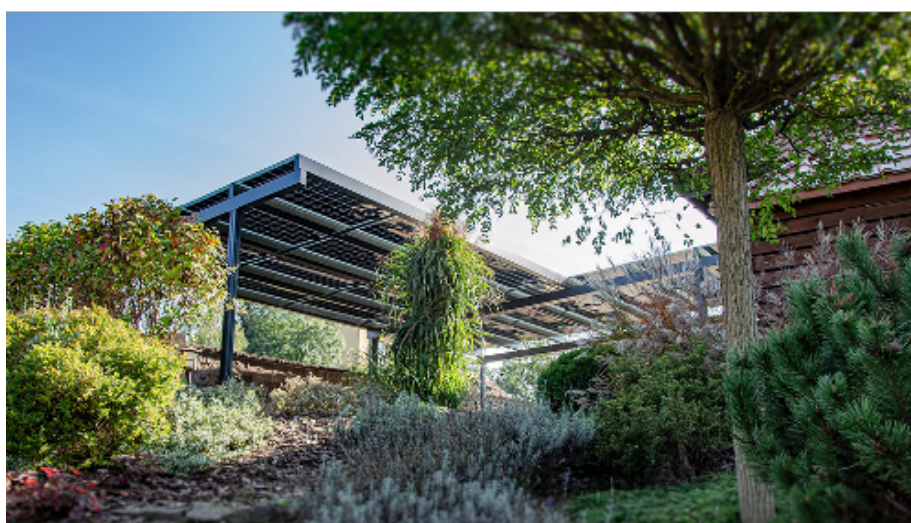
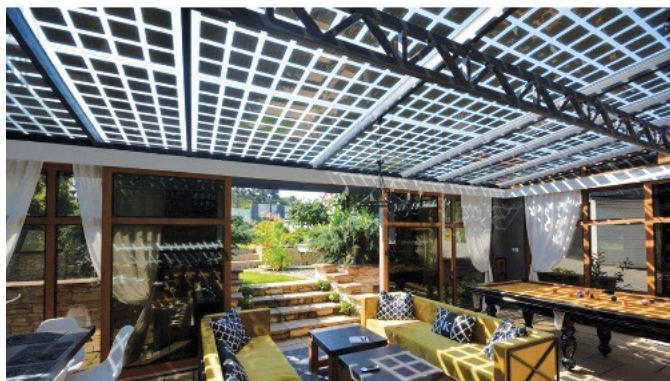
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

PERGOLA FOTOWOLTAICZNA

Fotowoltaiczne zadaszenie typu pergola to doskonałe połączenie estetyki i funkcjonalności. Oprócz ochrony przed warunkami atmosferycznymi, takimi jak promieniowanie słoneczne, deszcz czy śnieg, zadaszenie zintegrowane z modułami fotowoltaicznymi generuje przyjazną dla środowiska zieloną energię.

W standardzie wyposażenia znajdziemy:

- ✓ Konstrukcję aluminiową
- ✓ Przezierne moduły fotowoltaiczne typu szkło-szkło
- ✓ Falownik
- ✓ Zabezpieczenia elektryczne
- ✓ Elementy montażu do podłoża, elementy uszczelniające, maskownice profili





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

PERGOLA FOTOWOLTAICZNA - MODUŁY SZKŁO-SZKŁO

Ekologiczne miasto często dąży do maksymalnego wykorzystania używanej dotychczas infrastruktury, wprowadzając technologie, które pozwalają stworzyć przestrzeń przyjazną dla mieszkańców, władz oraz turystów. Zapewnia to harmonijny rozwój, który łączy się z poprawą standardu życia.





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

FASADA WENTYLOWANA

Fasady fotowoltaiczne to sposób na połączenie wszystkich zalet fotowoltaiki w jednym – zarówno od strony konstrukcyjnej, estetycznej, jak i produkcji energii na własny użytek, co przełoży się na znaczne oszczędności na energię. Jej zaletą jest nie tylko funkcjonalność (poprawiają parametry cieplne obiektu oraz zmniejszają ryzyko kondensacji pary wodnej), ale również estetyczny wygląd.

KORZYŚCI:

- ✓ Generowanie oszczędności, dzięki pozyskiwaniu darmowej energii elektrycznej
- ✓ Stabilna konstrukcja
- ✓ Obniżenie ryzyka kondensacji pary wodnej i poprawa parametrów cieplnych budynku
- ✓ Chłodzenie modułów i obniżenie temperatury elewacji poprzez efekt wentylacji
- ✓ Poprawa paramentów izolacyjnych budynku
- ✓ W okresie zimowym na fasadzie nie zalega śnieg

TECHNOLOGIA:

- ✓ Bezramowa konstrukcja fasady wentylowanej z wypełnieniami w postaci modułów fotowoltaicznych wykonana jest na bazie profili aluminiowych.
- ✓ System mocowania modułów fotowoltaicznych w fasadzie wentylowanej opiera się na koncepcji mocowania modułów typu „backrail”
- ✓ Moduły fotowoltaiczne klejone są za pośrednictwem szczeliwa silikonowego do szyn aluminiowych anodowanych. Połączenia te są wykonane zgodnie z PN-EN 13022 cz. I i II oraz ETAG 002.
- ✓ Konstrukcja posiada certyfikat CE na zgodność z normą PN-EN 1090 w klasie EXC2



10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLAstra ENERGII CHOJNICE

Realizacje:

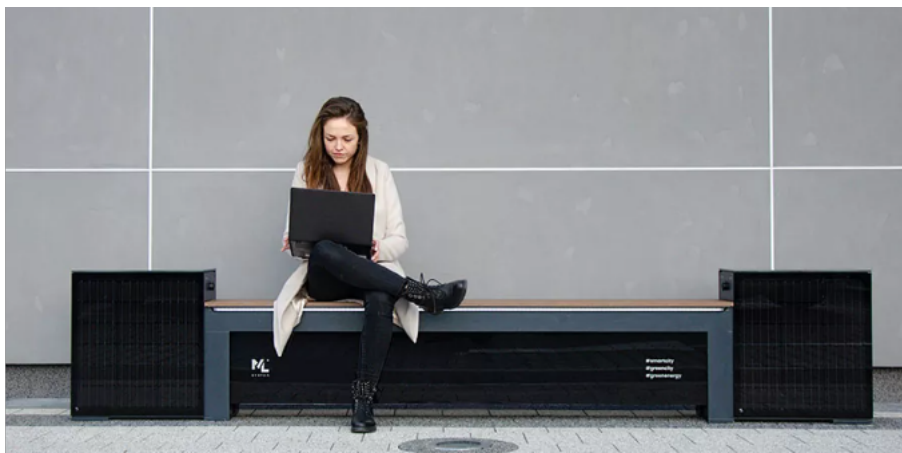




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLAstra ENERGII CHOJNICE

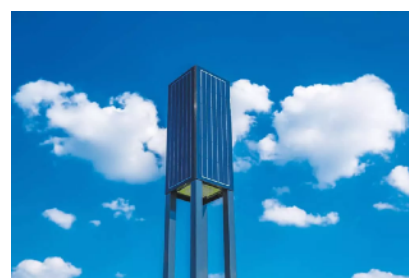
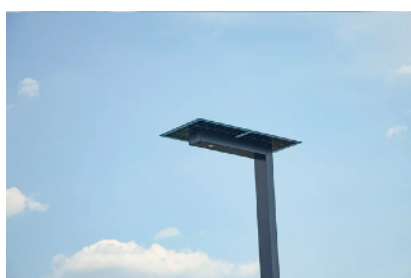
ŁAWKI FOTOWOLTAICZNE – MODUŁY SZKŁO-SZKŁO

Ławka fotowoltaiczna to element małej architektury, który znakomicie wpisuje się w obecnie panujące „smart” trendy. Z jednej strony stanowią miejsce relaksu i spotkań, zaś z drugiej pozwalają na komfortowe ładowanie urządzeń mobilnych.



FOTOWOLTAICZNE LAMPY

Inteligentne lampy to znakomita alternatywa dla tradycyjnego oświetlenia zasilanego z sieci. Takie rozwiązanie sprawdzi się we wszystkich miejscach, gdzie doprowadzenie elektryczności wymaga dużych inwestycji lub stanowi spory problem. Dzięki wyposażeniu w diody LED oraz zestaw automatyki do pracy bateryjnej, lampy z fotowoltaiką mogą być instalowane np. na przejściach dla pieszych, parkingach, skrzyżowaniach, placach zabaw czy deptakach. Pomagają one również w dużym stopniu obniżyć koszty związane z energią. Jest to zatem znakomite rozwiązanie dla miast rozwijających się zgodnie z ideą Smart City, a także dla obiektów publicznych, przemysłowych i handlowych.





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLAstra ENERGII CHOJNICE

Potencjalne lokalizacje instalacji OZE w Chojnicach

W ramach prac nad koncepcją klastra energii w Chojnicach dokonano wstępnej analizy możliwych lokalizacji instalacji wytwórczych opartych na odnawialnych źródłach energii — ze szczególnym uwzględnieniem fotowoltaiki tradycyjnej (PV) oraz zintegrowanych z infrastrukturą budynków rozwiązań BIPV (Building Integrated Photovoltaics). Wśród rozważanych miejsc znalazły się zarówno obszary niezabudowane (np. tereny przemysłowe, miejskie działki inwestycyjne), jak i dachy budynków użyteczności publicznej, szkół, spółdzielni mieszkaniowych oraz obiektów komunalnych.

Celem tych projekcji jest nie tylko techniczne wskazanie przestrzeni możliwej do zagospodarowania pod OZE, ale również ukazanie potencjału porozumienia klastrowego i wewnętrznego rynku energii na poziomie lokalnym. Analizy te służą także wstępnemu oszacowaniu korzyści ekonomicznych wynikających z lokalnej autokonsumpcji energii oraz możliwych kosztów inwestycyjnych. Co równie istotne, podkreślają one skalę efektów środowiskowych, jakie może przynieść rozwój zielonej energetyki w mieście — w szczególności ograniczenie emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń do atmosfery.



Przy ul. Lichnowskiej 1 w Chojnicach znajduje się boisko Klub Sportowy Kolejarz – stadion piłkarski, otoczony zielenią i zapleczem klubowym. Miejsce to, usytuowane niedaleko centrum miasta, dysponuje pełnowymiarową murawą trawiastą o wymiarach około 106 × 65 m, trybunami dla ok. 1000 widzów, w tym 200 miejsc siedzących oraz obiektem klubowym. Boisko służy zarówno drużynom seniorskiej V ligi, jak i grupom młodzieżowym, a także funkcjonuje boisko treningowe użytkowane przez dzieci i młodzież.

660/47

660/17

683/3

660/18

DR 1
MODUŁY RAMKOWE NA DACHU
Ilość modułów 450Wp: 16 szt.
Moc instalacji: 6,3 kWp

DR 2
MODUŁY RAMKOWE NA DACHU
Ilość modułów 450Wp: 16 szt.
Moc instalacji: 6,3 kWp

ZPR 1
ZADASZONA MIEJSCE POSTOJOWYCH
POKRYTE MODUŁAMI RAMKOWYMI
Ilość zadaszonych mp: 8 szt.
Ilość modułów 450Wp: 16 szt.
Moc instalacji: 21,6 kWp

ZTR 1
ZADASZONA TRYBUN POKRYTA
MODUŁAMI SZKŁO-SZKŁO
Powierzchnia ok. 250 m²

ML SYSTEM S.A.
35-062 ZACZERNE
ZACZERNE 170 G

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Temat projektu:
ROZMIESZCZENIE MODUŁÓW / LOKALIZACJA INSTALACJI

Składowa:
CHOJNICE

Wzrost:
1 - studenci instalacji, 100 - stud. ukończyli do zrealizacji na etapie realizacji

Wzrost:
1500

Data:
2025-07-21

Wzrost:
17-01



10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
1	DR1	-	-	-	10	450	4,50
	DR2	-	-	-	14	450	6,30
	CPR1	8	-	-	54	400	21,60
	ZTR1	-	-	250	-	150	37,50
					suma	1450	69,90

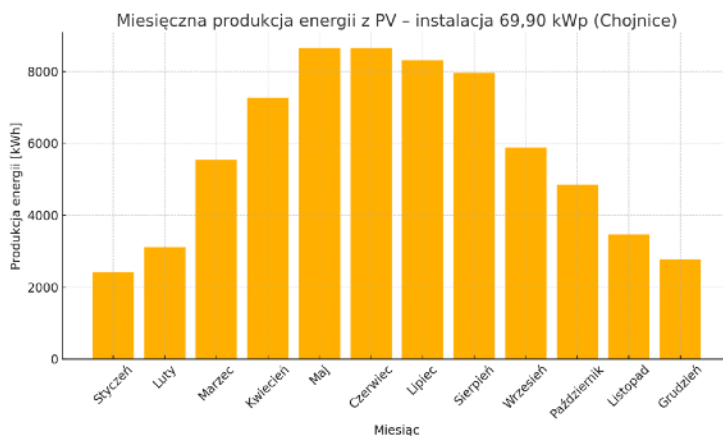
DR - moduły ramkowe na dachu

CPR - zadaszenia parkingowe

ZTR - zadaszenie trybun

Wielkość produkcji energii - K.S. Kolejarz

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2422.04
Luty	4.5	3114.05
Marzec	8.0	5536.08
Kwiecień	10.5	7266.1
Maj	12.5	8650.12
Czerwiec	12.5	8650.12
Lipiec	12.0	8304.12
Sierpień	11.5	7958.12
Wrzesień	8.5	5882.09
Październik	7.0	4844.07
Listopad	5.0	3460.05
Grudzień	4.0	2768.04
Łącznie	99.5	68855.0





Targowisko miejskie przy ul. Angowickiej, powstałe pod koniec lat 70. i zmodernizowane w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, to zadaszony plac targowy o powierzchni około 483 m² oraz niewielki budynek sanitarno-socjalny, otwarty kilka dni w tygodniu dla lokalnych sprzedawców i mieszkańców. Obiekt wyposażono w solidną konstrukcję wiat, utwardzoną nawierzchnię z betonowej kostki (polbruk) i podstawową infrastrukturę sieciową – przyłącza energetyczne, wod.-kan. i odwodnienie.

Realizacja instalacji PV/BIPV w tym miejscu może pełnić także funkcję społeczno-wizerunkową: promować ekologiczne rozwiązania w przestrzeni publicznej, angażować lokalnych rolników i społeczność kupujących oraz wzmacniać wizerunek miasta jako proekologicznego i samowystarczalnego energetycznie.





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

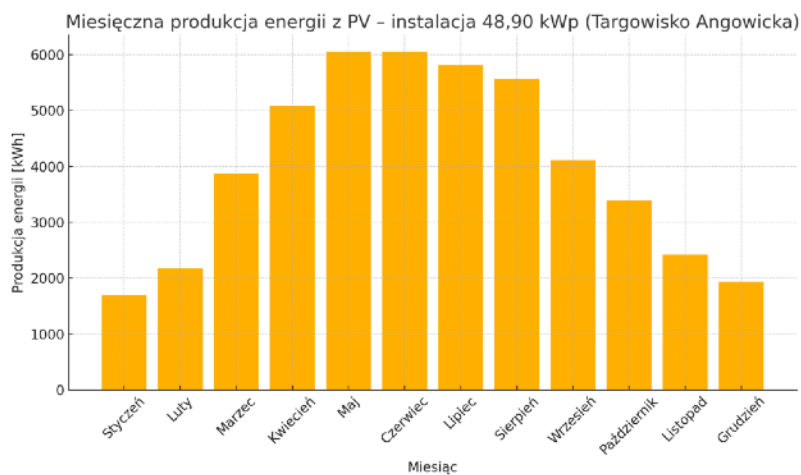
L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
2	DR3	-	-	-	50	450	22,50
	CPR2	10	-	-	66	400	26,40
					suma	850	48,90

DR - moduły ramkowe na dachu

CPR - zadaszenia parkingowe

Produkcja energii Targowisko

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	1694.39
Luty	4.5	2178.49
Marzec	8.0	3872.88
Kwiecień	10.5	5083.15
Maj	12.5	6051.38
Czerwiec	12.5	6051.38
Lipiec	12.0	5809.32
Sierpień	11.5	5567.27
Wrzesień	8.5	4114.94
Październik	7.0	3388.77
Listopad	5.0	2420.55
Grudzień	4.0	1936.44
Łącznie	99.5	48168.96





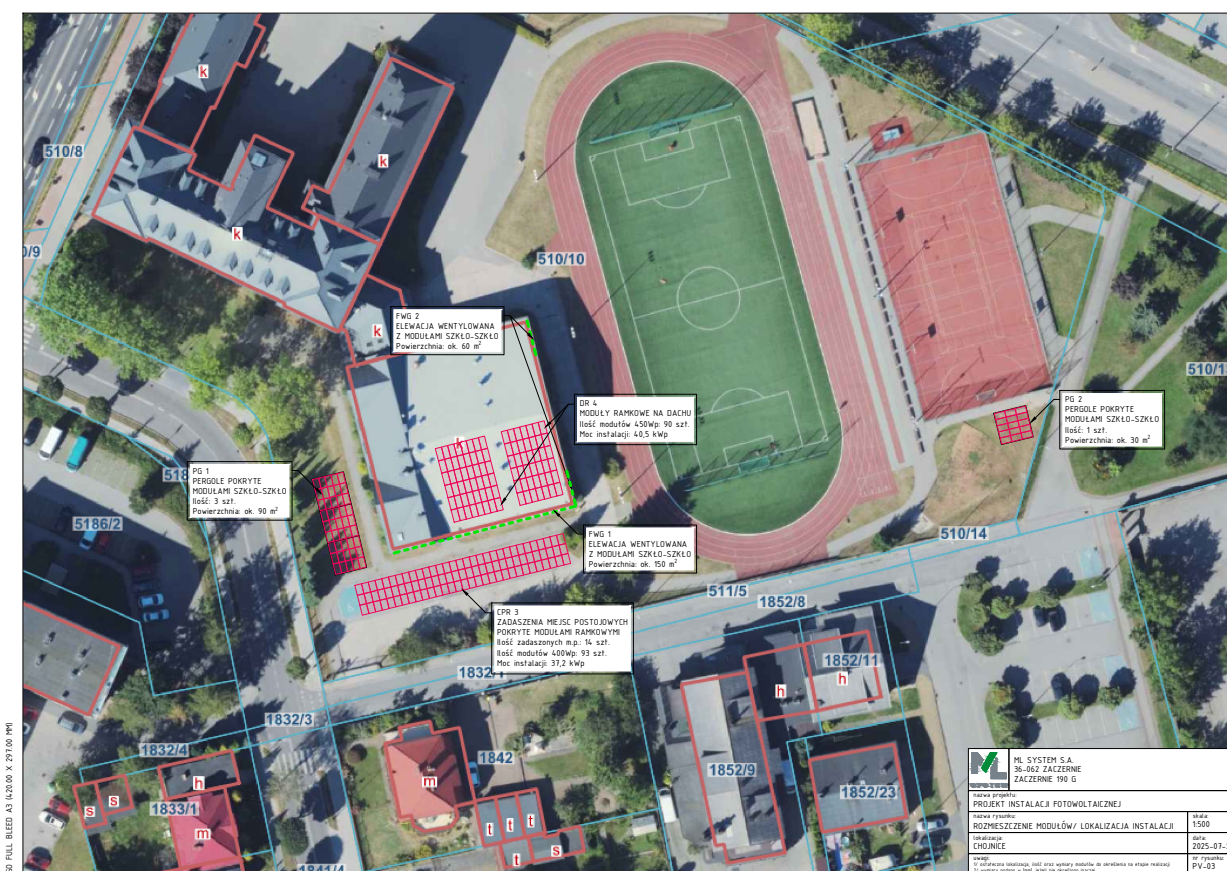
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.3. Szkoła Podstawowa nr 5 im. Jarosza Hieronima Derdowskiego

Szkoła Podstawowa nr 5 w Chojnicach, zlokalizowana przy ul. Wicka Rogali 18, to nowoczesny, rozbudowany kompleks szkolny funkcjonujący od połowy XX wieku, obecnie pełniący istotną rolę edukacyjną i społeczną. Obiekt składa się z kilku segmentów o zróżnicowanych dachach płaskich i skośnych, co stanowi sprzyjające warunki do montażu paneli fotowoltaicznych klasycznych lub zintegrowanych z infrastrukturą budynku (BIPV).

Położenie szkoły w zurbanizowanej części miasta zapewnia dobre nasłonecznienie południowych i zachodnich elewacji oraz dachów, przy ograniczonym zacienieniu. To teren o stabilnym poborze energii – szkoła pracuje na co dzień, zużywając energię elektryczną systematycznie, co predestynuje ją do wykorzystania energii z lokalnej instalacji PV.

Realizacja instalacji w tej lokalizacji niesie dodatkowe korzyści: edukacyjne – przez zaangażowanie uczniów i społeczności szkolnej w proekologiczną inicjatywę, wizerunkowe – jako przykład wykorzystania energii odnawialnej przez instytucję publiczną, a także funkcjonalne – ograniczenie kosztów energii, wsparcie lokalnego rynku energetycznego i rozwój klastra energii w Chojnicach.





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
3	DR4	-	-	-	90	450	40,50
	FWG1	-	-	150	-	150	22,50
	FWG2	-	-	60	-	150	9,00
	CPR3	14	-	-	93	400	37,20
	PG1	-	3	-	-	4450	13,35
	PG2	-	1	-	-	4450	4,45
					suma	10050	127,00

DR - moduły ramkowe na dachu

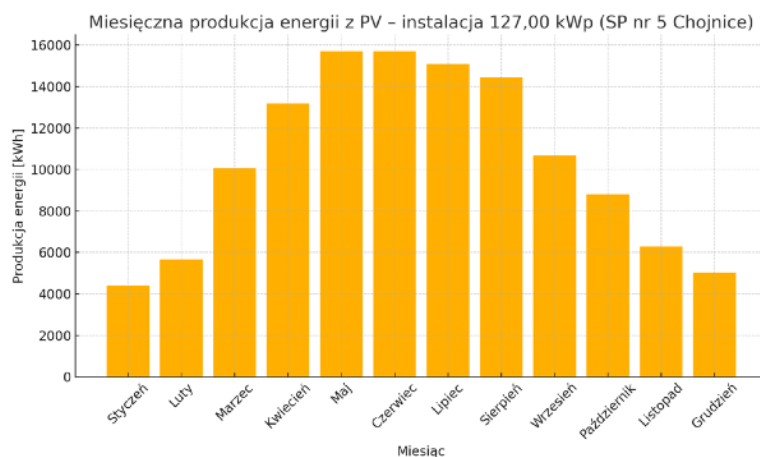
FWG - Elewacja szkło-szkło Fasada Wentylowana

CPR - zadaszenia parkingowe

PG - pergola szkło-szkło

Produkcja energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	4400.55
Luty	4.5	5657.85
Marzec	8.0	10058.4
Kwiecień	10.5	13201.65
Maj	12.5	15716.25
Czerwiec	12.5	15716.25
Lipiec	12.0	15087.6
Sierpień	11.5	14458.95
Wrzesień	8.5	10687.05
Październik	7.0	8801.1
Listopad	5.0	6286.5
Grudzień	4.0	5029.2
Łącznie	99.5	125101.35



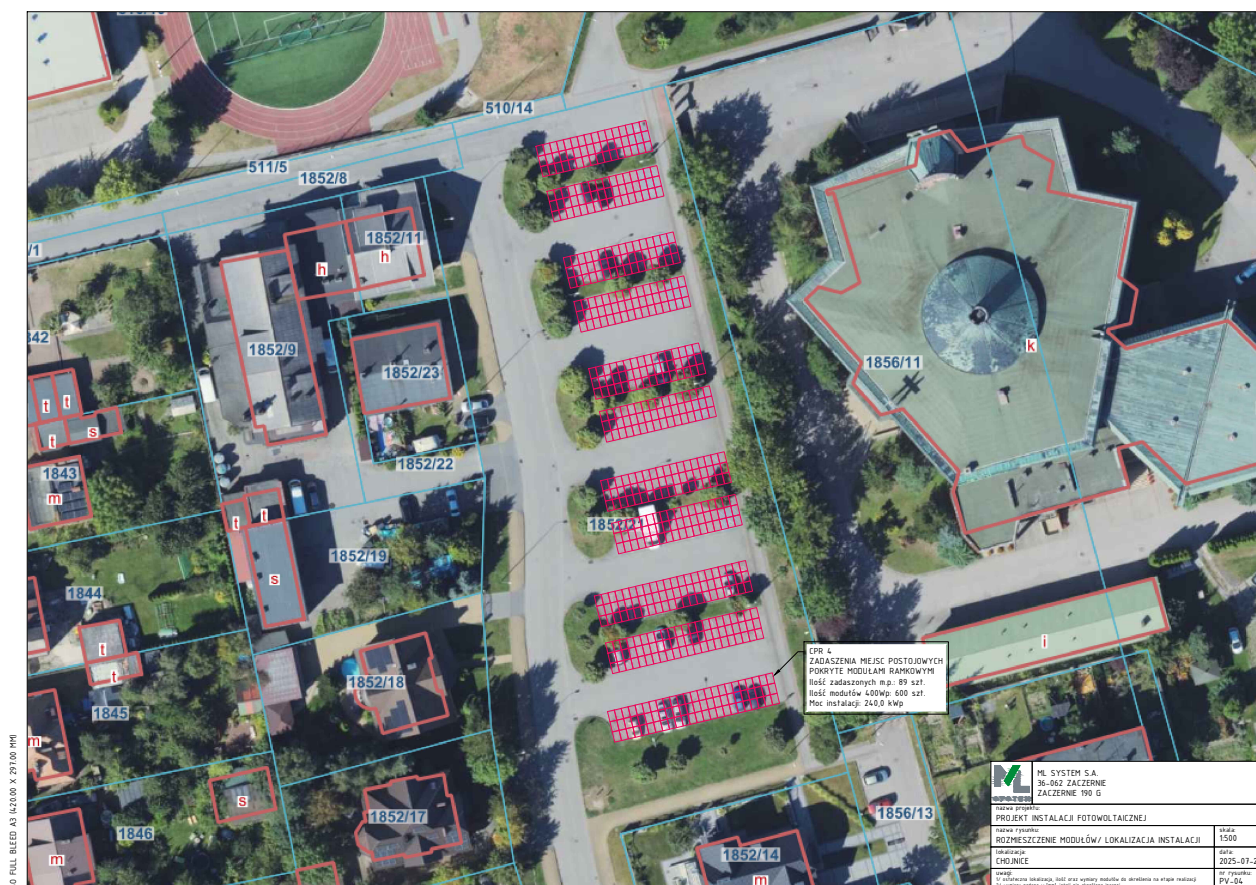


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.4. Szkoła Podstawowa nr 5 im. Jarosza Hieronima Derdowskiego - parking

Parking szkolny mieści się tuż obok głównego budynku SP nr 5 i pełni funkcję przestrzeni postojowej dla rodziców, pracowników oraz odwiedzających, zwłaszcza podczas godzin porannych i popołudniowych. Obszar znajduje się w otoczeniu szkoły i kompleksu boisk sportowych, co zapewnia sprawny dostęp oraz znaczące nasłonecznienie w ciągu większej części dnia. Orientacja przestrzenna oraz brak przeszkód terenowych sprawiają, że parking stwarza realne możliwości dla montażu paneli fotowoltaicznych na konstrukcjach wolnostojących (np. pergole z PV), które mogą zapewnić zarówno cień chroniący auta, jak i produkcję zielonej energii.

Z punktu widzenia idei klastra energetycznego oraz lokalnego rynku energii, instalacja PV nad parkingiem mogłaby generować energię do wykorzystania bezpośrednio przez szkołę oraz pobliskie budynki szkolne. Taka inwestycja nie tylko zwiększyłaby efektywność energetyczną placówki, ale również miałaby duży potencjał edukacyjny i wizerunkowy – pokazując, jak proste rozwiązania mogą łączyć użytkową funkcję parkingu z produkcją ekologicznej energii w przestrzeni publicznej i edukacyjnej.





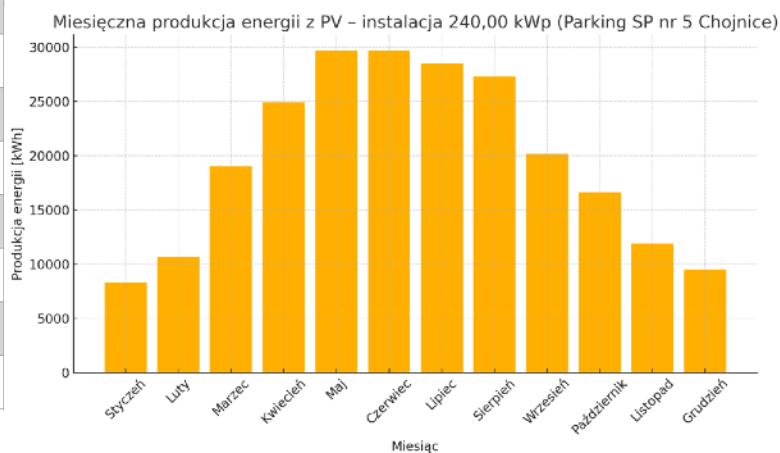
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
4	CPR4	89	-	-	600	400	240,00

CPR - zadaszania parkingowe

Produkcja energii parking SP nr. 5

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	8316.0
Luty	4.5	10692.0
Marzec	8.0	19008.0
Kwiecień	10.5	24948.0
Maj	12.5	29700.0
Czerwiec	12.5	29700.0
Lipiec	12.0	28512.0
Sierpień	11.5	27324.0
Wrzesień	8.5	20196.0
Październik	7.0	16632.0
Listopad	5.0	11880.0
Grudzień	4.0	9504.0
Łącznie	99.5	236412.0





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.5. Ul. Rzepakowa - boisko sportowe

Boisko piłkarskie przy ul. Rzepakowej to nowoczesny obiekt ze sztuczną trawą, zaprojektowany jako zaplecze treningowe dla drużyny Chojniczanki, ale dostępny także dla lokalnej społeczności i osiedla Bursztynowego. Obiekt posiada pełnowymiarową murawę o wymiarach ok. 111 × 74 m, otoczoną piłkochwytnymi, ogrodzeniem i infrastrukturą towarzyszącą – oświetleniem masztowym oraz pawilonem socjalnym.

Z punktu widzenia lokalizacji pod instalację PV potencjał tkwi przede wszystkim w dachu zaplecza socjalnego oraz ewentualnych zadaszeniach nad strefą trybun czy małych wiatach technicznych. Obiekt znajduje się w przestronnym i nasłonecznionym otoczeniu, z ograniczonym zacienieniem ze względu na otwarte tereny sportowe. Dzięki temu można rozważać montaż standardowych paneli na konstrukcjach dachowych lub wolnostojących strukturach BIPV.

W kontekście projektu klastra energetycznego i lokalnego rynku energii, obiekt sportowy generuje regularne, częste zużycie energii – w szczególności w okresie rozgrywek i treningów wieczornych – co sprzyja auto-konsumpcji produkowanej energii i podnosi efektywność inwestycji. Realizacja PV nad tym obiektem miałaby również aspekt promocji ekologii i sportu lokalnego, pokazując, jak kluczowe obiekty publiczne mogą integrować funkcje użytkowe z proekologicznymi rozwiązaniami energetycznymi.





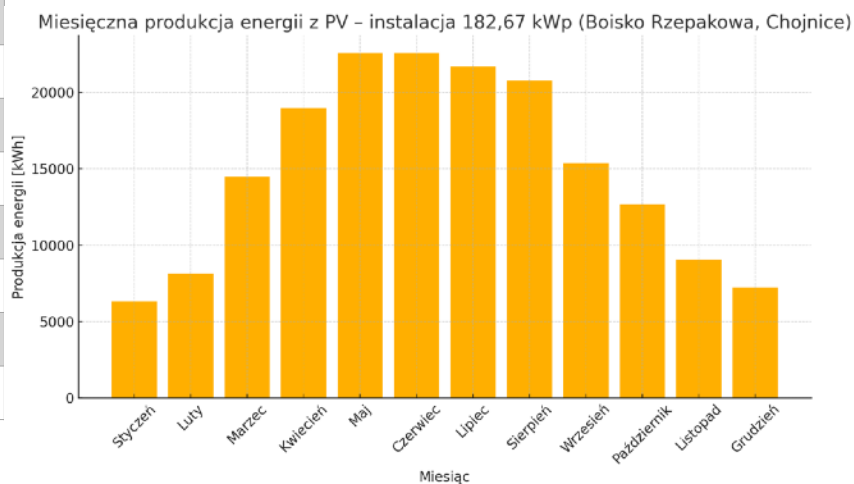
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
5	CPR5	16	-	-	108	400	43,20
	WR1-1	-	1	-	-	640	0,64
	WR1-2	-	1	-	-	1280	1,28
	ZTR2	-	-	180	-	150	27,00
	G1	-	-	-	216	450	97,20
	PG3	-	3	-	-	4450	13,35
					suma	7370	182,67

CPR - zadaszienia parkingowe, WR - wiata rowerowa ze stojakiem z kompletem narzędzi i ozdobnym podświetleniem w modułach, ZTR - zadaszienie trybun, G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc, PG - pergola szkło-szkło

Produkcja energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	6329.52
Luty	4.5	8137.95
Marzec	8.0	14467.46
Kwiecień	10.5	18988.55
Maj	12.5	22605.41
Czerwiec	12.5	22605.41
Lipiec	12.0	21701.2
Sierpień	11.5	20796.98
Wrzesień	8.5	15371.68
Październik	7.0	12659.03
Listopad	5.0	9042.16
Grudzień	4.0	7233.73
Łącznie	99.5	179939.08





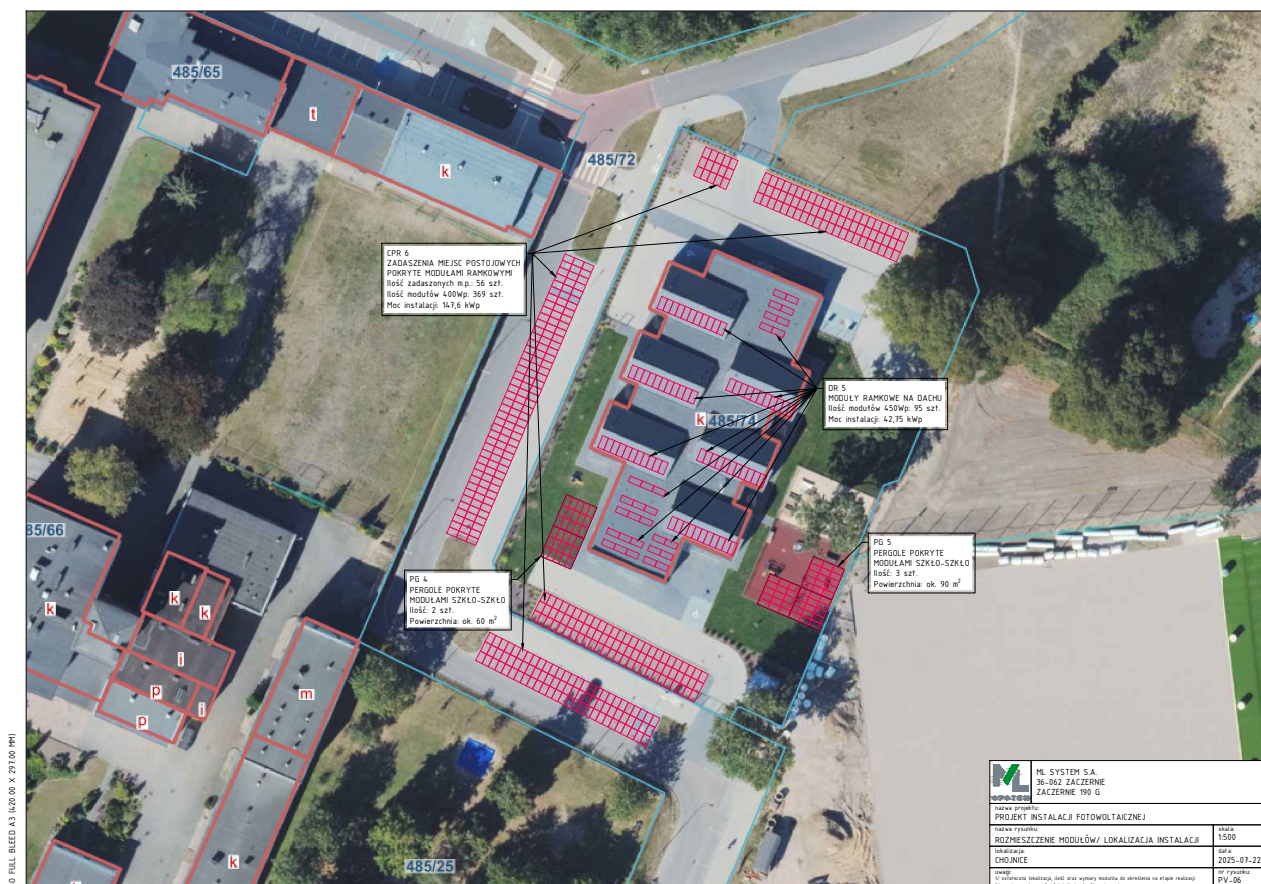
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.6. Żłobek Miejski nr 2 w Chojnicach

Żłobek Miejski nr 2 w Chojnicach, zlokalizowany przy ul. Portowej 3, to nowoczesna placówka opiekuńczo-wychowawcza dla 50 dzieci do lat 3, ulokowana w parterowym budynku z czterema funkcjonalnymi salami, zaprojektowany z myślą o dostępności i wygodzie maluszków.

Położenie żłobka w bryle budynku umożliwia analizę potencjalnych lokalizacji paneli PV – na dachu oraz możliwe konstrukcje PV-pergoli nad strefą wejściową lub placem zabaw. Obiekt dzięki ekspozycji południowo-zachodniej miałby korzystne warunki do optymalnej produkcji energii słonecznej, przy ograniczonym zacieleniu.

Z punktu widzenia klastra energii lokalnej, żłobek to instytucja o stabilnym i przewidywalnym poborze energii, działająca codziennie przez wiele godzin, co sprzyja koncepcji lokalnej auto-konsumpcji. Wzbogacenie budynku o instalację PV mogłoby wzmocnić jego wizerunek jako placówki proekologicznej, edukować społeczność lokalną na temat odnawialnej energii i przyczynić się do redukcji emisji CO₂.





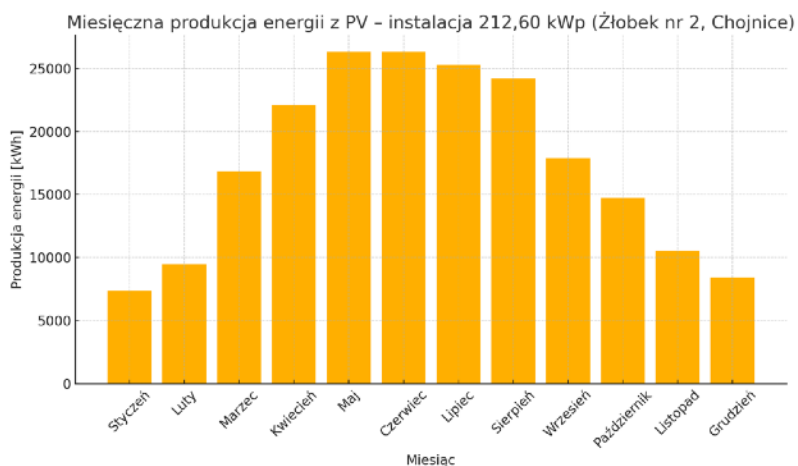
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
6	DR5	-	-	-	95	450	42,75
	PG4	-	2	-	-	4450	8,90
	PG5	-	3	-	-	4450	13,35
	CPR6	56	-	-	369	400	147,60
					suma	9750	212,60

CPR - zadaszania parkingowe, PG - pergola szkło-szkło, CPR - zadaszania parkingowe

Produkcja energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	7366.59
Luty	4.5	9471.33
Marzec	8.0	16837.92
Kwiecień	10.5	22099.77
Maj	12.5	26309.25
Czerwiec	12.5	26309.25
Lipiec	12.0	25256.88
Sierpień	11.5	24204.51
Wrzesień	8.5	17890.29
Październik	7.0	14733.18
Listopad	5.0	10523.7
Grudzień	4.0	8418.96
Łącznie	99.5	209421.63





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.7. Szkoła Podstawowa nr 8 im. Jana Pawła II

Szkoła Podstawowa nr 8 przy ulicy Młodzieżowej 44 to placówka edukacyjna funkcjonująca od końca lat 80. Budynek składa się z kilku segmentów o dachach płaskich i skośnych oraz dużej sali gimnastycznej, a także nowoczesnego wejścia głównego z zadaszoną rampą. Położenie poza ścisłym centrum miasta sprzyja dobremu nasłonecznieniu dachów, szczególnie części południowej i zachodniej. Brak poważnych przeszkód terenowych (wysokich drzew czy zabudowy) sprawia, że na dachu szkoły i zadaszeniach przy wejściu można rozważać montaż paneli fotowoltaicznych lub BIPV.

Instalacja PV w tej lokalizacji mogłaby pokryć znaczną część zapotrzebowania szkoły – obiekt działa codziennie, dzięki czemu wyprodukowana energia mogłaby być wykorzystana w systemie auto-konsumpcji. Z punktu widzenia klastra energetycznego wartość projektu wzrasta także dzięki aspektowi edukacyjnemu – zaangażowaniu uczniów, kadry i społeczności szkolnej w proekologiczną inicjatywę, jak również wizerunkowemu – promowaniu odnawialnych źródeł energii w przestrzeni publicznej.





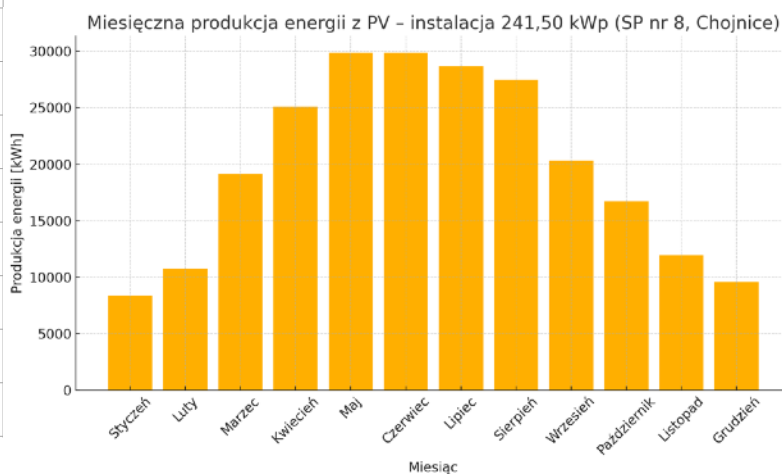
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
7	PG6	-	4	-	-	4450	17,80
	DR6	-	-	-	341	450	153,45
	SZ2K1	-	-	190	-	125	23,75
	FWG3-1	-	-	200	-	150	30,00
	FWG3-2	-	-	110	-	150	16,50
					suma	5325	241,50

PG - pergola szkło-szkło, DR - moduły ramkowe na dachu, SZ2K - szyby zespolone 2 -kom z BIPV, FWG - Elewacja szkło-szkło Fasada Wentylowana

Produkcja. energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	8367.98
Luty	4.5	10758.82
Marzec	8.0	19126.8
Kwiecień	10.5	25103.92
Maj	12.5	29885.62
Czerwiec	12.5	29885.62
Lipiec	12.0	28690.2
Sierpień	11.5	27494.78
Wrzesień	8.5	20322.23
Październik	7.0	16735.95
Listopad	5.0	11954.25
Grudzień	4.0	9563.4
Łącznie	99.5	237889.57





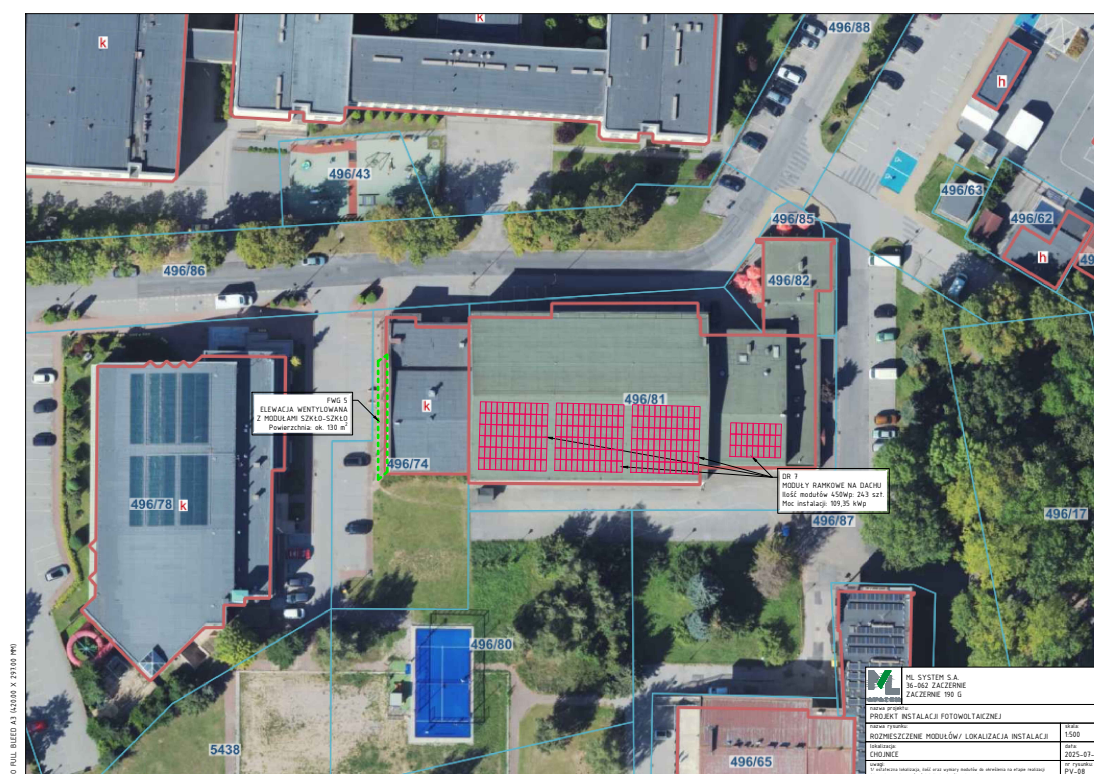
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.8. Ul. Huberta Wagnera - Hala Widowiskowo - Sportowa

Hala widowiskowo-sportowa w Chojnicach, położona przy ul. Huberta Wagnera 1, to część Centrum Park Chojnice — kompleksu sportowo-rekreacyjno-widowiskowego, gdzie swoje mecze rozgrywa m.in. ekstraklasowy klub futsalowy Red Devils Chojnice. Obiekt składa się z dwóch hal sportowych: dużej o wymiarach 43×22 m (wys. 7 m, trybuny na ok. 580 miejsc) oraz mniejszej o wymiarach 15×17 m i służącej głównie zajęciom fitness i sportom walki. Hala przeszła generalny remont w latach 2006–07, wyposażona jest w profesjonalne nagłośnienie, oświetlenie i systemy bezpieczeństwa umożliwiające organizację wydarzeń sportowych i kulturalnych.

Z perspektywy instalacji OZE, dachy większej i mniejszej hali (szczególnie południowe powierzchnie terenowe oraz zadaszenia wejść i zaplecza technicznego) oferują potencjał dla montażu paneli fotowoltaicznych, zarówno klasycznych, jak i zintegrowanych z budynkiem (BIPV). Otwartość otoczenia, ograniczone zacienienie i przestrzeń wokół obiektu stwarzają dobre warunki techniczne dla takich instalacji.

W kontekście klastra energetycznego i lokalnego rynku energii, hala to miejsce o znaczącym, regularnym poborze energii — codzienne zajęcia sportowe i eventy wieczorne generują stałe zapotrzebowanie. Produkowana lokalnie energia PV może być wykorzystana na miejscu poprzez auto-konsumpcję, co zwiększa opłacalność projektu. Dodatkowo, montaż instalacji PV w tak reprezentacyjnym miejscu niesie silny potencjał edukacyjno-wizerunkowy, pokazując mieszkańcom i uczestnikom wydarzeń, że miasto inwestuje w zielone rozwiązania.





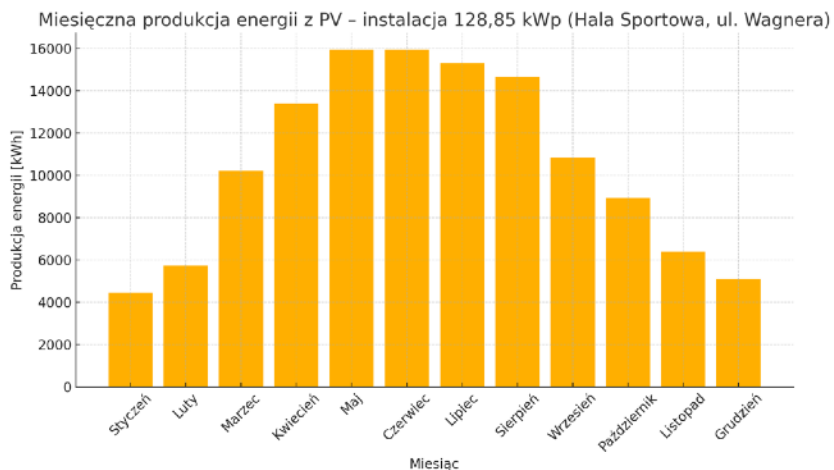
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
8	DR7	-	-	-	243	450	109,35
	FWG4	-	-	130	-	150	19,50
					suma	600	128,85

DR - moduły ramkowe na dachu, FWG - Elewacja szkło-szkło Fasada Wentylowana

Produkcja energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	4464.65
Luty	4.5	5740.27
Marzec	8.0	10204.92
Kwiecień	10.5	13393.96
Maj	12.5	15945.19
Czerwiec	12.5	15945.19
Lipiec	12.0	15307.38
Sierpień	11.5	14669.57
Wrzesień	8.5	10842.73
Październik	7.0	8929.31
Listopad	5.0	6378.08
Grudzień	4.0	5102.46
Łącznie	99.5	126923.71





Park Wodny w Chojnicach, zlokalizowany przy ul. Huberta Wagnera 1, to nowoczesny obiekt sportowo-rekreacyjny stanowiący część kompleksu Centrum Park Chojnice. W jego skład wchodzi m.in. basen pływakki o długości 25 m, strefa rekreacyjna z atrakcjami wodnymi, jacuzzi, sauny oraz zaplecze fitness. Obiekt funkcjonuje przez cały rok i generuje wysoki oraz ciągły pobór energii elektrycznej – zarówno na potrzeby technologii basenowej, ogrzewania wody, wentylacji, jak i oświetlenia. Z tego względu jest on typowym uczestnikiem klastra energetycznego w roli konsumenta energii, dla którego lokalna produkcja z OZE może przynieść realne korzyści ekonomiczne.

Dzięki połączeniu intensywnego zużycia energii z dostępną przestrzenią pod instalacje PV, Park Wodny w Chojnicach może odegrać ważną rolę w systemie bilansowania energetycznego klastra, zwiększając autokonsumpcję lokalnie wytworzonej energii i zmniejszając presję na zewnętrzny system dystrybucyjny.





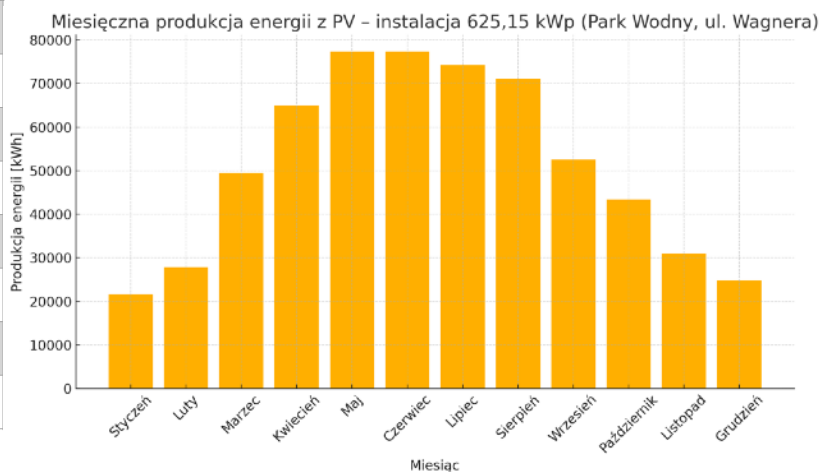
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
9	DR8	-	-	-	72	450	32,40
	G2-1	-	-	-	68	450	30,60
	G2-2	-	-	-	136	450	61,20
	G2-3	-	-	-	336	450	151,20
	CPR7-1	76	-	-	498	400	199,20
	CPR7-2	57	-	-	372	400	148,80
	QG1	-	-	70	-	25	1,75
					suma	2625	625,15

**DR - moduły ramkowe na dachu, G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S,
CPR - zadaszenia parkingowe, QG - szyba dwukomorowa z powłoką kwantową**

Produkcja_energii

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	21661.45
Luty	4.5	27850.43
Marzec	8.0	49511.88
Kwiecień	10.5	64984.34
Maj	12.5	77362.31
Czerwiec	12.5	77362.31
Lipiec	12.0	74267.82
Sierpień	11.5	71173.33
Wrzesień	8.5	52606.37
Październik	7.0	43322.9
Listopad	5.0	30944.93
Grudzień	4.0	24755.94
Łącznie	99.5	615804.01





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

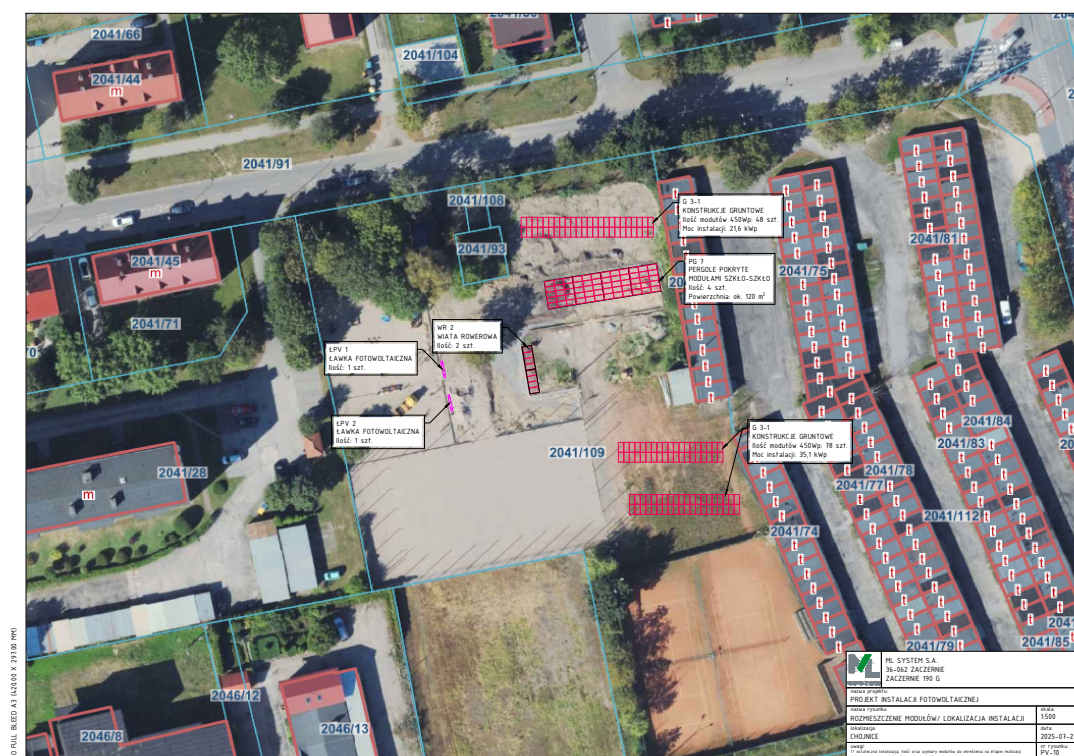
10.10. Ul. Żwirki i Wigury - plac zabaw

Plac zabaw przy ul. Żwirki i Wigury w Chojnicach to nowoczesna, wielofunkcyjna przestrzeń rekreacyjna zrealizowana na osiedlu Budowlanych, obejmująca m.in. teren zabawowy z urządzeniami interaktywnymi, siłownię zewnętrzną, boisko wielofunkcyjne oraz wybieg dla psów. Inwestycja, oddana do użytku w 2024 roku, została zrealizowana w ramach programu Polski Ład, z udziałem środków publicznych i miejskich, tworząc nową jakość przestrzeni wspólnych w tej części miasta.

Z punktu widzenia instalacji PV, plac zabaw oferuje rozległą, nasłonecznioną przestrzeń – idealną pod lekkie konstrukcje fotowoltaiczne w formie zadaszeń rekreacyjnych (np. altany, wiaty nad ławkami czy urządzeniami siłowni). Dzięki braku przeszkód terenowych i zacienienia, warunki do montażu PV są korzystne. Istnieje również potencjał do montażu paneli nad fragmentem przyległego chodnika lub parkingu.

Charakterystyczną cechą tej lokalizacji jest bardzo niski poziom zużycia energii elektrycznej – głównie na potrzeby oświetlenia, co sprawia, że większość wyprodukowanej lokalnie energii może trafiać do wewnętrznego systemu rozliczeń klastra jako nadwyżka. Tym samym, plac zabaw nie pełni klasycznej roli konsumenta, lecz staje się lokalnym producentem energii odnawialnej, wspierając bilans energetyczny całego klastra.

Włączenie tego typu obiektów do klastra energetycznego wzmacnia jego funkcję środowiskową i edukacyjną, jednocześnie pokazując, że nawet nieduże przestrzenie publiczne mogą aktywnie uczestniczyć w zielonej transformacji energetycznej miasta.





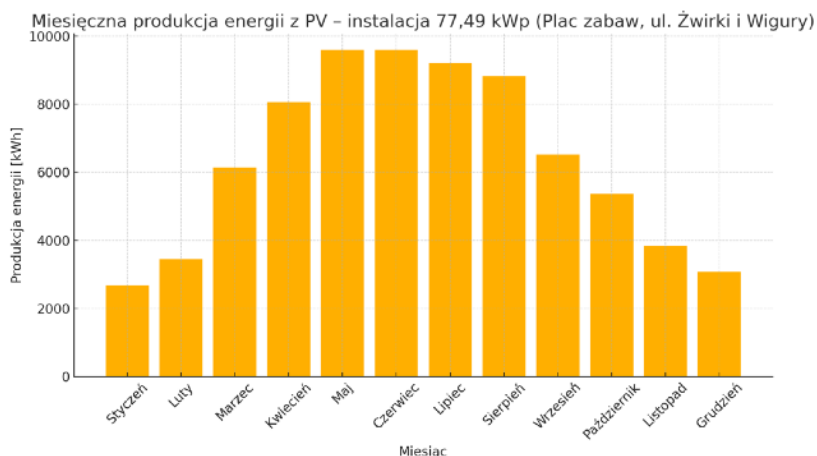
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
10	G3-1	-	-	-	48	450	21,60
	G3-2	-	-	-	78	450	35,10
	WR2	-	2	-	-	1280	2,56
	PG7	-	4	-	-	4450	17,80
	ŁPV1	-	1	-	-	215	0,22
	ŁPV2	-	1	-	-	215	0,22
					suma	7060	77,49

G - instalacja na gruncie, **WR** - wiata rowerowa ze stojakiem z kompletem narzędzi i ozdobnym podświetleniem w modułach, **PG** - pergola szkło-szkło, **ŁPV** - ławka fotowoltaiczna z zadaszeniem PV z ładowaniem telefonu

Produkcja energii-1

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2685.03
Luty	4.5	3452.18
Marzec	8.0	6137.21
Kwiecień	10.5	8055.09
Maj	12.5	9589.39
Czerwiec	12.5	9589.39
Lipiec	12.0	9205.81
Sierpień	11.5	8822.24
Wrzesień	8.5	6520.78
Październik	7.0	5370.06
Listopad	5.0	3835.75
Grudzień	4.0	3068.6
Łącznie	99.5	76331.53





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.11. Ul. Towarowa - Dworzec autobusowy

Dworzec kolejowy w Chojnicach, niezależnie od precyzyjnego adresu (ul. Dworcowa 27 i ul. Towarowa przy węźle PKS/PKP), to zrewitalizowany, historyczny budynek zaprojektowany jako centrum transportu publicznego zintegrowany z nową infrastrukturą autobusową i parkingową. Modernizacja obejmowała odnowienie elewacji, budowę podziemnego przejścia, wiat na peronach i parkingi dla ponad 100 samochodów – w tym zadaszenia i przestrzeni postojowe przy ul. Towarowej na ok. 50 miejsc, z minimalnym zacienieniem i ekspozycją na słońce.

Budynki dworca oraz wiaty peronowe oferują przestrzeń, które mogą być rozważane pod instalacje PV – szczególnie konstrukcje wolnostojące nad parkingami (np. carporty z panelami), zadaszenia peronowe lub magazyny techniczne. Dach dworca jako zabytkowa struktura wymagałaby analizy konserwatorskiej przed montażem paneli, natomiast parkingi zapewniają duży potencjał techniczny bez konfliktu z architekturą.

Dworzec to intensywny punkt konsumpcji energii – działa całą dobę jako miejsce obsługi transportu kolejowego i autobusowego oraz parking, z oświetleniem, windami, kioskami i systemem informacyjnym. Dlatego stanowi ważną rolę jako typowy konsument energii w klastrze energetycznym, dla którego lokalna instalacja PV może znacząco wspomóc obniżenie kosztów operacyjnych i zwiększyć niezależność energetyczną. Dodatkowo, montaż PV nad parkingami i peronami miałby silny efekt edukacyjno-wizerunkowy – prezentując miasto jako zaangażowane w zieloną transformację infrastruktury transportowej.





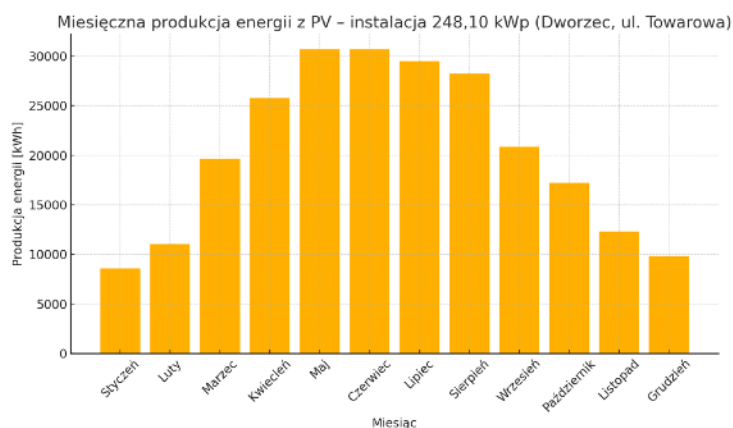
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
11	MG1-1	-	-	450	-	150	67,50
	MG1-2	-	-	140	-	150	21,00
	CPR8	57	-	-	372	400	148,80
	DR9	-	-	-	24	450	10,80
					suma		248,10

CPR - zadaszania parkingowe, MG- moduły szkło-szkło, DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii-2

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	8596.67
Luty	4.5	11052.85
Marzec	8.0	19649.52
Kwiecień	10.5	25789.99
Maj	12.5	30702.38
Czerwiec	12.5	30702.38
Lipiec	12.0	29474.28
Sierpień	11.5	28246.19
Wrzesień	8.5	20877.62
Październik	7.0	17193.33
Listopad	5.0	12280.95
Grudzień	4.0	9824.76
Łącznie	99.5	244390.92





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

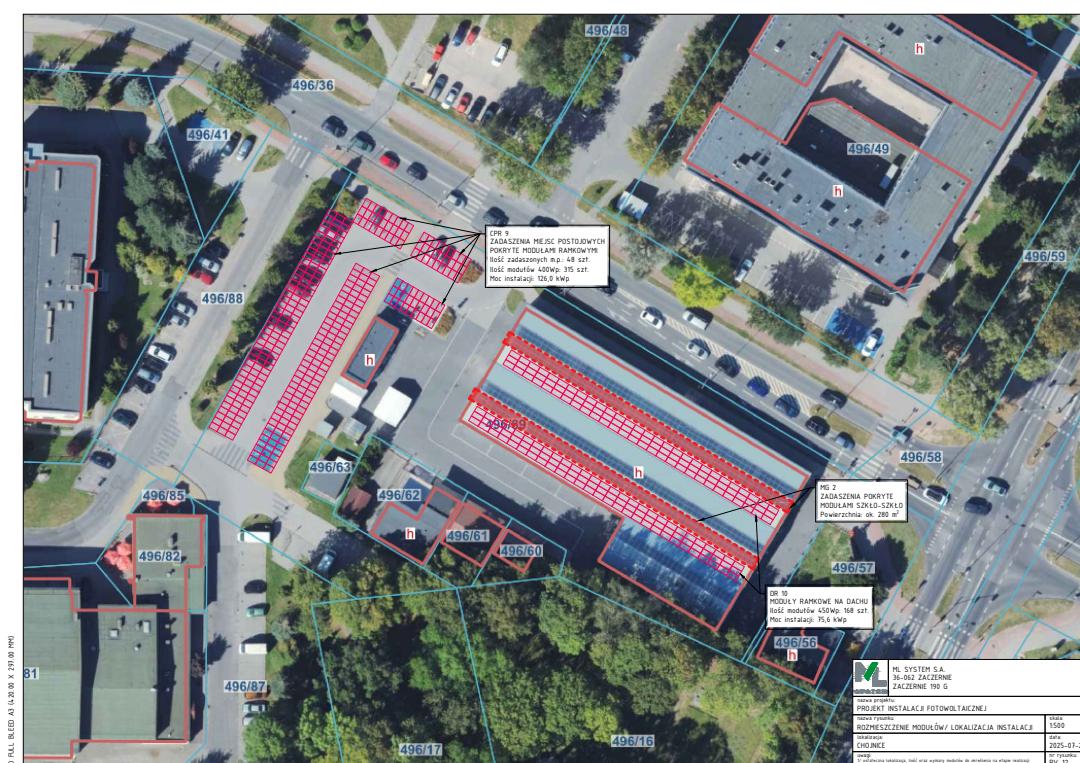
10.12. Ul. Młodzieżowa - targowisko

Targowisko miejskie przy ul. Młodzieżowej 51 w Chojnicach to nowoczesny, zmodernizowany obiekt handlowy, który stanowi istotny element infrastruktury miejskiej. Oferuje zadaszone pawilony, instalacje oświetleniowe, sanitariaty, stanowiska sprzedaży oraz dostęp do energii elektrycznej dla najemców. Jest czynne od poniedziałku do soboty i pełni funkcję ważnego punktu aktywności gospodarczej i społecznej.

Z punktu widzenia energetycznego, targowisko generuje umiarkowany, ale stabilny pobór energii w dni robocze — głównie na potrzeby oświetlenia, kas fiskalnych, systemów alarmowych i urządzeń chłodniczych. Jako uczestnik klastra energetycznego pełni zatem rolę lokalnego konsumenta energii, który może częściowo pokrywać swoje potrzeby dzięki instalacjom fotowoltaicznym (PV).

Jednocześnie, w dni wolne od handlu (np. niedziele, święta) oraz w godzinach popołudniowych, gdy pobór energii jest niski, targowisko może pełnić funkcję lokalnego producenta energii — dostarczając nadwyżki do wspólnego bilansu energetycznego klastra. Co więcej, w dni handlowe, gdy zużycie energii jest wyraźnie wyższe w godzinach porannych (tzw. piki), energia wytworzona lokalnie może również zasilić innych uczestników klastra, przyczyniając się do lepszego zarządzania lokalnym systemem energetycznym.

Technicznie, obiekt oferuje dobre warunki do realizacji instalacji PV — zarówno w formie zadaszeń pawilonów handlowych, jak i carportów nad miejscami postojowymi. Przestrzeń jest otwarta, dobrze nasłoneczniona i pozbawiona wysokich przeszkód, co pozwala na efektywne wykorzystanie instalacji słonecznych bez ingerencji w funkcjonalność obiektu.





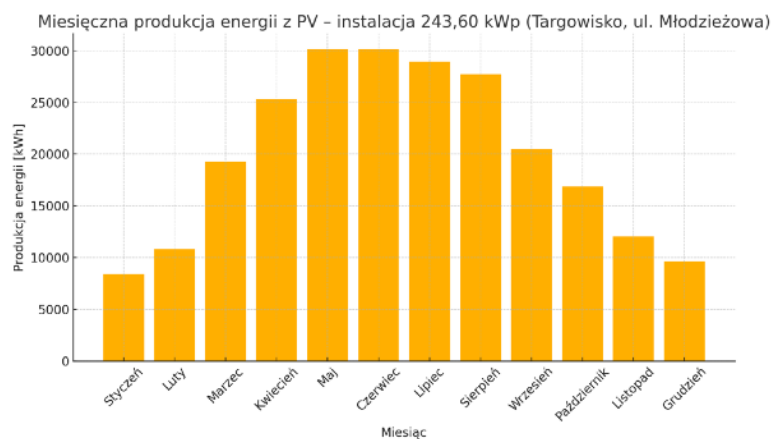
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
12	CPR9	48	-	-	315	400	126,00
	DR10	-	-	-	168	450	75,60
	MG2	-	-	280	-	150	42,00
					suma		243,60

CPR - zadaszienia parkingowe, MG- moduły szkło-szkło, DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii-3

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	8440.74
Luty	4.5	10852.38
Marzec	8.0	19293.12
Kwiecień	10.5	25322.22
Maj	12.5	30145.5
Czerwiec	12.5	30145.5
Lipiec	12.0	28939.68
Sierpień	11.5	27733.86
Wrzesień	8.5	20498.94
Październik	7.0	16881.48
Listopad	5.0	12058.2
Grudzień	4.0	9646.56
Łącznie	99.5	239958.18





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

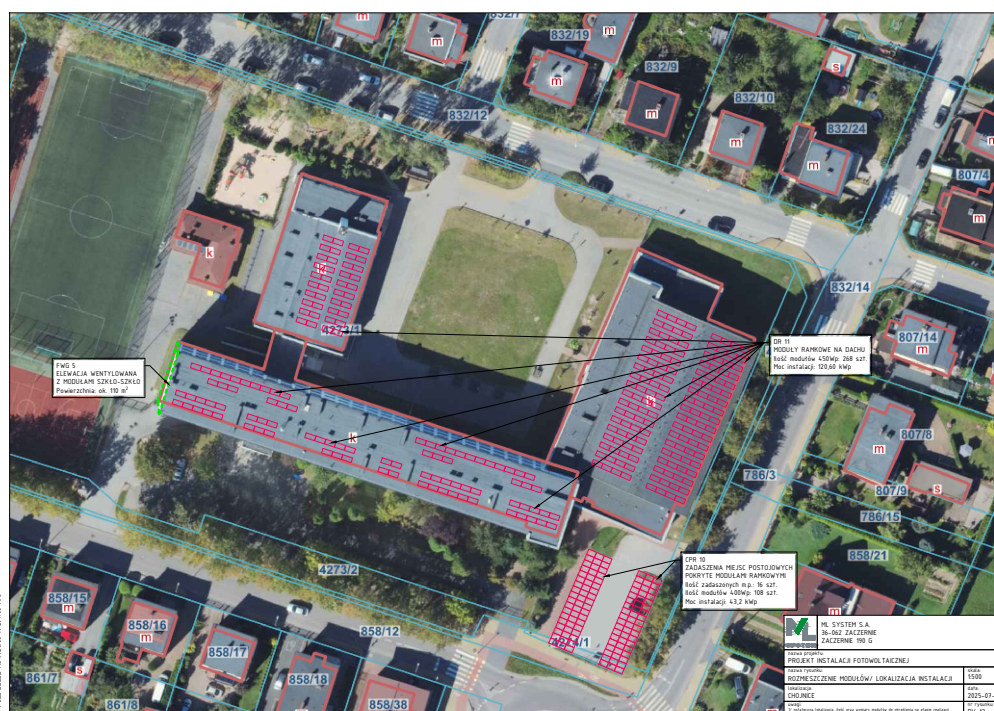
10.13. Szkoła Podstawowa nr 7 im. Jana Karnowskiego w Chojnicach

Szkoła Podstawowa nr 7 im. Jana Karnowskiego przy ul. Tuwima 2 w Chojnicach to nowoczesna placówka edukacyjna o ustabilizowanym profilu zużycia energii – skoncentrowanym głównie w godzinach porannych i popołudniowych, od poniedziałku do piątku. Obiekt składa się z kilku segmentów budynków, w tym sali gimnastycznej i pawilonów dydaktycznych, z dachami o dobrej ekspozycji słonecznej oraz możliwością integracji instalacji PV lub BIPV.

Z punktu widzenia technicznego, szkoła oferuje korzystne warunki dla montażu instalacji fotowoltaicznych – szczególnie na dachach o południowej i południowo-zachodniej ekspozycji, które nie są zacienione i pozwalają na optymalne wykorzystanie energii słonecznej. Obiekt jest położony poza zwartą zabudową miejską, co dodatkowo zmniejsza ryzyko zacienienia.

W miesiącach nauki szkolnej, placówka funkcjonuje jako typowy konsument energii w klastrze, wykorzystując lokalnie wyprodukowaną energię na potrzeby oświetlenia, sprzętu komputerowego, wentylacji i administracji. Jednak w miesiącach wakacyjnych – szczególnie w lipcu i sierpniu – zużycie energii znacząco spada, natomiast produkcja energii ze słońca pozostaje na wysokim poziomie. W tym okresie szkoła może pełnić rolę lokalnego producenta energii, wspierając bilans energetyczny klastra i dostarczając zieloną energię do innych uczestników systemu.

Instalacja PV na dachu szkoły nr 7 to również doskonała okazja do realizacji funkcji edukacyjnej – poprzez zaangażowanie uczniów w tematykę odnawialnych źródeł energii, ochrony środowiska i efektywności energetycznej. System PV może być włączony do programów nauczania oraz służyć jako realne laboratorium edukacyjne dla młodzieży.





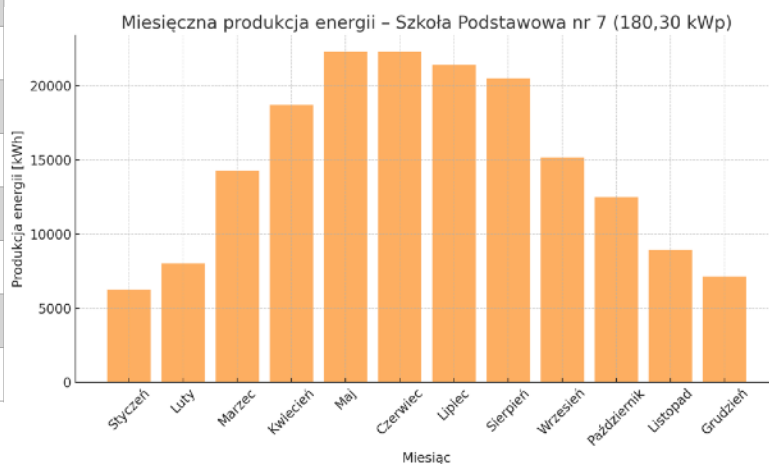
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
13	DR11	-	-	-	268	450	120,60
	CPR10	16	-	-	108	400	43,20
	FWG5	-	-	110	-	150	16,50
					suma		180,30

CPR - zadaszania parkingowe, DR - moduły ramkowe na dachu, FWG - Elewacja szkło-szkło Fasada Wentylowana

Produkcja energii-4

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	6247.4
Luty	4.5	8032.36
Marzec	8.0	14279.76
Kwiecień	10.5	18742.18
Maj	12.5	22312.12
Czerwiec	12.5	22312.12
Lipiec	12.0	21419.64
Sierpień	11.5	20527.16
Wrzesień	8.5	15172.25
Październik	7.0	12494.79
Listopad	5.0	8924.85
Grudzień	4.0	7139.88
Łącznie	99.5	177604.51





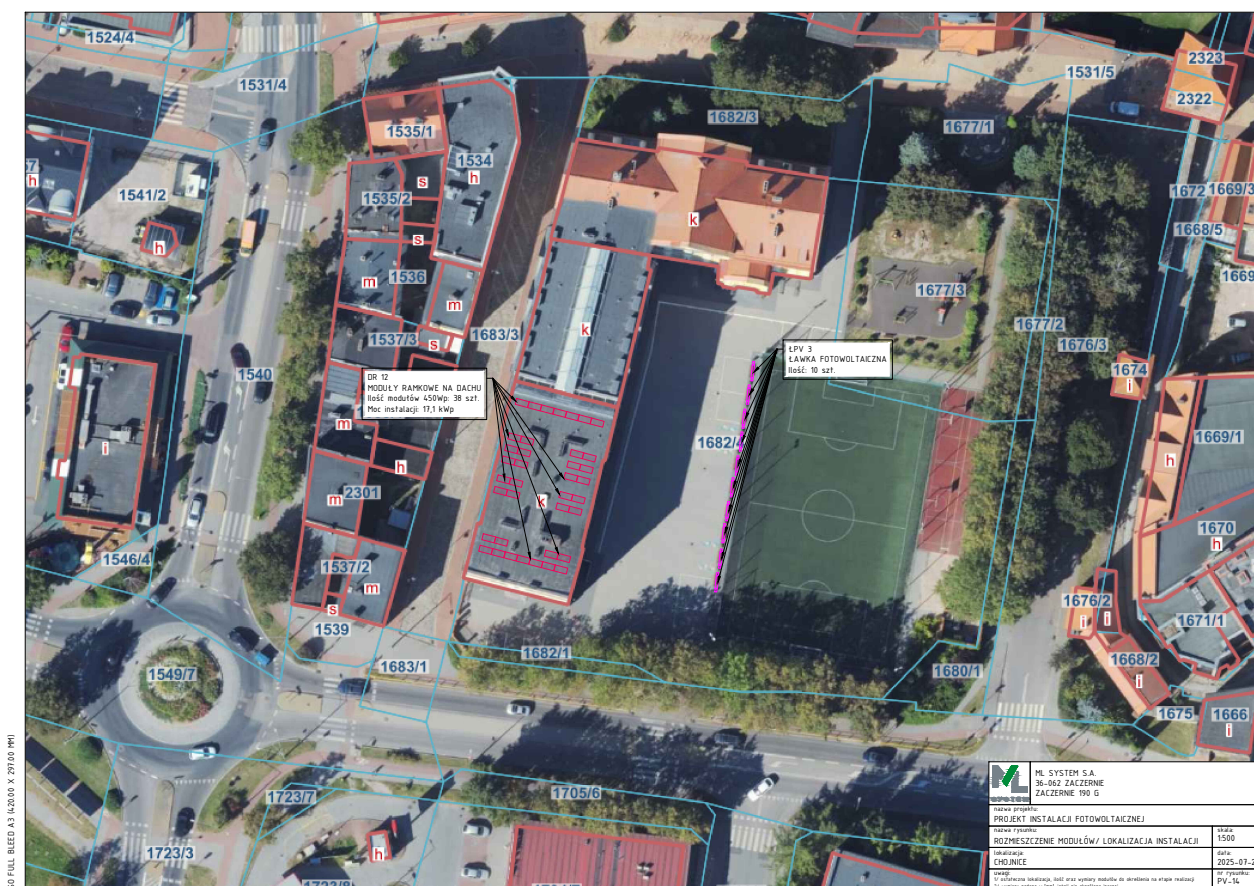
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.14. Szkoła Podstawowa nr 1 z Oddziałami Integracyjnymi im. J. Rydzkowskiego

Szkoła Podstawowa nr 1 działa na co dzień jako kluczowy edukacyjny punkt miasta, generując stały pobór energii elektrycznej ze względu na funkcjonowanie placówki, sal szkolnych, administracji, świetlicy i stołówki. Budynek wyposażony jest w dachy płaskie i skośne, a także zaplecze sportowe – co stwarza techniczne warunki sprzyjające instalacjom fotowoltaicznym (PV) lub BIPV.

Jako uczestnik klastra energetycznego, SP nr 1 może działać głównie jako konsument energii lokalnej produkcji – zwłaszcza w miesiącach szkolnych. W okresie wakacyjnym zapotrzebowanie spada, co stwarza możliwość przekazywania nadwyżki do systemu klastra jako producent energii.

Realizacja instalacji PV w tej lokalizacji nie tylko poprawiłaby efektywność energetyczną placówki i ograniczyła jej koszty operacyjne, ale także mogłaby być wykorzystana jako narzędzie edukacji ekologicznej i promocji OZE wśród uczniów i lokalnej społeczności.





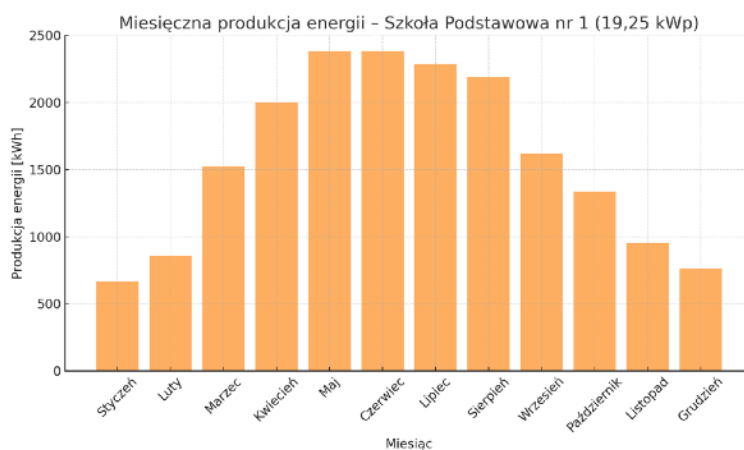
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
14	DR12	-	-	-	38	450	17,10
	ŁPV3	-	10	-	-	215	2,15
					suma		19,25

DR - moduły ramkowe na dachu, ŁPV - ławka fotowoltaiczna z zadaszeniem PV z ładowaniem telefonu

Produkcja energii Sz.P nr_1

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	667.01
Luty	4.5	857.59
Marzec	8.0	1524.6
Kwiecień	10.5	2001.04
Maj	12.5	2382.19
Czerwiec	12.5	2382.19
Lipiec	12.0	2286.9
Sierpień	11.5	2191.61
Wrzesień	8.5	1619.89
Październik	7.0	1334.03
Listopad	5.0	952.88
Grudzień	4.0	762.3
Łącznie	99.5	18962.23





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

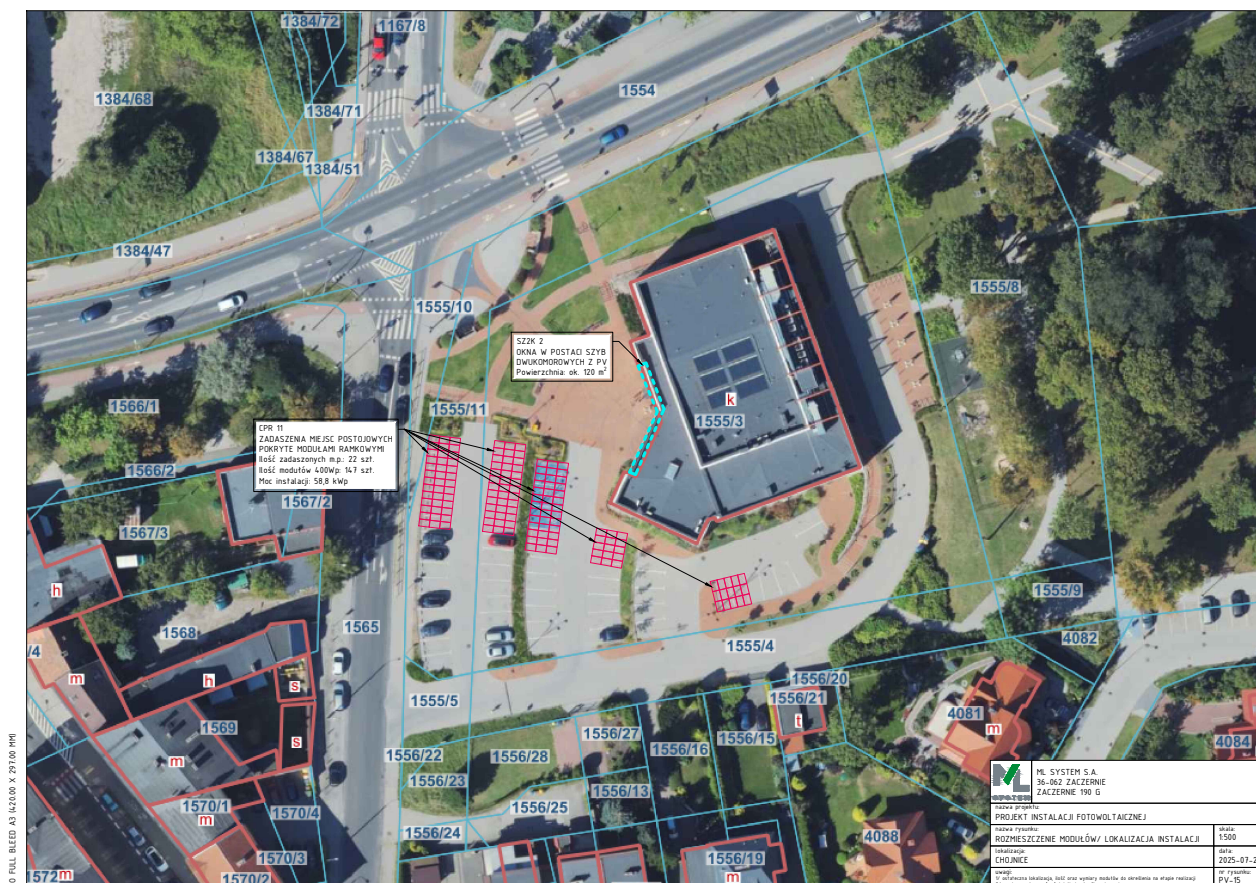
10.15. Chojnickie Centrum Kultury- budynek i parking

Kino Teatr zlokalizowane przy ul. Dworcowej w Chojnicach stanowi istotny punkt kulturalny miasta, działający w ramach Chojnickiego Centrum Kultury. Obiekt jest regularnie wykorzystywany na potrzeby seansów filmowych, wydarzeń kulturalnych, pokazów specjalnych i spotkań lokalnej społeczności.

Z punktu widzenia klastra energetycznego, lokalizacja ta wyróżnia się regularnym zużyciem energii – szczególnie w godzinach popołudniowych i wieczornych, a także w weekendy, co czyni ją naturalnym konsumentem energii w systemie klastra.

Potencjał instalacyjny fotowoltaiki koncentruje się głównie na przyległym parkingu, gdzie możliwe jest zastosowanie konstrukcji typu carport. Zadaszenia parkingowe z modułami PV pozwoliłyby na efektywne wykorzystanie dostępnej przestrzeni bez ingerencji w strukturę budynku i jednocześnie zwiększyłyby funkcjonalność infrastruktury (np. przez ochronę aut przed warunkami atmosferycznymi).

Realizacja instalacji PV na tym terenie nie tylko umożliwi lokalną produkcję energii i częściowe pokrycie zapotrzebowania kina, ale także pozytywnie wpłynie na wizerunek instytucji jako zaangażowanej w transformację energetyczną i działania na rzecz zrównoważonego rozwoju.





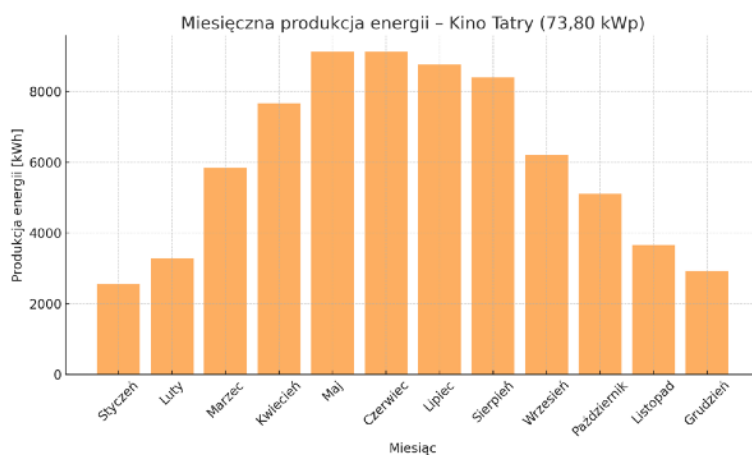
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
15	DR13	-	-	-	0	450	0,00
	CPR11	22	-	-	147	400	58,80
	SZ2K2	-	-	120	-	125	15,00
					suma		73,80

DR - moduły ramkowe na dachu, CPR - zadaszenia parkingowe, SZ2K - szyby zespolone 2-kom z BIPV

Produkcja Kino

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2557.17
Luty	4.5	3287.79
Marzec	8.0	5844.96
Kwiecień	10.5	7671.51
Maj	12.5	9132.75
Czerwiec	12.5	9132.75
Lipiec	12.0	8767.44
Sierpień	11.5	8402.13
Wrzesień	8.5	6210.27
Październik	7.0	5114.34
Listopad	5.0	3653.1
Grudzień	4.0	2922.48
Łącznie	99.5	72696.69





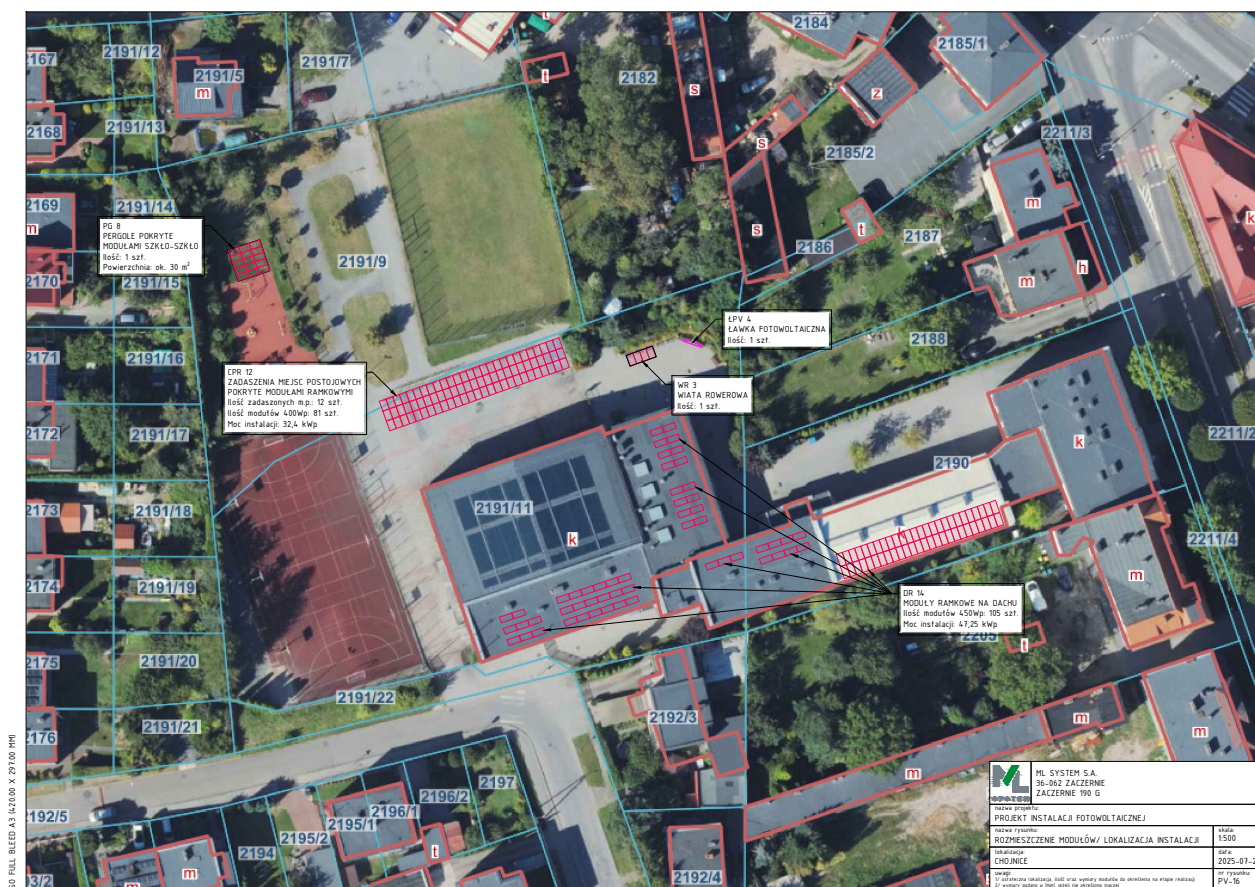
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.16. Zespół Szkolno - Przedszkolny nr 3 w Chojnicach

Szkoła Podstawowa nr 3 to obiekt o dużej powierzchni użytkowej, zlokalizowany w centralnej części miasta, przy jednej z głównych arterii – ul. Dworcowej. Budynek szkoły pełni funkcję edukacyjną dla dzieci i młodzieży i funkcjonuje w systemie całorocznym, z wyłączeniem miesięcy wakacyjnych.

Z punktu widzenia klastra energii, szkoła ta jest klasycznym prosumenem – w okresie roku szkolnego stanowi aktywnego odbiorcę energii, natomiast w wakacje może pełnić rolę producenta energii elektrycznej, zasilając wewnętrzny rynek klastra.

Budynek szkoły cechuje się dużym potencjałem dachowym pod instalacje PV oraz dodatkowymi możliwościami w zakresie zagospodarowania terenu – np. poprzez zadaszenia carportowe na szkolnym parkingu. To czyni ją idealnym miejscem do wdrożenia technologii takich jak BIPV, klasyczne instalacje dachowe, czy rozwiązania hybrydowe z możliwością montażu systemów monitoringu i zarządzania energią.





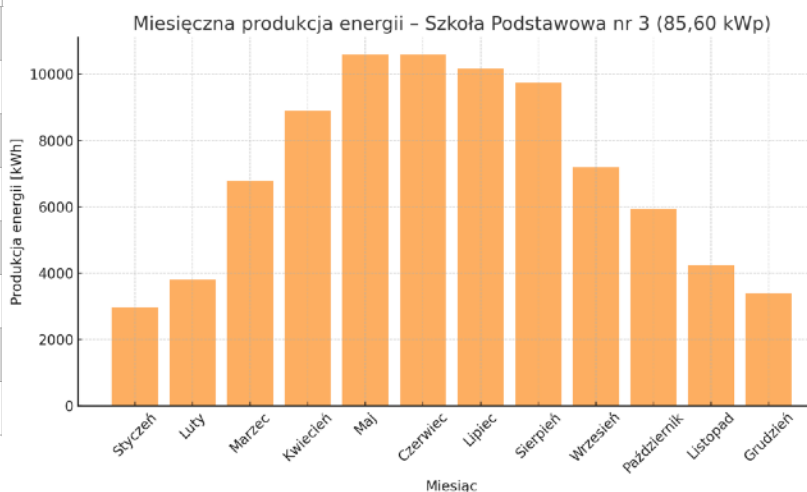
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
16	DR14	-	-	-	105	450	47,25
	CPR12	12	-	-	81	400	32,40
	PG8	-	1	-	-	4450	4,45
	WR3	-	1	-	-	1280	1,28
	ŁPV4	-	1	-	-	215	0,22
					suma		85,60

DR - moduły ramkowe na dachu, CPR - zadaszenia parkingowe, PG - pergola szkło-szkło, WR - wiata rowerowa ze stojakiem z kompletem narzędzi i ozdobnym podświetleniem w modułach, ŁPV - ławka fotowoltaiczna z zadaszeniem PV z ładowaniem telefonu

Produkcja energii Szkoła Podstawowa nr 3

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2966.04
Luty	4.5	3813.48
Marzec	8.0	6779.52
Kwiecień	10.5	8898.12
Maj	12.5	10593.0
Czerwiec	12.5	10593.0
Lipiec	12.0	10169.28
Sierpień	11.5	9745.56
Wrzesień	8.5	7203.24
Październik	7.0	5932.08
Listopad	5.0	4237.2
Grudzień	4.0	3389.76
Łącznie	99.5	84320.28





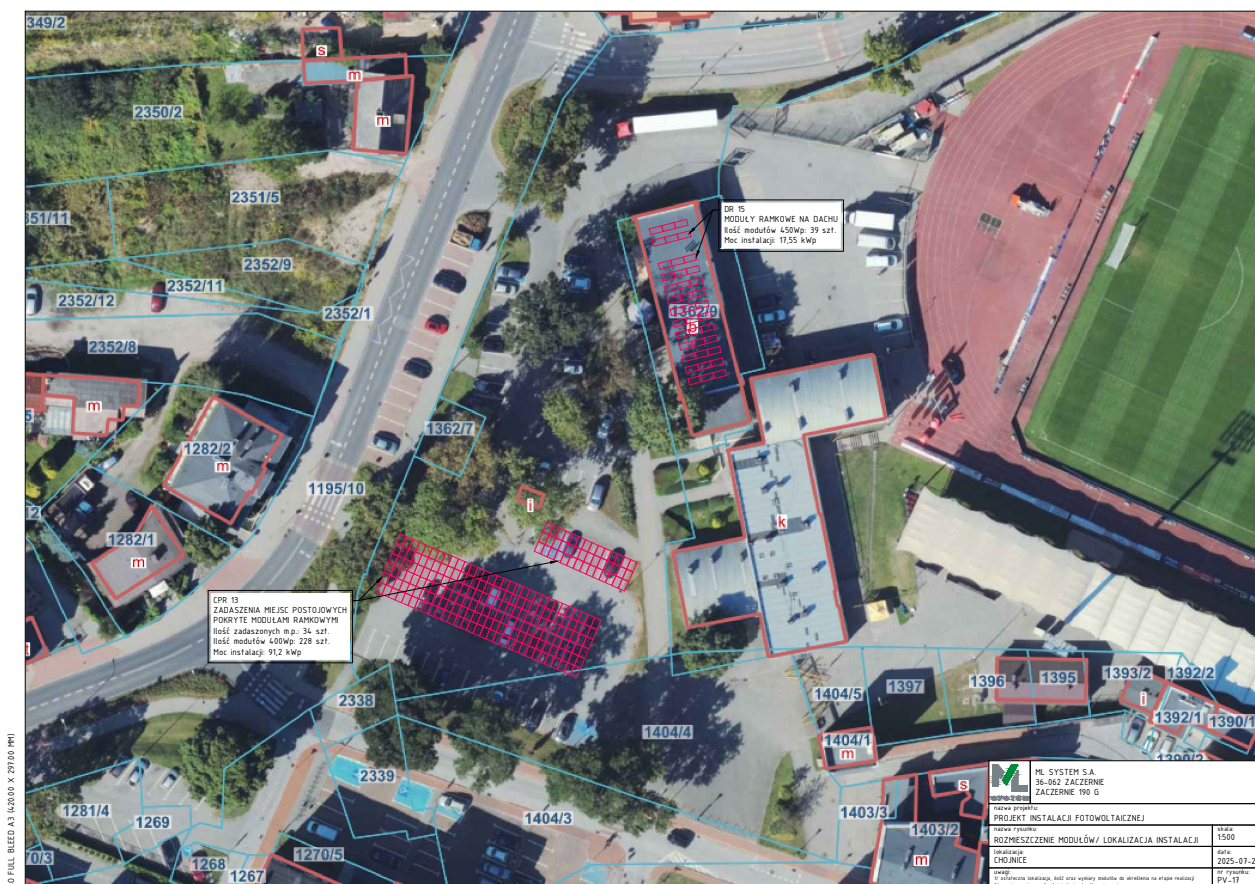
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.17. Stadion sportowy - MKS CHOJNICZANKA 1930 S.A

Klub Sportowy Chojniczanka, zlokalizowany w rejonie obiektów sportowych w Chojnicach, to miejsce o dużej powierzchni zabudowy i otwartych terenów, w tym trybun, budynków klubowych oraz rozległych przestrzeni zewnętrznych. Duże zapotrzebowanie na energię w okresach treningów i meczów sprawia, że obiekt ten może pełnić rolę aktywnego prosumenta w klastrze energii.

W dni i godziny, gdy obiekt jest mniej wykorzystywany, produkowana energia może być przekierowana na potrzeby innych uczestników klastra, w tym obiektów komunalnych i edukacyjnych. Szczególnie interesujące jest wykorzystanie powierzchni dachów, zadaszeń trybun oraz możliwości montażu carportów fotowoltaicznych na przyległych parkingach, co pozwoliłoby na efektywne połączenie funkcji energetycznych i użytkowych.

Takie rozwiązanie umożliwiłoby nie tylko znaczną redukcję kosztów energii dla klubu, lecz także przyczyniłoby się do ograniczenia emisji CO₂, wzmacniając wizerunek klubu jako nowoczesnej i odpowiedzialnej społecznie instytucji.





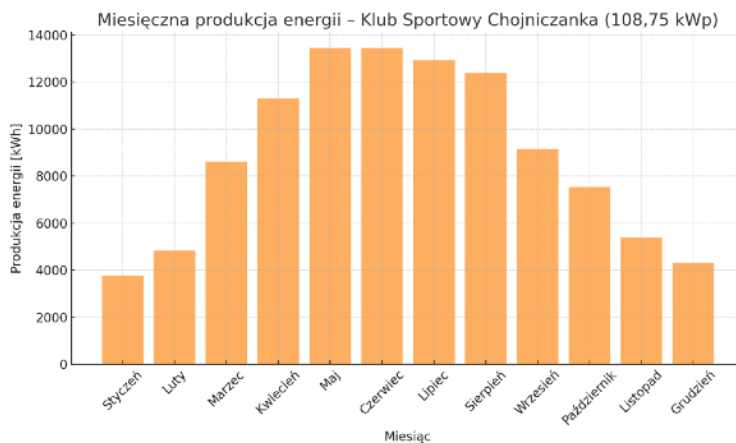
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
17	CPR13	34	-	-	228	400	91,20
	DR15	-	-	-	39	450	17,55
					suma		108,75

DR - moduły ramkowe na dachu, CPR - zadaszania parkingowe

Produkcja energii Klub Sportowy Chojniczanka

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	3768.19
Luty	4.5	4844.81
Marzec	8.0	8613.0
Kwiecień	10.5	11304.56
Maj	12.5	13457.81
Czerwiec	12.5	13457.81
Lipiec	12.0	12919.5
Sierpień	11.5	12381.19
Wrzesień	8.5	9151.31
Październik	7.0	7536.38
Listopad	5.0	5383.12
Grudzień	4.0	4306.5
Łącznie	99.5	107124.18





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

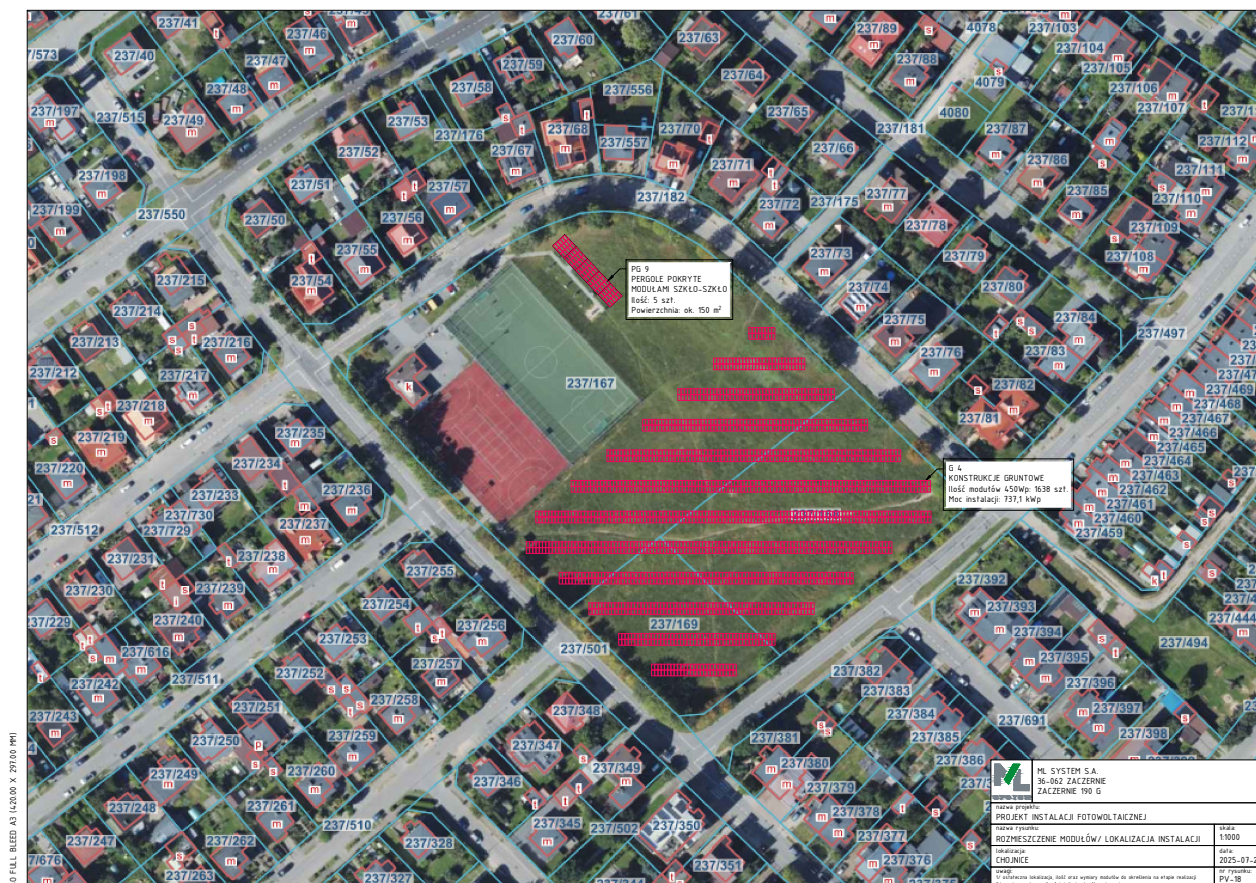
10.18. Ul. Jedności - Boisko „Orlik 2012”

Boisko Orlik przy ul. Jedności to obiekt sportowy o rozbudowanej infrastrukturze sportowo-rekreacyjnej, obejmującej boiska, zaplecze techniczne oraz wolne tereny wokół obiektu. Zapotrzebowanie na energię występuje głównie w godzinach wieczornych (oświetlenie) oraz podczas wydarzeń sportowych.

Potencjał montażu instalacji OZE obejmuje:

- Dachy i zadaszenia budynków zaplecza,
- Carporty fotowoltaiczne nad miejscami postojowymi,
- Instalacje gruntowe na dostępnych, niezacienionych fragmentach terenu przyległego, które pozwalają na większą skalę produkcji energii i optymalne ustawienie paneli względem słońca.

Niewielki poziom auto-konsumpcji w skali rocznej powoduje, że Orlik stanowi lokalizację typowo prosumencką, z nadwyżką energii kierowaną do innych członków klastra. Instalacje gruntowe mogłyby dodatkowo zwiększyć wolumen wytwarzanej energii, poprawiając bilans całego systemu.





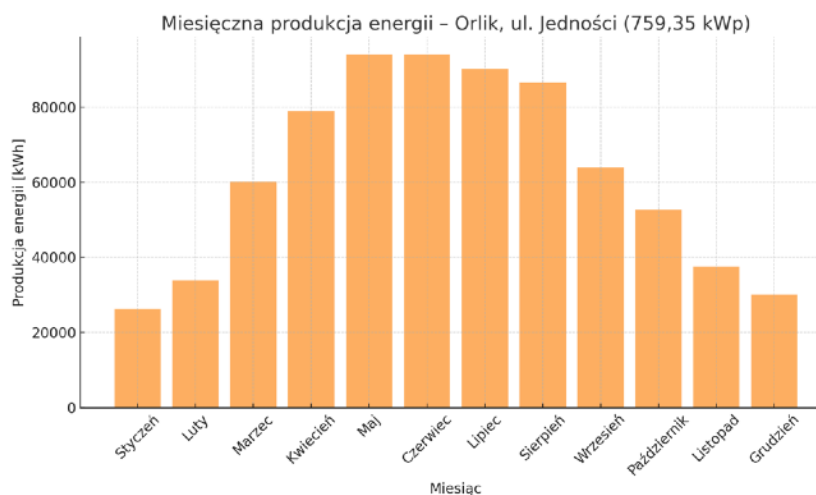
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
18	PG9	-	5	-	-	4450	22,25
	G4	-	-	-	1638	450	737,10
					suma		759,35

G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc, PG - pergola szkło-szkło

Produkcja energii KS Chojniczanka

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	3768.19
Luty	4.5	4844.81
Marzec	8.0	8613.0
Kwiecień	10.5	11304.56
Maj	12.5	13457.81
Czerwiec	12.5	13457.81
Lipiec	12.0	12919.5
Sierpień	11.5	12381.19
Wrzesień	8.5	9151.31
Październik	7.0	7536.38
Listopad	5.0	5383.12
Grudzień	4.0	4306.5
Łącznie	99.5	107124.18

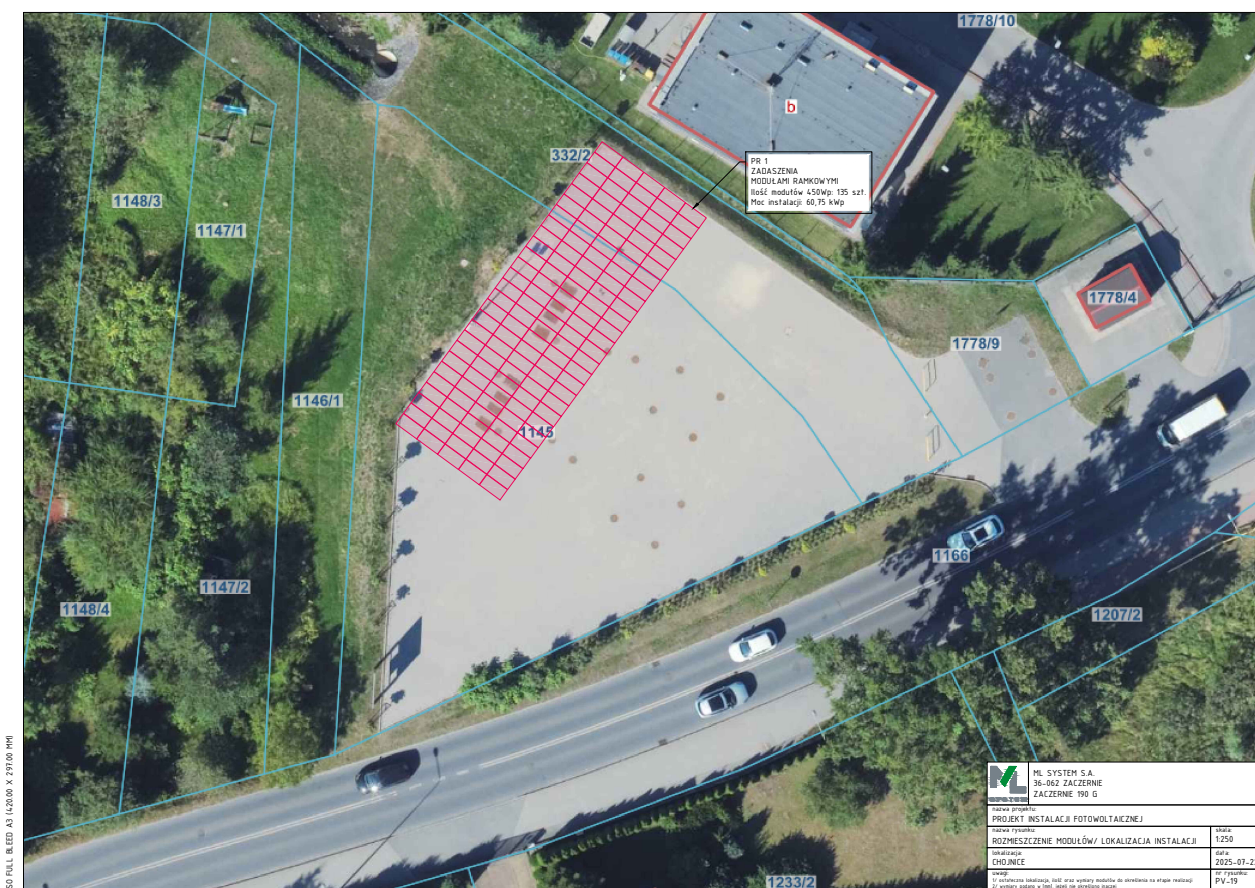




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.19. Ul. Zielona - plac separatorów

Plac Separatorów przy ul. Zielonej to rozległy, utwardzony teren techniczno-magazynowy z dobrą ekspozycją słoneczną i minimalnym zacienieniem. Lokalizacja idealnie nadaje się pod instalacje gruntowe PV oraz carporty fotowoltaiczne nad stanowiskami postojowymi lub strefami składowania. Dzięki dużej powierzchni możliwe jest etapowanie inwestycji i optymalne ustawienie rzędów paneli. Z uwagi na niski własny pobór energii plac pełniłby przede wszystkim rolę producenta w klastrze, oddając nadwyżki do lokalnego rynku energii; opcjonalna integracja z magazynem energii zwiększy zdolność bilansowania i podniesie auto-konsumpcję w godzinach pracy.





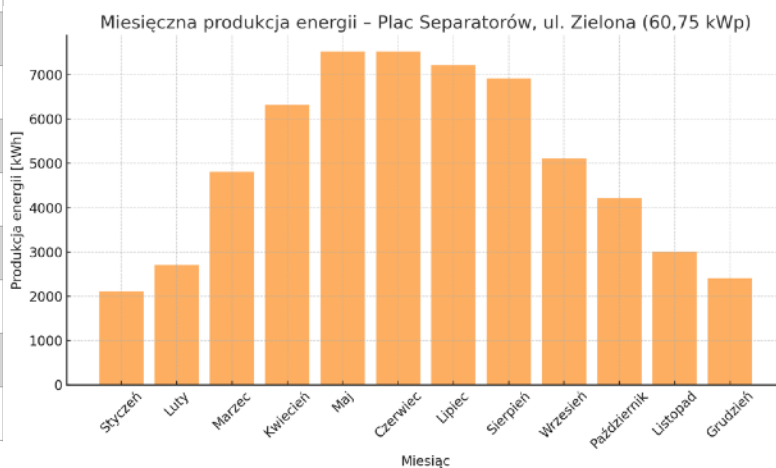
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
19	PR1	-	-	-	135	450	60,75

PR - pergola na modułach ramkowych

Produkcja energii Plac Separator

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2104.99
Luty	4.5	2706.41
Marzec	8.0	4811.4
Kwiecień	10.5	6314.96
Maj	12.5	7517.81
Czerwiec	12.5	7517.81
Lipiec	12.0	7217.1
Sierpień	11.5	6916.39
Wrzesień	8.5	5112.11
Październik	7.0	4209.98
Listopad	5.0	3007.12
Grudzień	4.0	2405.7
Łącznie	99.5	59841.78



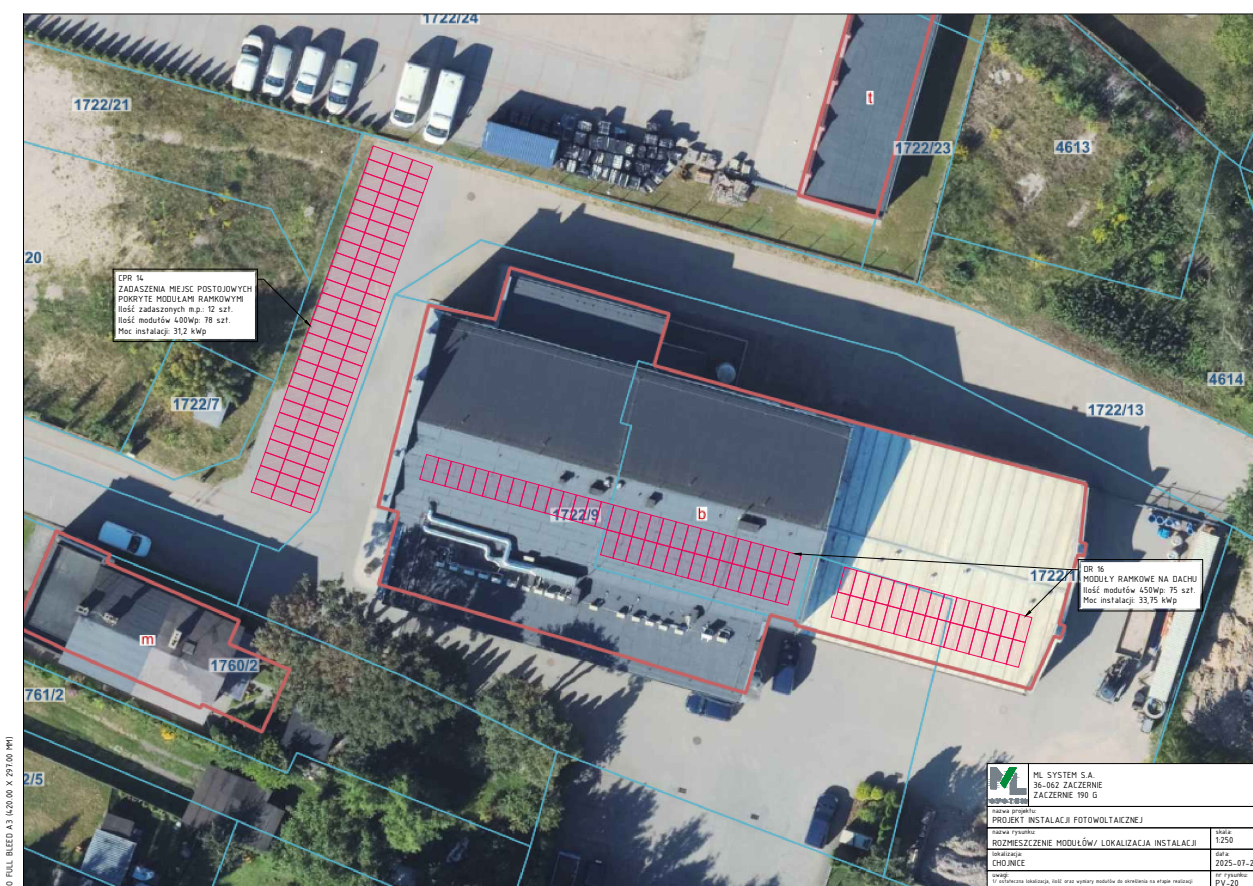


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.20. Plac Piastowski 27a - Miejskie Wodociągi Sp. z o.o

Budynki Wodociągów przy Placu Piastowskim to obiekty o stałym i znaczącym zapotrzebowaniu na energię elektryczną, związanym z pracą pomp, urządzeń uzdatniających oraz systemów sterowania. Obiekty posiadają dachy o dobrej ekspozycji słonecznej, a także przestrzenie umożliwiające montaż instalacji fotowoltaicznych w formie carportów lub na gruncie.

Wysoki poziom auto-konsumpcji w tym przypadku pozwala na efektywne wykorzystanie wyprodukowanej energii na potrzeby własne, co obniża koszty operacyjne i zwiększa niezależność energetyczną zakładu. Nadwyżki energii mogą być kierowane do innych odbiorców w klastrze, a włączenie instalacji w system zarządzania klastra zapewnia optymalne bilansowanie pracy w ciągu roku.





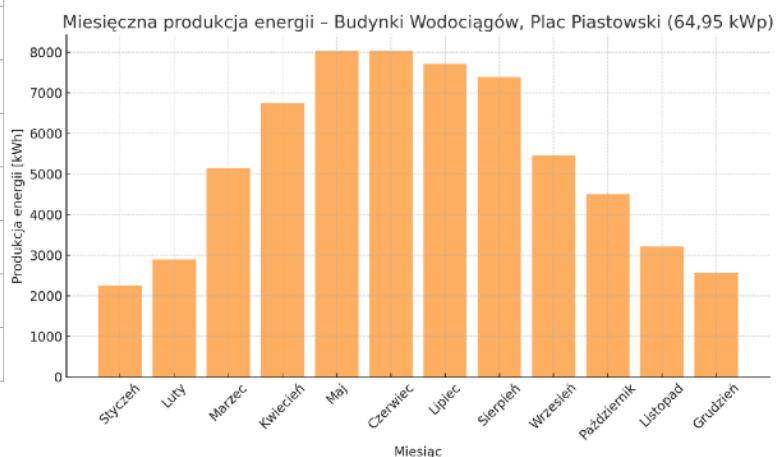
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
20	DR16	-	-	-	75	450	33,75
	CPR14	12	-	-	78	400	31,20
					suma		64,95

DR - moduły ramkowe na dachu, CPR - zadaszania parkingowe

Produkcja energii Budynki Wodociąg

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	2250.52
Luty	4.5	2893.52
Marzec	8.0	5144.04
Kwiecień	10.5	6751.55
Maj	12.5	8037.56
Czerwiec	12.5	8037.56
Lipiec	12.0	7716.06
Sierpień	11.5	7394.56
Wrzesień	8.5	5465.54
Październik	7.0	4501.04
Listopad	5.0	3215.03
Grudzień	4.0	2572.02
Łącznie	99.5	63979.0





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.21. Ul. Angowicka 53 - Miejski Zakład Komunikacji Sp. z o.o

Teren Miejskiego Zakładu Komunikacji przy ul. Angowickiej 53 obejmuje budynki administracyjne, zaplecze warsztatowe oraz rozległy plac manewrowo-postojowy dla autobusów. Dachy obiektów charakteryzują się dobrą ekspozycją na słońce, a duża powierzchnia placu daje możliwość montażu carportów fotowoltaicznych, które jednocześnie zapewnią zadaszenie pojazdom.

Stale i wysokie zapotrzebowanie na energię, wynikające m.in. z pracy urządzeń warsztatowych oraz możliwości ładowania autobusów elektrycznych i innych pojazdów, czyni tę lokalizację miejscem o bardzo wysokim potencjale auto-konsumpcji. Instalacje PV mogą w dużej mierze pokrywać potrzeby własne zakładu, a nadwyżki w godzinach szczytowej produkcji mogą zasilać pozostałych uczestników klastra, wspierając lokalny bilans energetyczny i zwiększając odporność systemu.





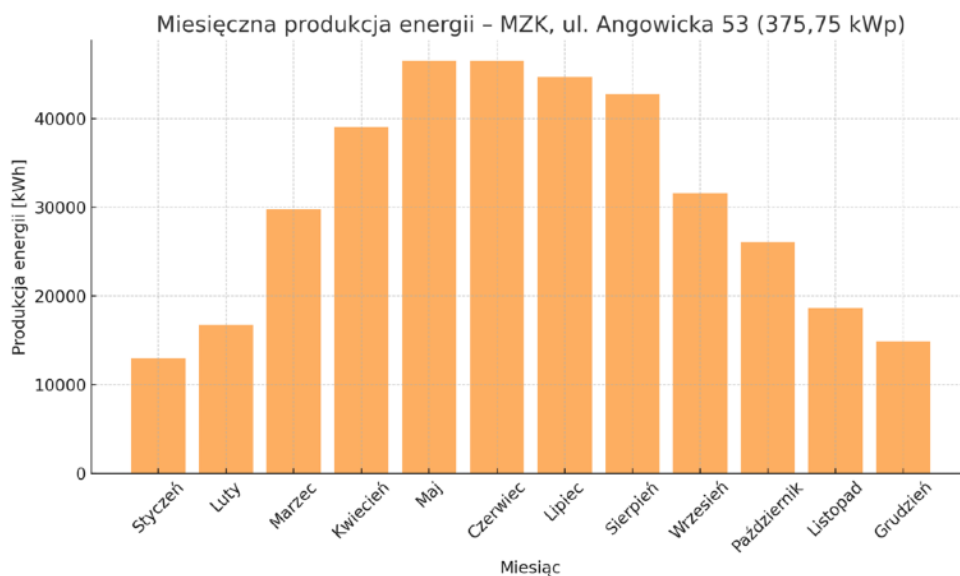
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
21	PR2	-	-	-	835	450	375,75
	DR17	-	-	-	0	450	0,00
					suma		375,75

DR - moduły ramkowe na dachu, PR - pergola na modułach ramkowych

Produkcja energii MZK

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	13019.74
Luty	4.5	16739.66
Marzec	8.0	29759.4
Kwiecień	10.5	39059.21
Maj	12.5	46499.06
Czerwiec	12.5	46499.06
Lipiec	12.0	44639.1
Sierpień	11.5	42779.14
Wrzesień	8.5	31619.36
Październik	7.0	26039.48
Listopad	5.0	18599.62
Grudzień	4.0	14879.7
Łącznie	99.5	370132.53





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.22. Ul. Ceynowy - Bloki

Zespół budynków mieszkalnych przy ul. Ceynowy charakteryzuje się dużą powierzchnią dachów o korzystnej ekspozycji, co stwarza dogodne warunki do montażu instalacji fotowoltaicznych. Istnieje także możliwość zastosowania elewacyjnych paneli BIPV, co pozwoli na maksymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni i zwiększenie mocy zainstalowanej.

Ze względu na specyfikę obiektów i brak znaczącej autokonsumpcji w miejscu wytwarzania, produkowana energia będzie w całości zasilać klastę energetyczny. Lokalizacja ta pełnić będzie typową rolę producenta energii, zwiększając podaż zielonej energii w lokalnym systemie i przyczyniając się do ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery.





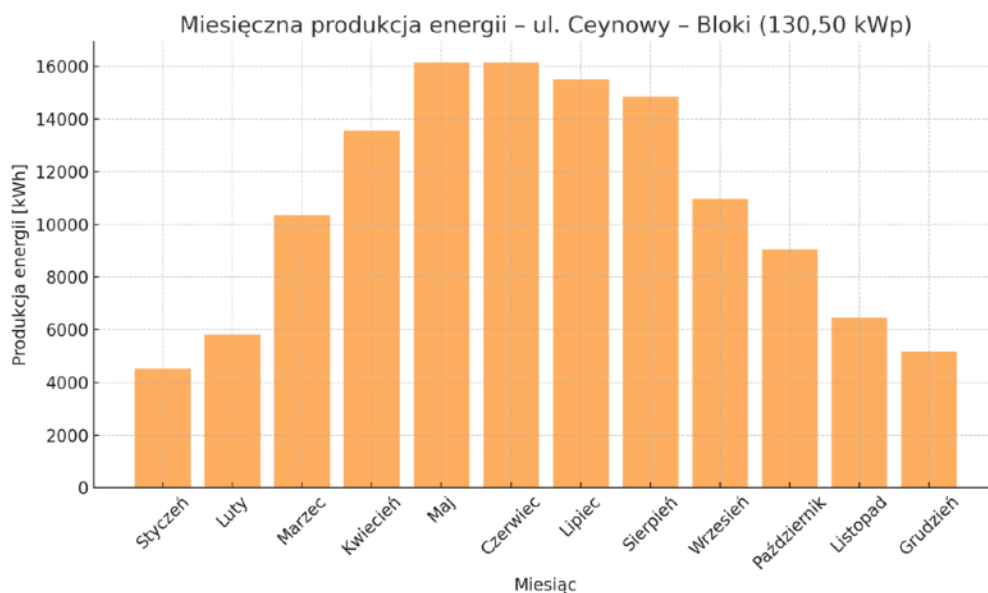
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
22	DR18	-	-	-	290	450	130,50

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii ul.Ceynowy Bloki

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	4521.83
Luty	4.5	5813.77
Marzec	8.0	10335.6
Kwiecień	10.5	13565.48
Maj	12.5	16149.38
Czerwiec	12.5	16149.38
Lipiec	12.0	15503.4
Sierpień	11.5	14857.43
Wrzesień	8.5	10981.58
Październik	7.0	9043.65
Listopad	5.0	6459.75
Grudzień	4.0	5167.8
Łącznie	99.5	128549.05





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.23. Ul. Młodzieżowa, ul. Sportowa - bloki

Zespół bloków mieszkalnych położony przy ul. Młodzieżowej i Sportowej dysponuje znaczną powierzchnią dachów o dobrej ekspozycji, co umożliwia instalację modułów fotowoltaicznych. Potencjał montażu można dodatkowo zwiększyć poprzez zastosowanie paneli BIPV na elewacjach.

Ze względu na charakter zabudowy i niski poziom auto-konsumpcji w miejscu wytwarzania, cała wyprodukowana energia będzie kierowana do klastra energetycznego. Lokalizacja pełnić będzie rolę typowego producenta energii, zasilając lokalny system i przyczyniając się do poprawy bilansu energetycznego oraz redukcji emisji zanieczyszczeń.





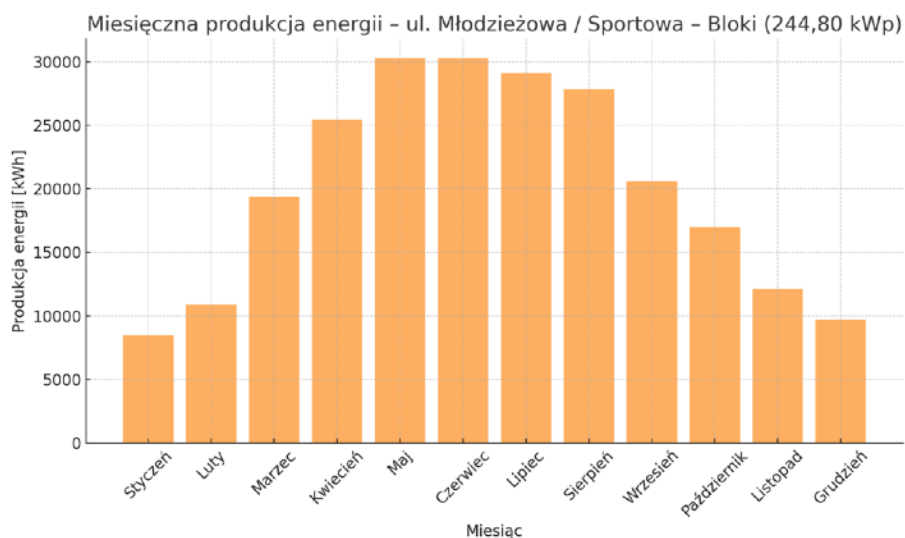
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
23	DR19	-	-	-	544	450	244,80

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii ul. Młodzieżowa Sportowa

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	8482.32
Luty	4.5	10905.84
Marzec	8.0	19388.16
Kwiecień	10.5	25446.96
Maj	12.5	30294.0
Czerwiec	12.5	30294.0
Lipiec	12.0	29082.24
Sierpień	11.5	27870.48
Wrzesień	8.5	20599.92
Październik	7.0	16964.64
Listopad	5.0	12117.6
Grudzień	4.0	9694.08
Łącznie	99.5	241140.24



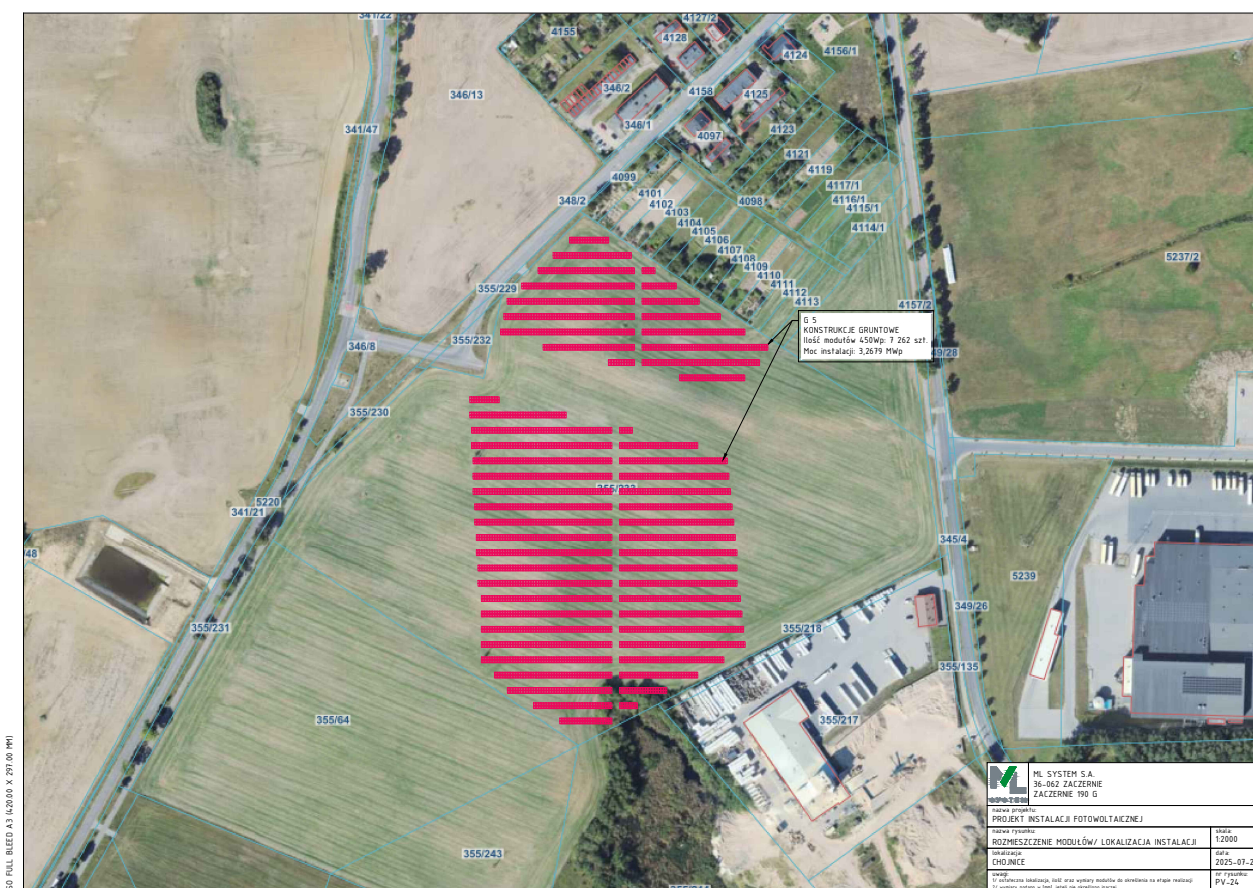


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.24. Ul. Igielska - teren Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Teren Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin przy ul. Igielskiej charakteryzuje się rozległymi dachami budynków oraz wolnymi przestrzeniami możliwymi do wykorzystania pod instalacje fotowoltaiczne, w tym również w formie instalacji gruntowych. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie znaczącej mocy wytwórczej.

Ze względu na niski poziom auto-konsumpcji w miejscu produkcji, obiekt pełnić będzie głównie rolę producenta energii na potrzeby klastra, zasilając lokalny system i zwiększając jego niezależność energetyczną.





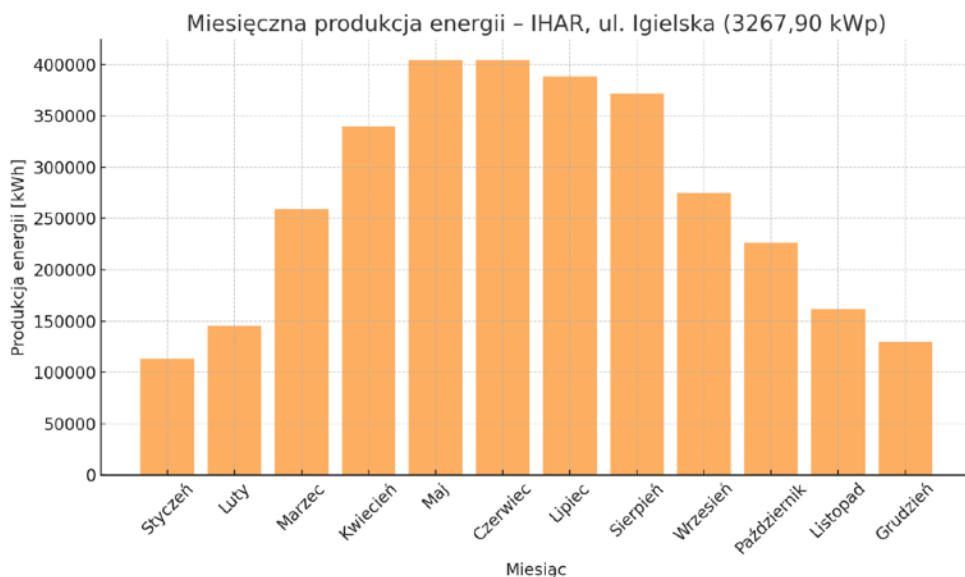
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
24	G5	-	-	-	7262	450	3267,90

G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc

Produkcja energii IHAR ul.Igielska

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	113232.74
Luty	4.5	145584.95
Marzec	8.0	258817.68
Kwiecień	10.5	339698.21
Maj	12.5	404402.62
Czerwiec	12.5	404402.62
Lipiec	12.0	388226.52
Sierpień	11.5	372050.42
Wrzesień	8.5	274993.79
Październik	7.0	226465.47
Listopad	5.0	161761.05
Grudzień	4.0	129408.84
Łącznie	99.5	3219044.91





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.25. Rejon ul. Przemysłowej - budynki

Teren przy ul. Przemysłowej w Chojnicach obejmuje obiekty przemysłowe oraz dostępne przestrzenie gruntowe, które umożliwiają montaż instalacji fotowoltaicznych o dużej mocy. Produkcja energii będzie w pierwszej kolejności pokrywać zapotrzebowanie własne odbiorców zlokalizowanych w tym rejonie, co pozwoli znacząco obniżyć ich koszty energii.

W momentach zwiększonej produkcji, zwłaszcza w słoneczne dni generujące piki wytwarzania, nadwyżki energii będą przekierowywane do innych członków klastra. Dzięki temu lokalizacja pełnić będzie równocześnie rolę producenta i konsumenta, zwiększając efektywność wykorzystania energii w ramach całego porozumienia.





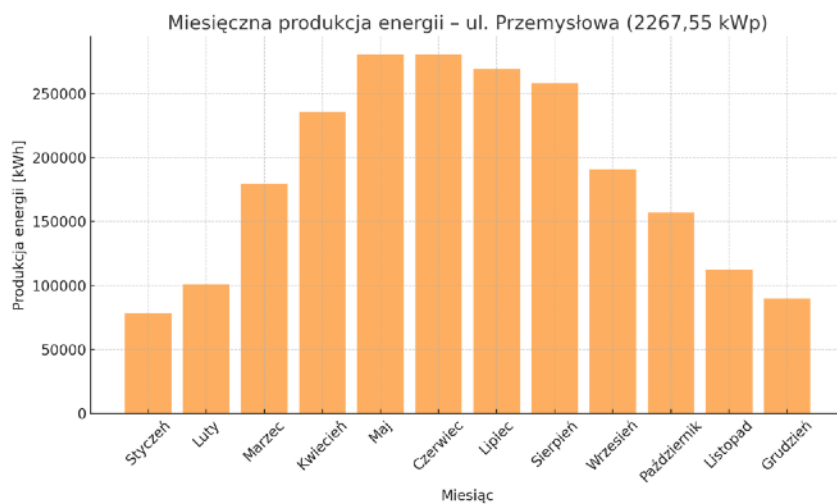
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
25	DR20-1	-	-	-	1237	450	556,65
	DR20-2	-	-	-	218	450	98,10
	DR20-3	-	-	-	178	450	80,10
	DR20-4	-	-	-	1608	450	723,60
	DR20-5	-	-	-	1798	450	809,10
					suma		2267,55

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii ul.Przemysłowa

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	78570.61
Luty	4.5	101019.35
Marzec	8.0	179589.96
Kwiecień	10.5	235711.82
Maj	12.5	280609.31
Czerwiec	12.5	280609.31
Lipiec	12.0	269384.94
Sierpień	11.5	258160.57
Wrzesień	8.5	190814.33
Październik	7.0	157141.22
Listopad	5.0	112243.73
Grudzień	4.0	89794.98
Łącznie	99.5	2233650.13





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.26. Ul. Obrońców Chojnic – bloki

Zespół budynków mieszkalnych przy ul. Obrońców Chojnic stanowi atrakcyjną lokalizację dla montażu instalacji fotowoltaicznych na dachach. Rozbudowana powierzchnia dachowa umożliwia uzyskanie znaczącej mocy wytwórczej, a dobra ekspozycja na słońce sprzyja wysokiej produktywności.

Ze względu na niski poziom auto-konsumpcji, lokalizacja ta będzie pełnić rolę typowego producenta energii, przekazując większość wytworzonej energii do klastra. Takie rozwiązanie pozwala na zwiększenie udziału czystej energii w lokalnym bilansie oraz poprawia bezpieczeństwo energetyczne pozostałych uczestników porozumienia.





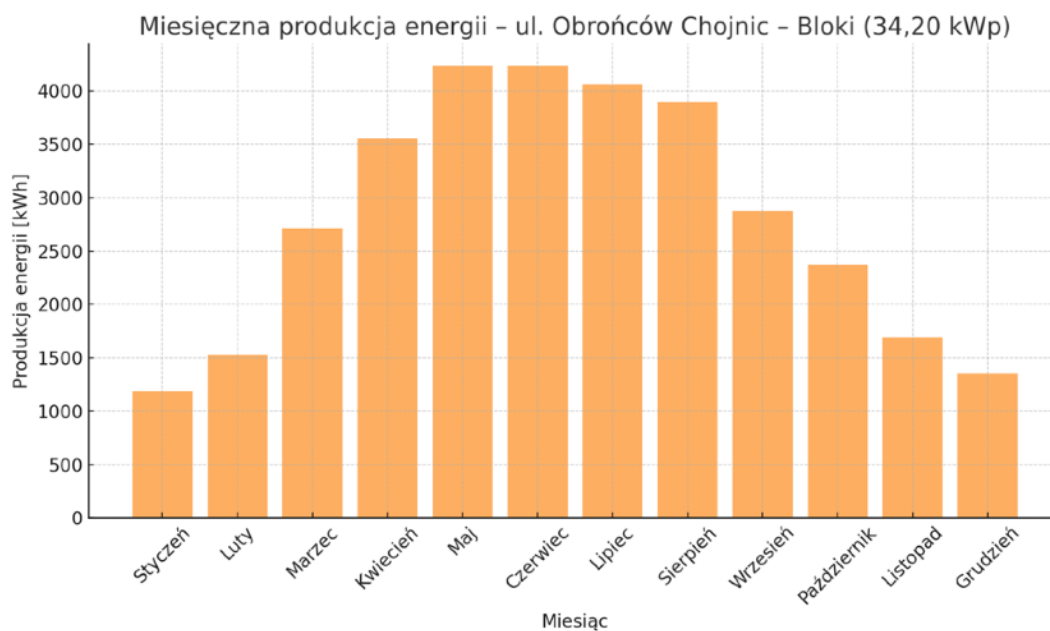
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
26	DR21	-	-	-	76	450	34,20

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii ul.Obrońców Chojnic

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	1185.03
Luty	4.5	1523.61
Marzec	8.0	2708.64
Kwiecień	10.5	3555.09
Maj	12.5	4232.25
Czerwiec	12.5	4232.25
Lipiec	12.0	4062.96
Sierpień	11.5	3893.67
Wrzesień	8.5	2877.93
Październik	7.0	2370.06
Listopad	5.0	1692.9
Grudzień	4.0	1354.32
Łącznie	99.5	33688.71





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.27. Ul. Wielewska - bloki

Zabudowa mieszkaniowa Towarzystwa Budownictwa Społecznego przy ul. Wielewskiej oferuje znaczący potencjał dla instalacji fotowoltaicznych na dachach budynków oraz ewentualnie na przyległych terenach. Ze względu na charakter zabudowy i stosunkowo niewielkie zużycie energii w godzinach największej produkcji, lokalizacja ta może pełnić rolę producenta energii na potrzeby klastra, przekazując nadwyżki do innych uczestników porozumienia.

Integracja tej lokalizacji z klastrem energii pozwoli zwiększyć udział energii odnawialnej w lokalnym bilansie oraz zmniejszyć emisję CO₂, wspierając realizację celów ekologicznych miasta.





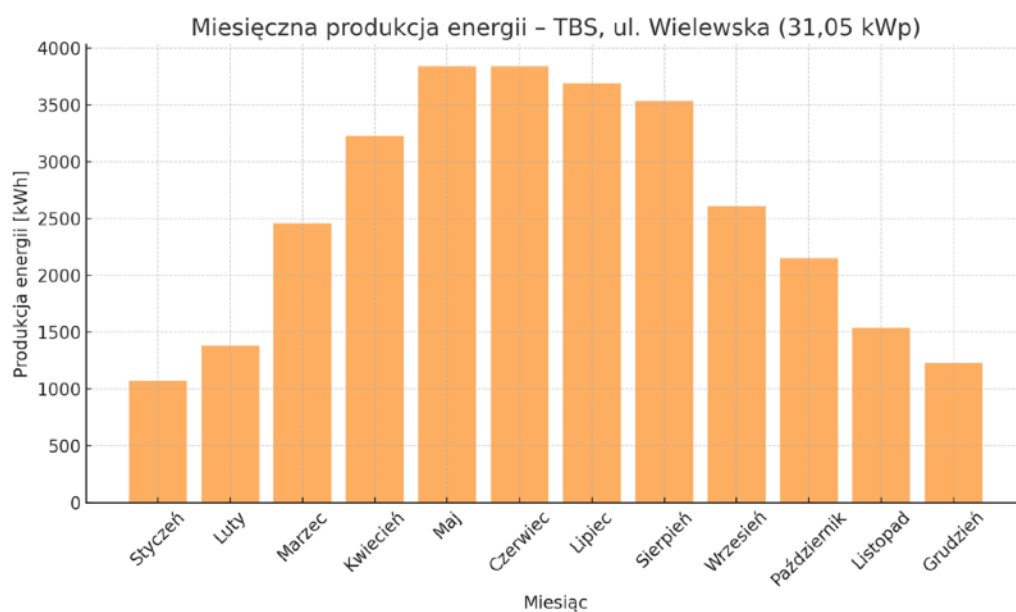
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
27	DR22	-	-	-	69	450	31,05

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii_PV TBS ul. Wielewska 31

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	1075.88
Luty	4.5	1383.28
Marzec	8.0	2459.16
Kwiecień	10.5	3227.65
Maj	12.5	3842.44
Czerwiec	12.5	3842.44
Lipiec	12.0	3688.74
Sierpień	11.5	3535.04
Wrzesień	8.5	2612.86
Październik	7.0	2151.77
Listopad	5.0	1536.98
Grudzień	4.0	1229.58
Łącznie	99.5	30585.82





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.28. Ul. Książąt Pomorskich – bloki

Zabudowa wielorodzinna przy ul. Książąt Pomorskich charakteryzuje się dużą powierzchnią dachów, co stwarza korzystne warunki do montażu instalacji fotowoltaicznych. Ze względu na stosunkowo niską auto-konsumpcję w godzinach szczytowej produkcji, lokalizacja ta pełniłaby w klastrze rolę producenta energii, przekazując nadwyżki do innych uczestników porozumienia.

Włączenie tego punktu do klastra energii pozwoli zwiększyć udział lokalnych źródeł odnawialnych w bilansie miasta oraz ograniczyć emisję CO₂, wspierając realizację celów środowiskowych.





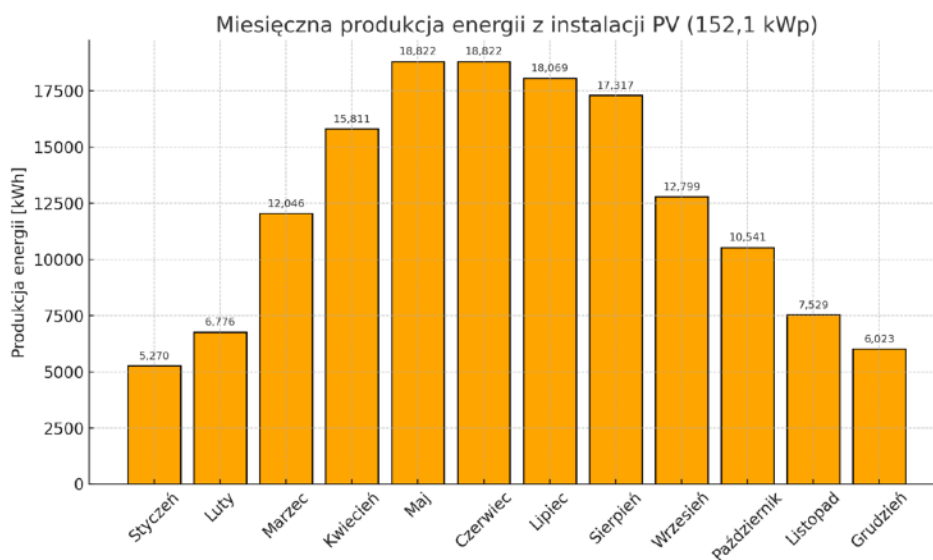
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
28	DR23	-	-	-	338	450	152,10

DR - moduły ramkowe na dachu

Produkcja energii Bloki ul.Książąt

Miesiąc	Udział %	Produkcja [kWh]
Styczeń	3.5	5270.27
Luty	4.5	6776.05
Marzec	8.0	12046.32
Kwiecień	10.5	15810.8
Maj	12.5	18822.38
Czerwiec	12.5	18822.38
Lipiec	12.0	18069.48
Sierpień	11.5	17316.58
Wrzesień	8.5	12799.22
Październik	7.0	10540.53
Listopad	5.0	7528.95
Grudzień	4.0	6023.16
Łącznie	99.5	149826.12





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.29. Ul. Kartuska - bloki

Na terenie zasobów Towarzystwa Budownictwa Społecznego przy ul. Kartuskiej powstanie instalacja fotowoltaiczna pełniąca rolę lokalnego źródła wytwórczego dla klastra energii. Produkowana energia nie będzie wykorzystywana wyłącznie na potrzeby budynków TBS – jej nadwyżki zostaną skierowane do zasilania innych uczestników klastra, takich jak jednostki samorządowe, spółki komunalne czy inne podmioty gospodarcze.

Takie podejście zwiększa elastyczność bilansowania energii w systemie, umożliwia optymalne wykorzystanie uzysków z instalacji oraz pozwala obniżyć koszty zakupu energii dla wielu odbiorców jednocześnie. Dzięki połączeniu z cyfrowym systemem rozliczeń możliwe będzie bieżące śledzenie przepływów energii pomiędzy członkami klastra i transparentne rozliczanie jej wartości według stawek wewnętrznych.

Projekt na ul. Kartuskiej stanowi przykład efektywnego wykorzystania zasobów dachowych w celu wsparcia całej wspólnoty energetycznej, wzmacniając niezależność energetyczną regionu i redukując emisje CO₂.



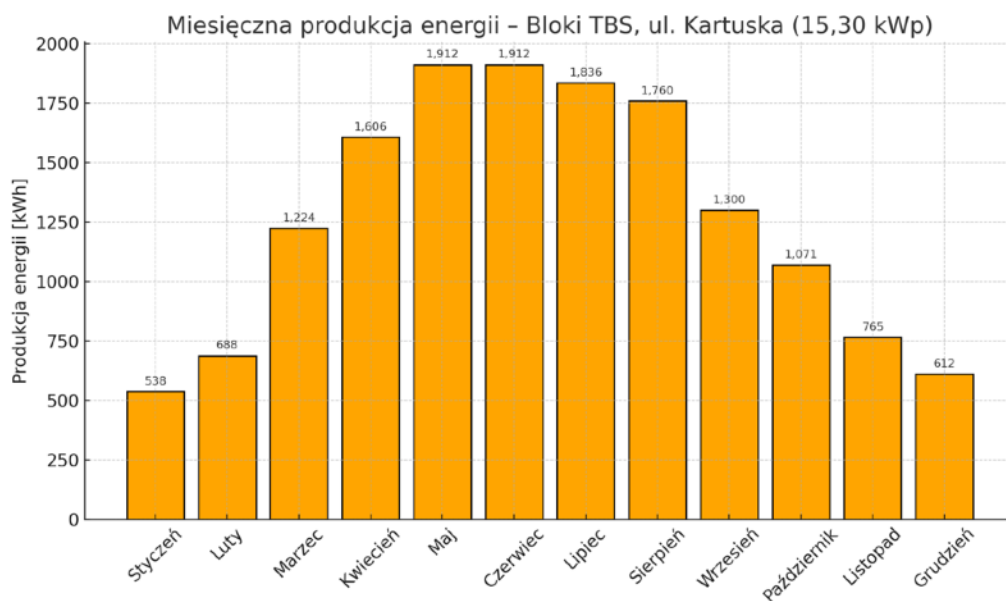


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
29	DR24	-	-	-	34	450	15,30

DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	538
Luty	4,5	688,5
Marzec	8	1224
Kwiecień	10,5	1606,5
Maj	12,5	1912,5
Czerwiec	12,5	1912,5
Lipiec	12	1836
Sierpień	11,5	1759,5
Wrzesień	8,5	1300,5
Październik	7	1071
Listopad	5	765
Grudzień	4	612
Łącznie	100	15300





Na dachach bloków przy ul. Jana Pawła planowana jest instalacja fotowoltaiczna pracująca jako źródło wytwórcze w ramach klastra energii. Produkcja w pierwszej kolejności pokryje potrzeby części wspólnych budynków, a nadwyżki będą kierowane do innych uczestników klastra zgodnie ze stawkami wewnętrznymi. System zostanie spięty z monitoringiem i rozliczeniami cyfrowymi (telemetria, bilansowanie między obiektowe), co umożliwi transparentne rozliczanie energii i optymalizację przepływów.

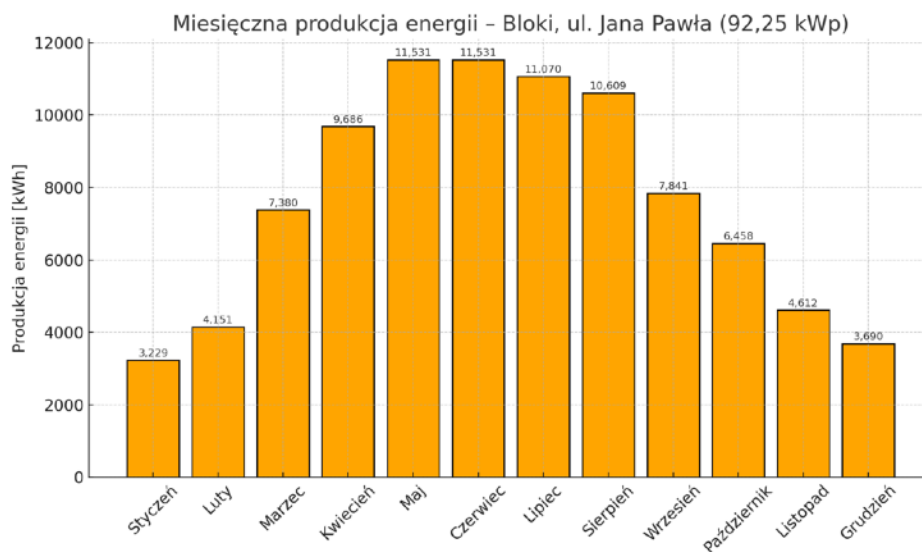


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
30	DR25	-	-	-	205	450	92,25

DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	3228,8
Luty	4,5	4151,3
Marzec	8	7380
Kwiecień	10,5	9686,3
Maj	12,5	11531,3
Czerwiec	12,5	11531,3
Lipiec	12	11070
Sierpień	11,5	10608,8
Wrzesień	8,5	7841,3
Październik	7	6457,5
Listopad	5	4612,5
Grudzień	4	3690
Łącznie	100	92250





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.31. Ul. Bruska 3 – blok

Na dachach budynków mieszkalnych przy ul. Bruska 3 zaplanowano instalację fotowoltaiczną pracującą w ramach lokalnego klastra energii. Jej głównym zadaniem będzie produkcja energii elektrycznej na potrzeby wspólnoty oraz dostarczanie nadwyżek do innych członków klastra – w tym obiektów użyteczności publicznej, jednostek gminnych i firm uczestniczących w systemie.

Całość zostanie zintegrowana z cyfrowym systemem monitorowania i rozliczeń, co umożliwi bieżące śledzenie uzysków oraz optymalne bilansowanie przepływów energii pomiędzy obiektami. Dzięki temu instalacja będzie nie tylko źródłem oszczędności, ale także istotnym elementem wzmocnienia niezależności energetycznej całej wspólnoty.

Projekt jest przykładem efektywnego zagospodarowania przestrzeni dachowej w zabudowie wielorodzinnej i przyczyni się do redukcji emisji CO₂ w skali lokalnej.



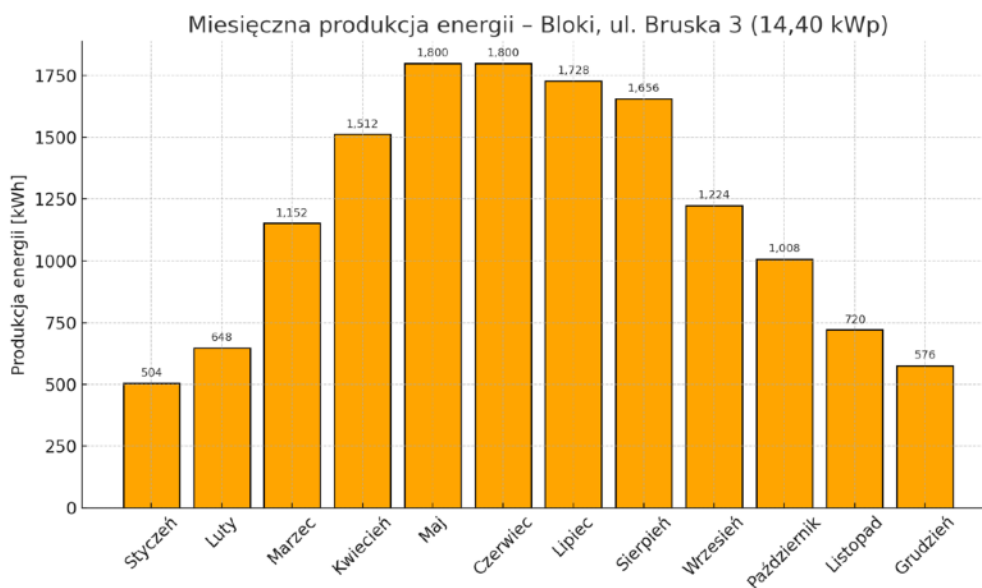


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
31	DR26	-	-	-	32	450	14,40

DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	504
Luty	4,5	648
Marzec	8	1152
Kwiecień	10,5	1512
Maj	12,5	1800
Czerwiec	12,5	1800
Lipiec	12	1728
Sierpień	11,5	1656
Wrzesień	8,5	1224
Październik	7	1008
Listopad	5	720
Grudzień	4	576
Łącznie	100	14400





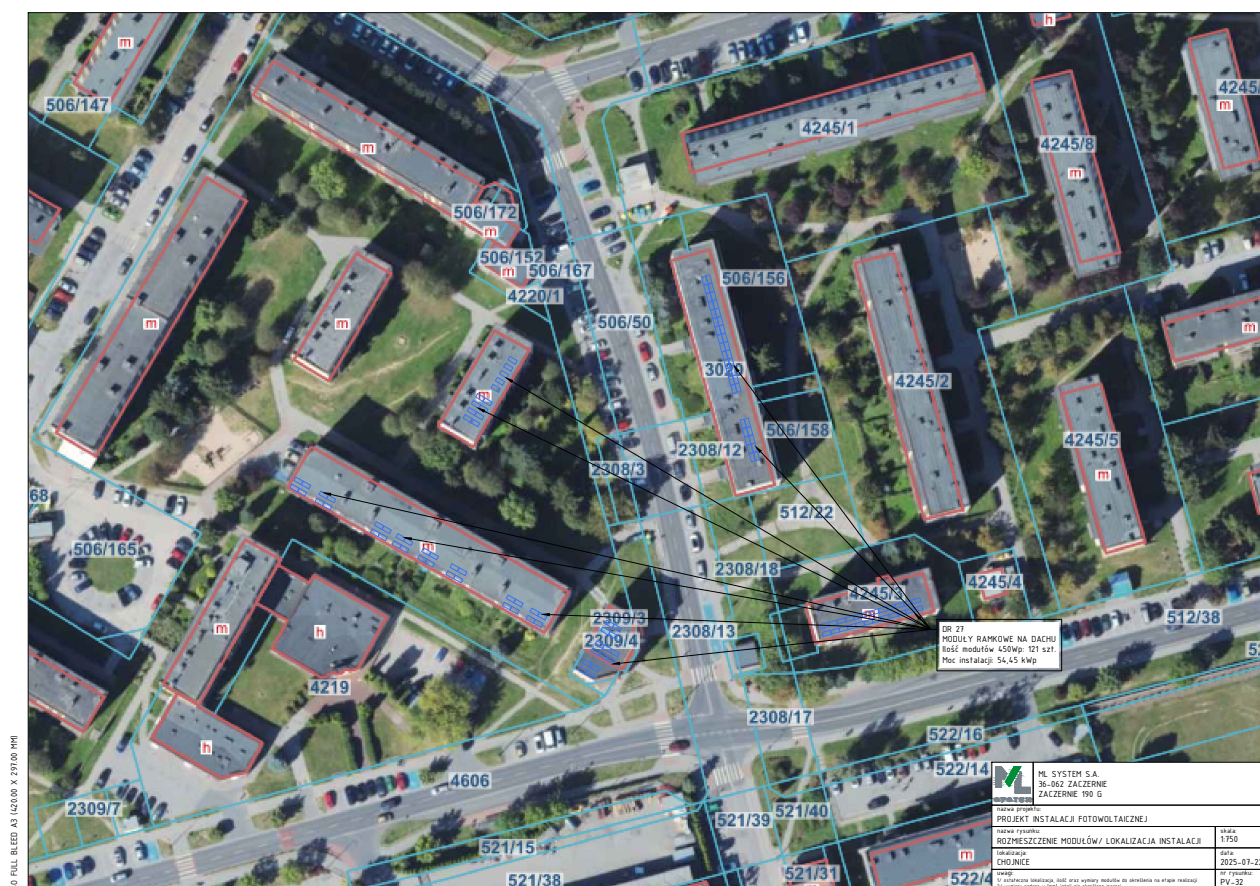
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.32. Ul. Filomatów – bloki

Na dachach bloków mieszkalnych przy ul. Filomatów powstanie instalacja fotowoltaiczna zaprojektowana jako lokalne źródło wytwórcze w ramach klastra energii. Jej zadaniem będzie nie tylko zaspokojenie części potrzeb energetycznych budynków, ale także przekazywanie nadwyżek do innych członków klastra — w tym jednostek samorządowych, obiektów użyteczności publicznej czy lokalnych przedsiębiorstw.

Produkcja energii będzie na bieżąco monitorowana przez system telemetryczny, a rozliczenia będą prowadzone w oparciu o stawki wewnętrzne klastra. Dzięki temu możliwe będzie pełne wykorzystanie potencjału instalacji i obniżenie kosztów energii dla wielu odbiorców jednocześnie.

Projekt na ul. Filomatów to przykład efektywnego wykorzystania przestrzeni dachowej w zabudowie wielorodzinnej, który wspiera niezależność energetyczną wspólnoty i przyczynia się do redukcji emisji CO₂ w regionie.



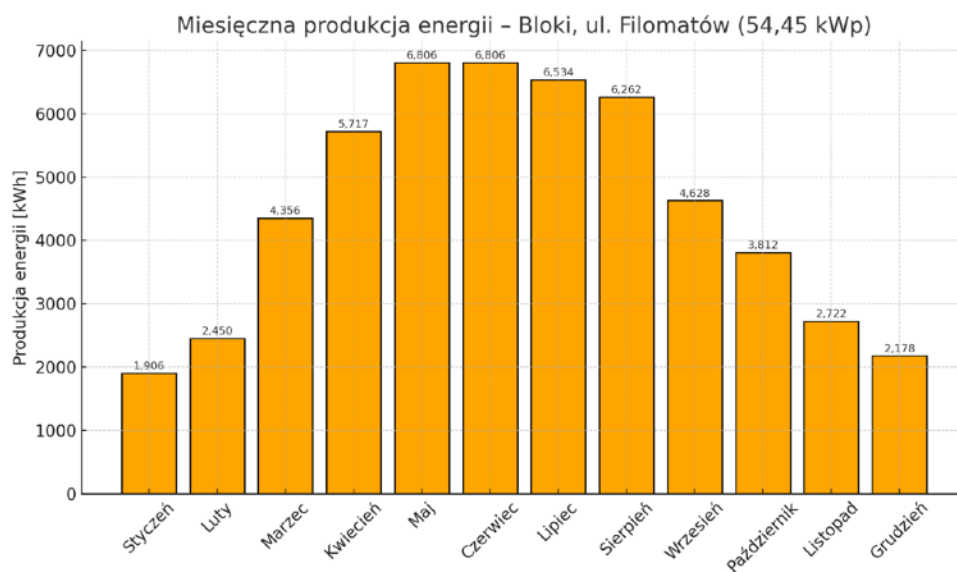


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
32	DR27	-	-	-	121	450	54,45

DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	1905,8
Luty	4,5	2450,3
Marzec	8	4356
Kwiecień	10,5	5717,3
Maj	12,5	6806,3
Czerwiec	12,5	6806,3
Lipiec	12	6534
Sierpień	11,5	6261,8
Wrzesień	8,5	4628,3
Październik	7	3811,5
Listopad	5	2722,5
Grudzień	4	2178
Łącznie	100	54450



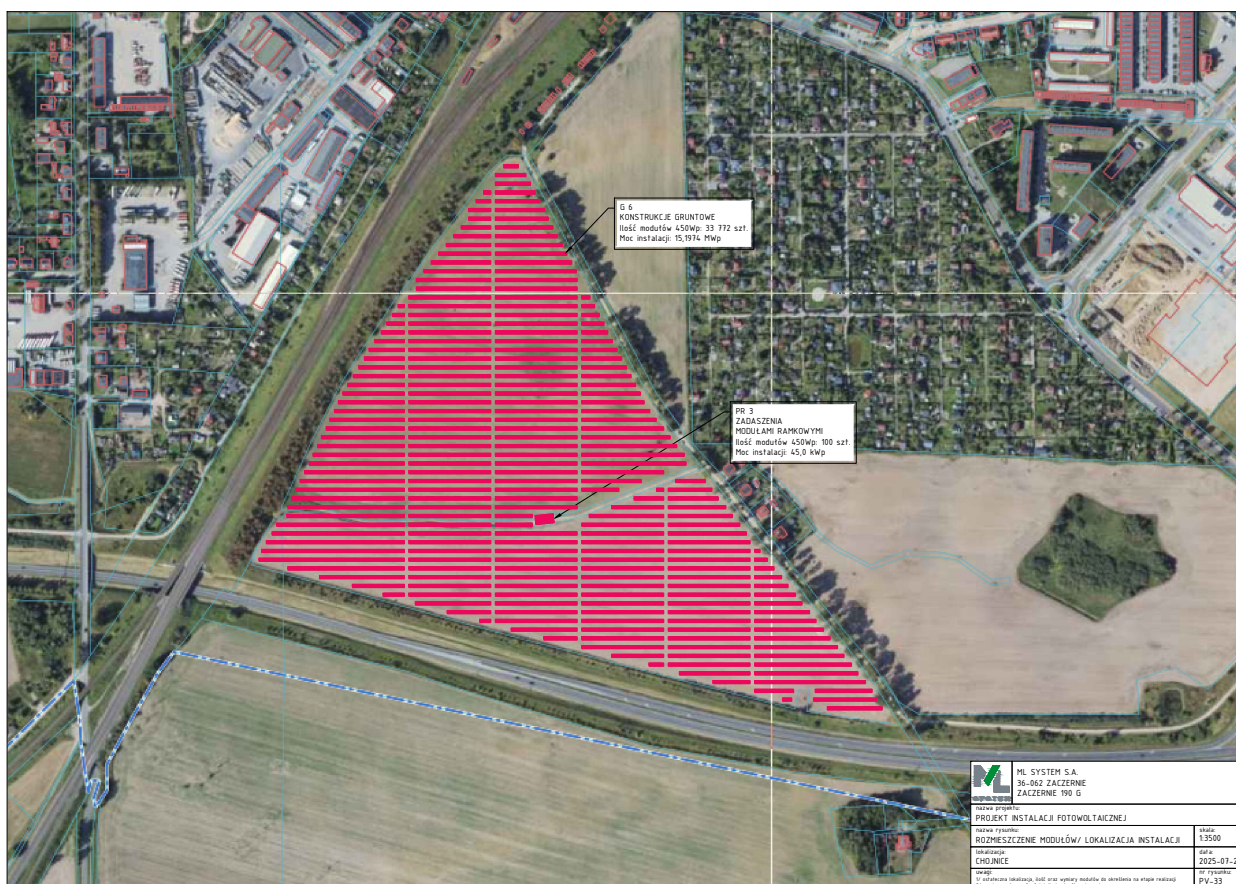


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.33. Ul. Czarna Droga - teren Instytutu i Aklimatyzacji Roślin oraz plac separatorów

Projekt łączy klasyczną farmę fotowoltaiczną z modułowymi zadaszeniami (carportami) przystosowanymi do obsługi transportu ciężkiego (TIR/autobusy). Część naziemna zapewnia wysoki wolumen produkcji energii, a zadaszenia nad stanowiskami postojowymi i serwisowymi doładowują flotę oraz ograniczają koszty mocy szczytowej. Konstrukcje stalowe o zwiększonej nośności, moduły (opcjonalnie bifacjalne) i większe kąty nachylenia sprzyjają uzyskowi oraz odprowadzeniu śniegu.

Układ przewiduje: sekcje DC z łącznikami stringów, falowniki centralne/stringowe, rozdzielnice AC, licznik dwukierunkowy oraz integrację z magazynem energii (BESS) dla peak-shaving i rezerw. System telemetryczny zapewnia monitoring uzysków i rozliczenia wewnątrz klastra (zasilanie innych członków, gdy flota nie pobiera energii). W wariantie rozszerzonym możliwa jest infrastruktura szybkiego ładowania pojazdów ciężkich oraz integracja z H₂ (elektrolizer/stacja tankowania) na potrzeby transportu.



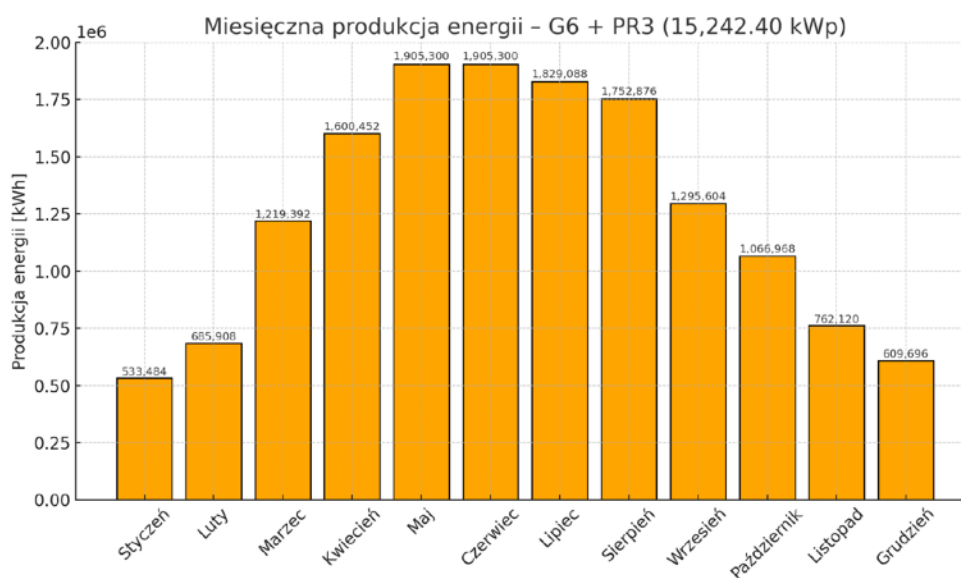


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
33	G6	-	-	-	33772	450	15197,40
	PR3	-	-	-	100	450	45,00

G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc, PR - pergola na modułach ramkowych

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	533484
Luty	4,5	685908
Marzec	8	1219392
Kwiecień	10,5	1600452
Maj	12,5	1905300
Czerwiec	12,5	1905300
Lipiec	12	1829088
Sierpień	11,5	1752876
Wrzesień	8,5	1295604
Październik	7	1066968
Listopad	5	762120
Grudzień	4	609696
Łącznie	100	15242400





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.34. Zbiornik retencyjny „Sobierajczyka”

Teren zbiornika retencyjnego o charakterze suchym przy ul. Działkowej zostanie zagospodarowany pod instalację fotowoltaiczną w układzie naziemnym. Konstrukcje wsporcze modułów zostaną dostosowane do warunków gruntowych oraz konieczności zachowania funkcji retencyjnych zbiornika, dzięki czemu inwestycja nie wpłynie negatywnie na gospodarkę wodną terenu.

Wytworzona energia będzie w całości kierowana do klastra energii, gdzie zasili innych uczestników – w szczególności obiekty o dużym, stałym zapotrzebowaniu, takie jak oczyszczalnie ścieków, obiekty użyteczności publicznej czy infrastrukturę transportową.

System zostanie wyposażony w monitoring produkcji, zdalne zarządzanie oraz opcję rozbudowy o magazyn energii (BESS), co umożliwi zwiększenie auto-konsumpcji w godzinach szczytu i bilansowanie dobowo-sezonowe.



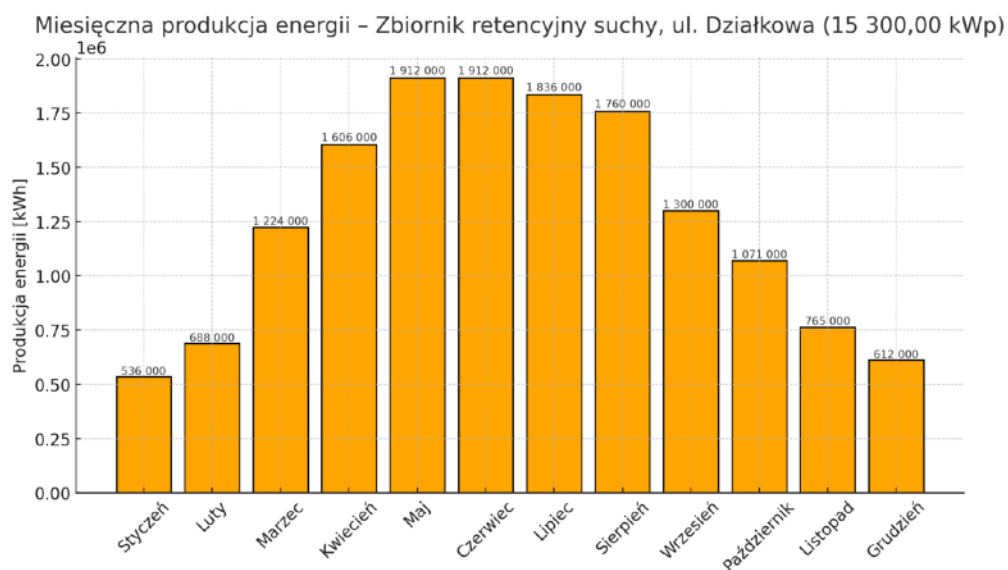


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
34	ZRGR1	-	-	-	34000	450	15300,00

ZRGR - zbiornik retencyjny grunt ramka

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	535500
Luty	4,5	688500
Marzec	8	1224000
Kwiecień	10,5	1606500
Maj	12,5	1912500
Czerwiec	12,5	1912500
Lipiec	12	1836000
Sierpień	11,5	1759500
Wrzesień	8,5	1300500
Październik	7	1071000
Listopad	5	765000
Grudzień	4	612000
Łącznie	100	15300000





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.35. Ul. Parkowa - parking

Na terenie parkingu przy ul. Parkowej zaplanowano budowę zadaszeń fotowoltaicznych (carportów), które będą pełnić funkcję zarówno osłony dla pojazdów, jak i źródła energii elektrycznej. Instalacja zostanie włączona w system klastra energii, a wytworzona energia będzie w pierwszej kolejności wykorzystywana lokalnie, natomiast nadwyżki będą kierowane do innych członków klastra.

Projekt zakłada możliwość rozbudowy infrastruktury o punkty ładowania pojazdów elektrycznych (ładowarki AC i DC), co pozwoli w pełni wykorzystać potencjał zadaszeń PV w transporcie. Dzięki integracji z systemem telemetrycznym, operator klastra będzie mógł bilansować produkcję i zużycie w czasie rzeczywistym, zapewniając maksymalną efektywność i optymalizację kosztów energii.



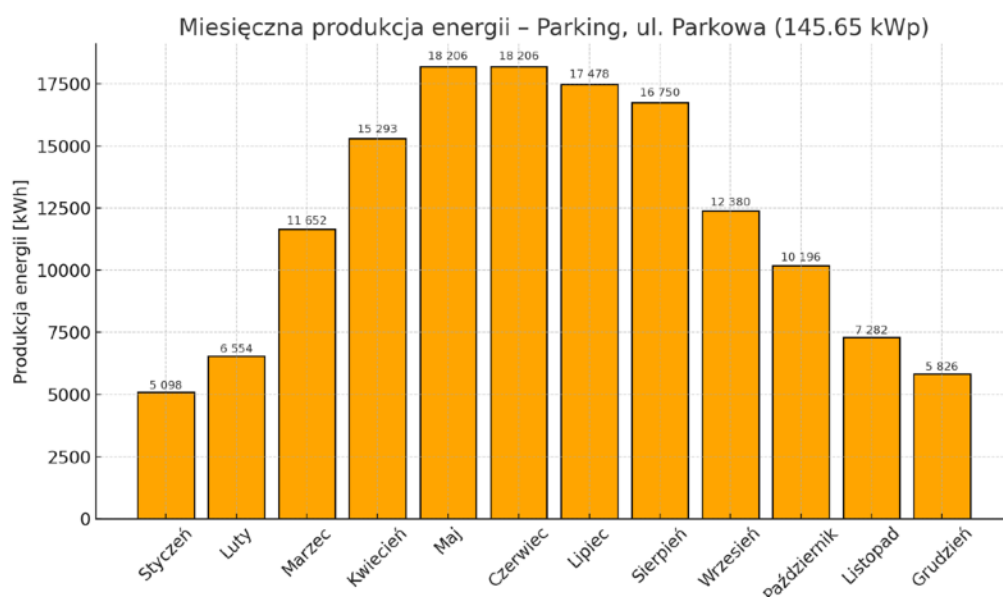


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
35	CPR15	4	-	-	27	400	10,80
	CPR16	49	-	-	327	400	130,80
	DR28	-	-	-	9	450	4,05

CPR - zadaszenia parkingowe, DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	5097,8
Luty	4,5	6554,2
Marzec	8	11652
Kwiecień	10,5	15293,2
Maj	12,5	18206,2
Czerwiec	12,5	18206,2
Lipiec	12	17478
Sierpień	11,5	16749,8
Wrzesień	8,5	12380,2
Październik	7	10195,5
Listopad	5	7282,5
Grudzień	4	5826
Łącznie	100	145650





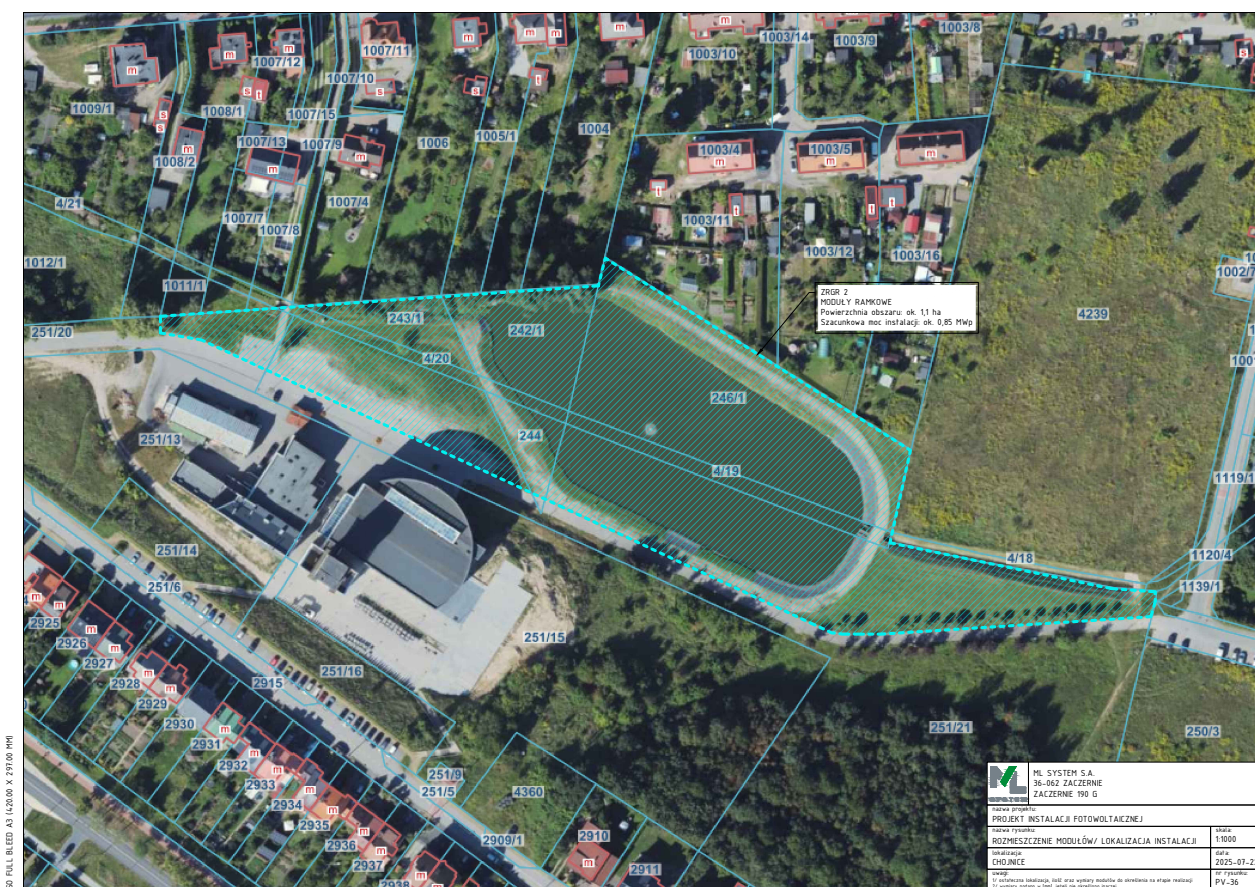
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.36. Zbiornik retencyjny „Fatimska”

Na terenie suchego zbiornika retencyjnego przy Alei Matki Bożej Fatimskiej planowana jest naziemna instalacja fotowoltaiczna. Konstrukcje wsporcze modułów zostaną dostosowane do warunków gruntowych i wymogów retencji, tak aby inwestycja nie ograniczała funkcji przeciwpowodziowych obiektu.

Wytwarzana energia zostanie włączona do systemu klastra i kierowana do odbiorców o stałym profilu zużycia, takich jak obiekty komunalne czy infrastruktura techniczna. W projekcie przewiduje się możliwość integracji z magazynem energii, co pozwoli na wyrównanie mocy szczytowych oraz zwiększenie autokonsumpcji.

Całość będzie objęta systemem telemetrycznym, a rozliczenia wewnętrzne w ramach klastra zapewnią transparentne i bieżące śledzenie uzysków. W wariantie rozszerzonym możliwe będzie zastosowanie modułów bifacialnych oraz regulowanych kątów nachylenia, aby maksymalizować uzysk energii w skali roku.



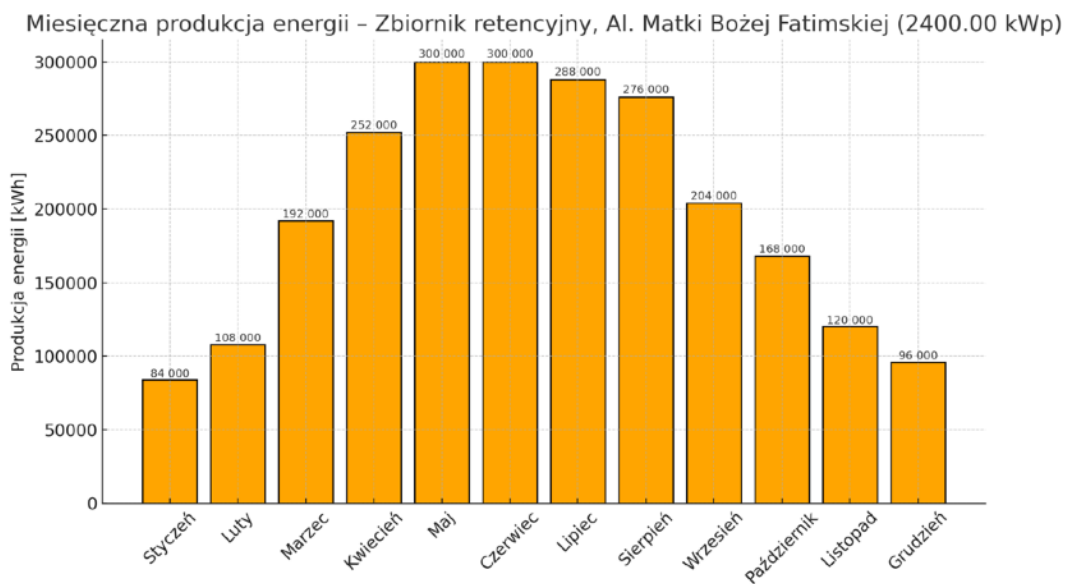


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
36	ZRGR2	-	-	-	1888	450	850,00

ZRGR - zbiornik retencyjny grunt ramka

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	84000
Luty	4,5	108000
Marzec	8	192000
Kwiecień	10,5	252000
Maj	12,5	300000
Czerwiec	12,5	300000
Lipiec	12	288000
Sierpień	11,5	276000
Wrzesień	8,5	204000
Październik	7	168000
Listopad	5	120000
Grudzień	4	96000
Łącznie	100	2400000





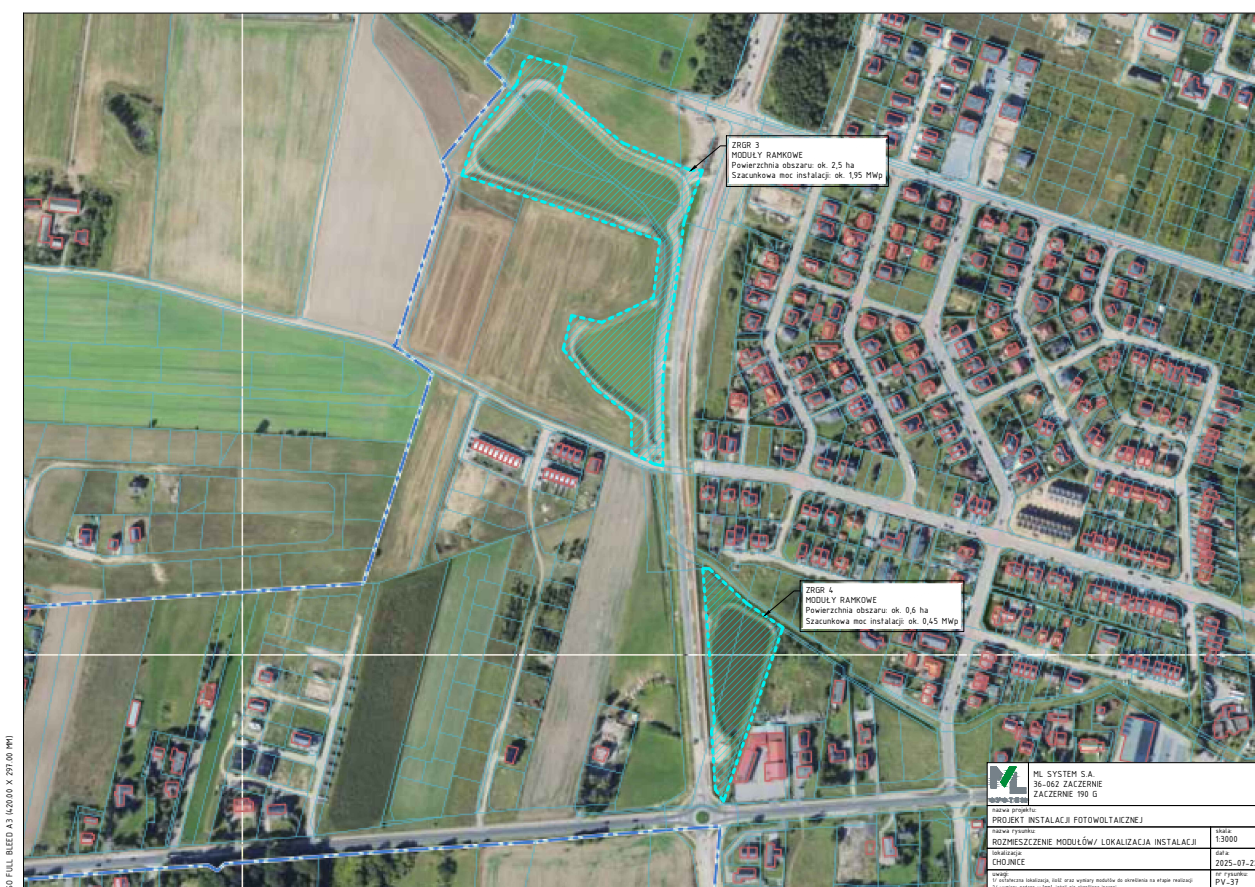
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.37. Zbiorniki retencyjne „Zachodni” oraz zb. ret „Zachodni-Człuchowska”

Na terenie suchego zbiornika retencyjnego w rejonie Zachodniego Obejścia przewidziano budowę naziemnej instalacji fotowoltaicznej. Konstrukcja wsporcza modułów zostanie zaprojektowana z uwzględnieniem warunków gruntowych oraz konieczności zachowania przepustowości i funkcji retencyjnych obiektu.

Energia produkowana przez instalację będzie zasilać klaster energii, a nadwyżki zostaną skierowane do odbiorców o stałym zapotrzebowaniu, takich jak infrastruktura techniczna czy obiekty gminne. W projekcie uwzględniono możliwość podłączenia magazynu energii (BESS) w celu optymalizacji zużycia i bilansowania mocy w czasie rzeczywistym.

System telemetryczny zapewni pełen monitoring uzysków i transparentne rozliczenia między członkami klastra. Opcjonalne zastosowanie modułów bifacialnych oraz regulowanych kątów nachylenia pozwoli na zwiększenie uzysków rocznych i lepsze wykorzystanie dostępnej przestrzeni.



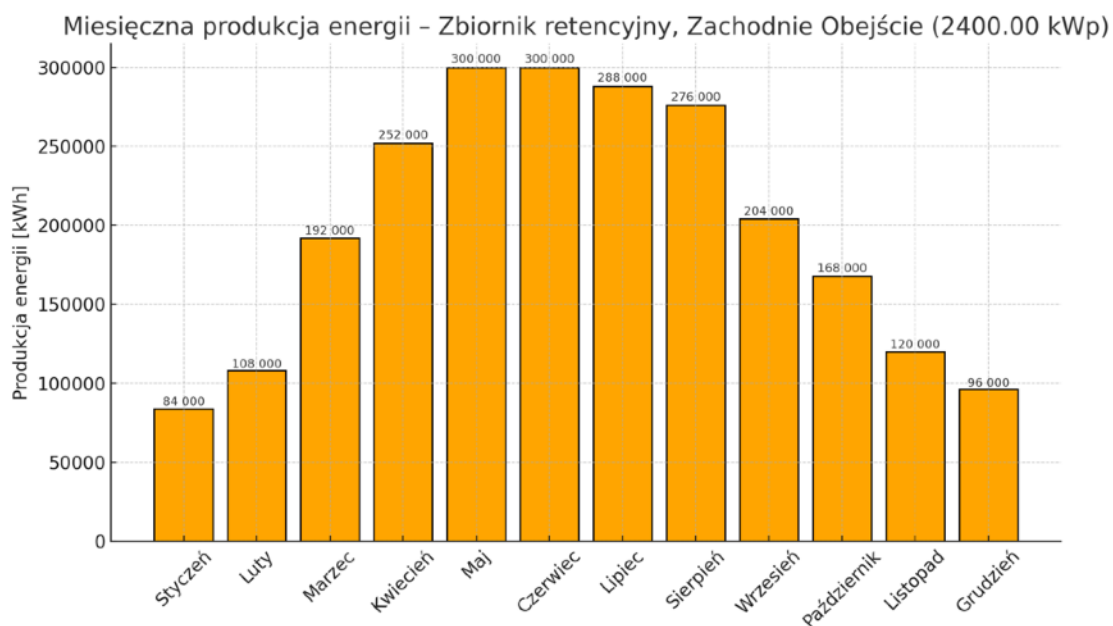


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
37	ZRGR3	-	-	-	4333	450	1950,00
	ZRGR4	-	-	-	1000	450	450,00

ZRGR - zbiornik retencyjny grunt ramka

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	84000
Luty	4,5	108000
Marzec	8	192000
Kwiecień	10,5	252000
Maj	12,5	300000
Czerwiec	12,5	300000
Lipiec	12	288000
Sierpień	11,5	276000
Wrzesień	8,5	204000
Październik	7	168000
Listopad	5	120000
Grudzień	4	96000
Łącznie	100	2400000





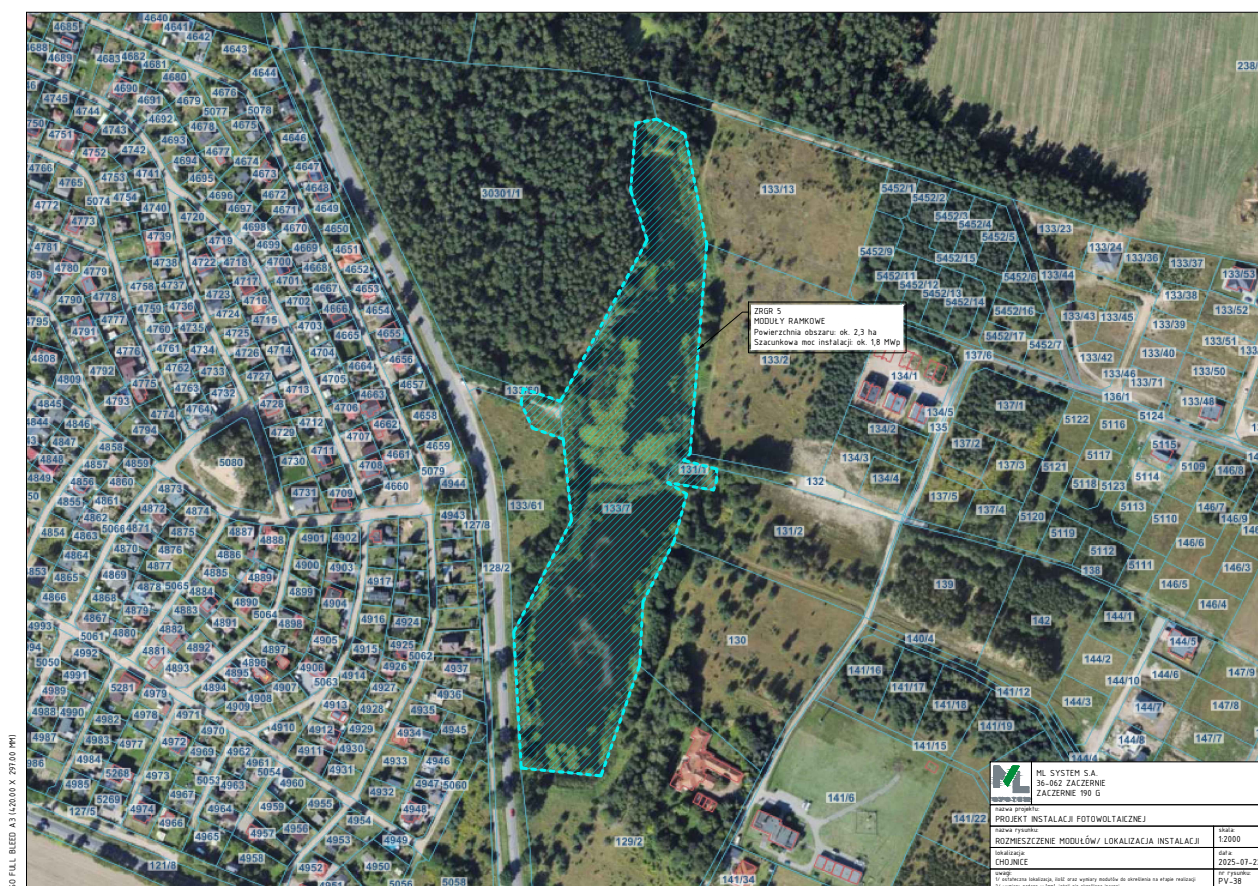
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.38. Zbiornik retencyjny – „Karolewo”

Na terenie suchego zbiornika retencyjnego przy Drodze Charzykowskiej planowana jest instalacja fotowoltaiczna w układzie naziemnym. Konstrukcje modułów zostaną dostosowane do specyficznych warunków gruntowych oraz konieczności zachowania funkcji retencyjnych obiektu, tak aby inwestycja była bezpieczna i zgodna z przeznaczeniem terenu.

Wytwarzana energia elektryczna będzie kierowana do systemu klastra energii, gdzie zasili zarówno odbiorców lokalnych, jak i strategiczną infrastrukturę techniczną. System rozliczeń wewnętrznych w ramach klastra zapewni transparentne i efektywne wykorzystanie nadwyżek, a zastosowanie magazynu energii pozwoli na stabilizację dostaw w godzinach szczytowych.

Projekt przewiduje możliwość zwiększenia efektywności produkcji poprzez użycie modułów bifacialnych oraz regulowanych konstrukcji, co pozwoli na lepsze dopasowanie kąta nachylenia paneli do warunków sezonowych.



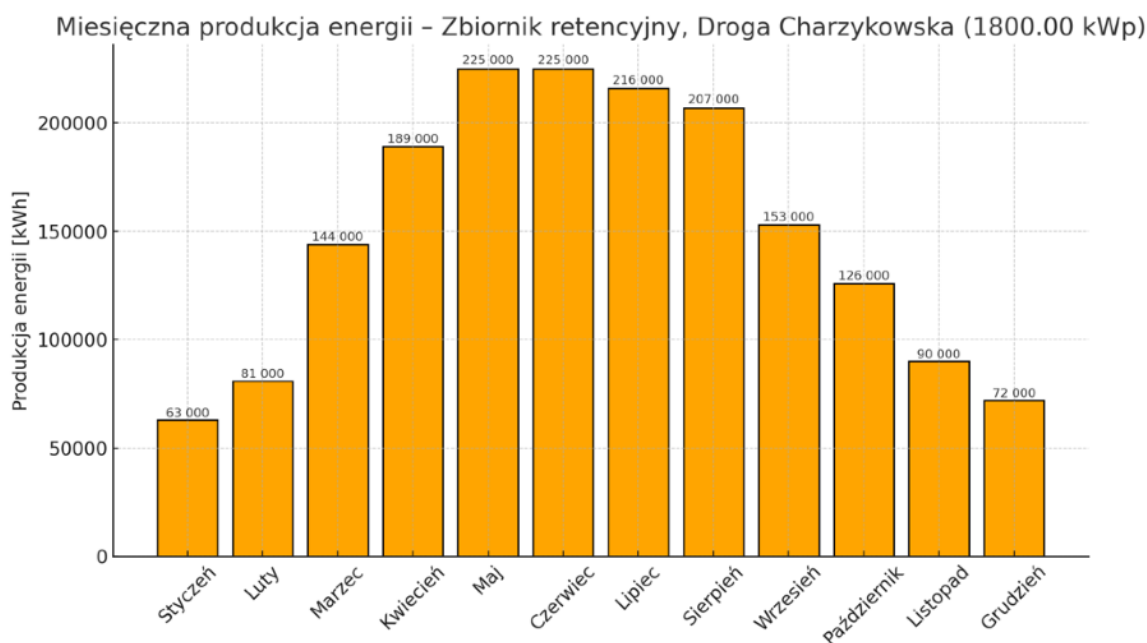


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
38	ZRGR5	-	-	-	4000	450	1800,00

ZRGR - zbiornik retencyjny grunt ramka

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	63000
Luty	4,5	81000
Marzec	8	144000
Kwiecień	10,5	189000
Maj	12,5	225000
Czerwiec	12,5	225000
Lipiec	12	216000
Sierpień	11,5	207000
Wrzesień	8,5	153000
Październik	7	126000
Listopad	5	90000
Grudzień	4	72000
Łącznie	100	1800000





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.39. Plac Niepodległości - parking

Na terenie parkingu przy Placu Niepodległości planowana jest budowa zadaszeń fotowoltaicznych typu carport. Konstrukcje będą pełnić podwójną funkcję – ochrony pojazdów przed warunkami atmosferycznymi oraz wytwarzania energii elektrycznej.

Instalacja zostanie włączona do systemu klastra energii, a wyprodukowana energia będzie wykorzystywana w pierwszej kolejności na potrzeby lokalne, z możliwością przesyłania nadwyżek do innych członków klastra. Projekt przewiduje opcję integracji z punktami ładowania pojazdów elektrycznych (ładowarki AC i DC), co pozwoli na efektywne wykorzystanie energii na miejscu i rozwój infrastruktury elektromobilności.

System telemetryczny umożliwi bieżący monitoring uzysków oraz transparentne rozliczenia w ramach klastra. Dzięki zastosowaniu modułów o wysokiej sprawności i optymalnemu ustawieniu zadaszeń, możliwe będzie uzyskanie wysokiej produktywności w skali roku, co przełoży się na istotne oszczędności i korzyści środowiskowe.



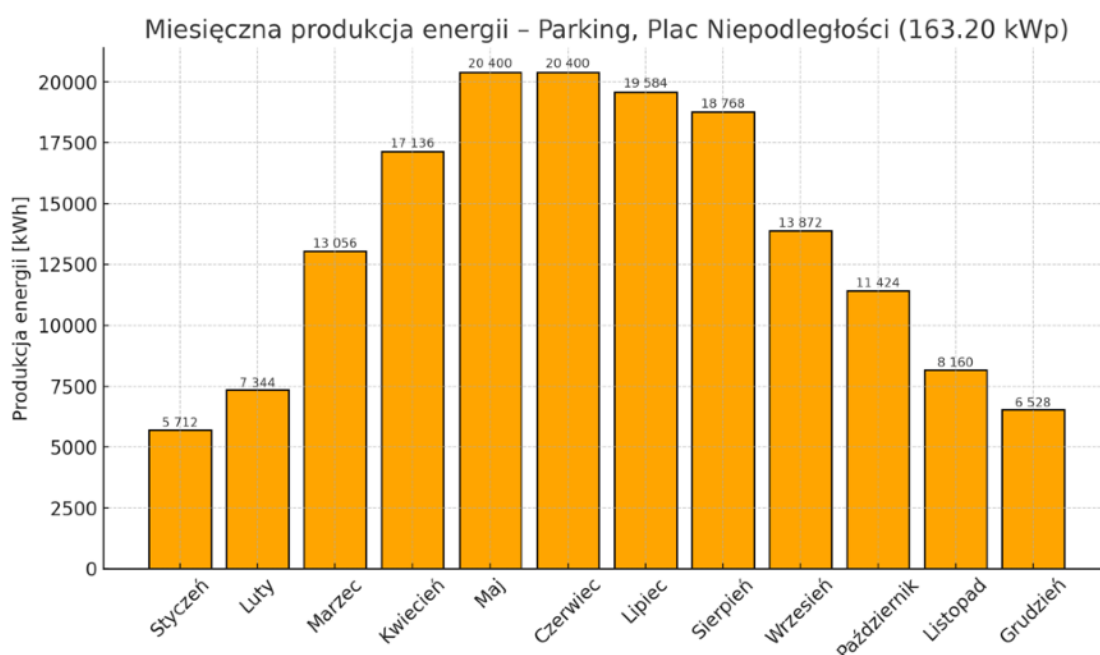


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KŁASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
39	CPR17	62	-	-	408	400	163,20

CPR - zadaszenia parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	5712
Luty	4,5	7344
Marzec	8	13056
Kwiecień	10,5	17136
Maj	12,5	20400
Czerwiec	12,5	20400
Lipiec	12	19584
Sierpień	11,5	18768
Wrzesień	8,5	13872
Październik	7	11424
Listopad	5	8160
Grudzień	4	6528
Łącznie	100	163200





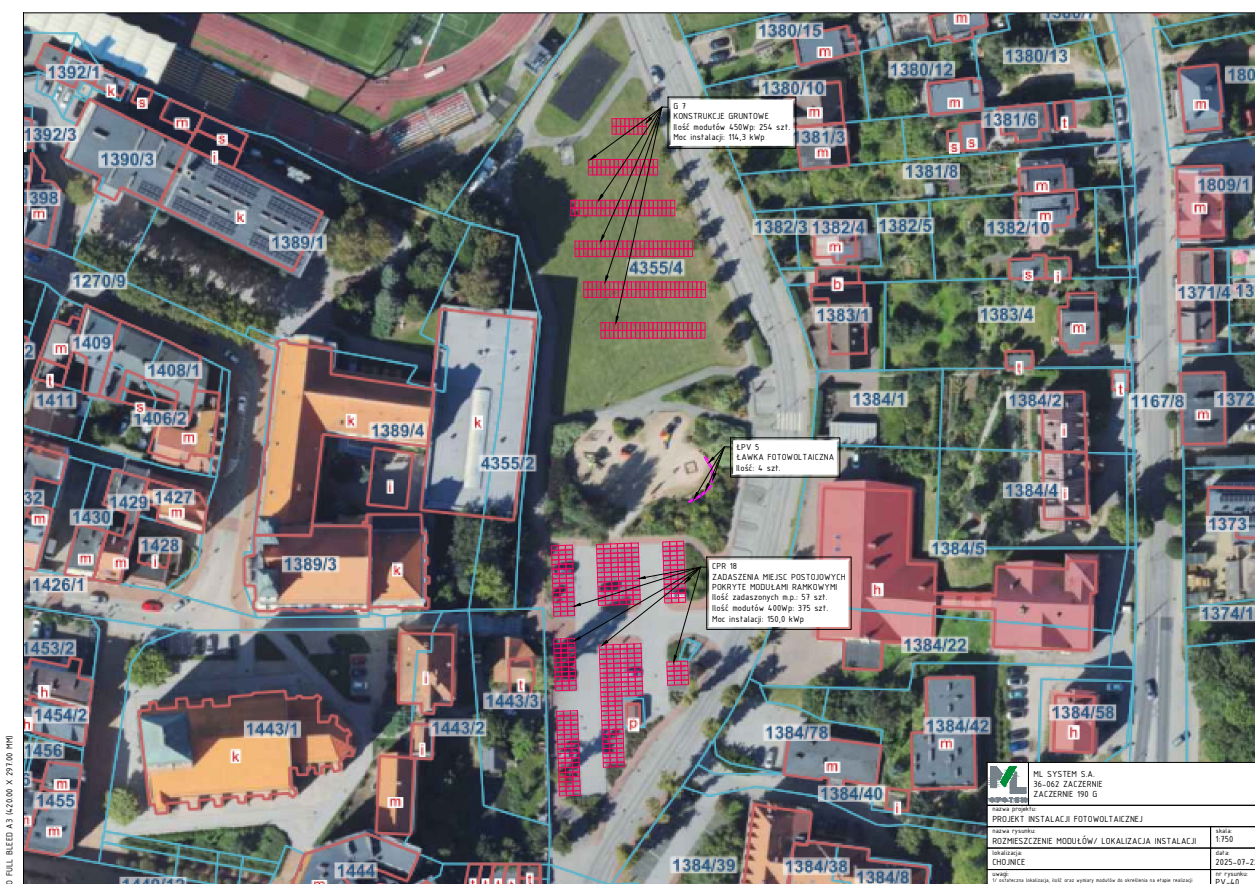
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.40. Ul. Okrężna - parking oraz teren zielony

Projekt zakłada budowę zadaszeń fotowoltaicznych typu carport nad miejscami postojowymi przy ul. Okrężnej oraz montaż dodatkowych modułów PV na przyległym terenie zielonym. Takie połączenie pozwoli na maksymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni – zarówno w części utwardzonej, jak i na gruncie – w celu zwiększenia mocy wytwórczej instalacji.

Wyprodukowana energia zostanie włączona do systemu klastra energii, z przeznaczeniem do zasilania lokalnych odbiorców oraz przesyłania nadwyżek do innych członków klastra. Zadaszenia carportów będą mogły zostać wyposażone w punkty ładowania pojazdów elektrycznych, a moduły naziemne na terenie zielonym zostaną zamontowane na konstrukcjach o optymalnym kącie nachylenia, co pozwoli zwiększyć uzysk roczny.

System telemetryczny oraz rozliczenia wewnętrzne umożliwią bieżące monitorowanie produkcji, optymalizację przepływów i pełną transparentność rozliczeń. Projekt ma na celu zwiększenie lokalnej niezależności energetycznej oraz redukcję emisji CO₂, jednocześnie poprawiając funkcjonalność i estetykę przestrzeni.



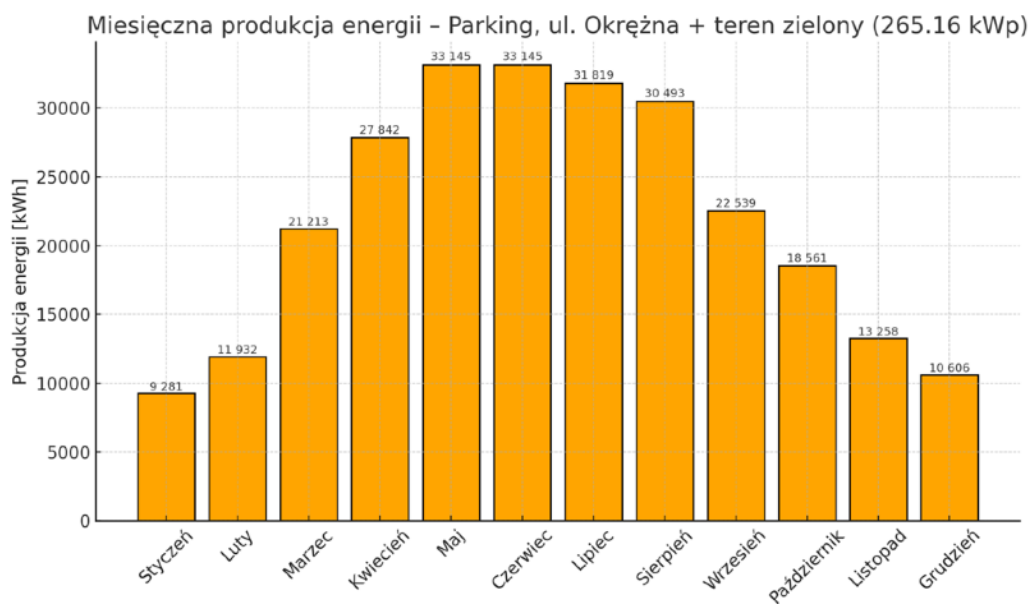


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
40	CPR18	57	-	-	375	400	150,00
	ŁPV5	-	4	-	-	215	0,86
	G7	-	-	-	254	450	114,30
					suma		265,16

CPR - zadaszania parkingowe, ŁPV - ławka fotowoltaiczna z zadaszaniem PV z ładowaniem telefonu, G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	9280,6
Luty	4,5	11932,2
Marzec	8	21212,8
Kwiecień	10,5	27841,8
Maj	12,5	33145
Czerwiec	12,5	33145
Lipiec	12	31819,2
Sierpień	11,5	30493,4
Wrzesień	8,5	22538,6
Październik	7	18561,2
Listopad	5	13258
Grudzień	4	10606,4
Łącznie	100	265160





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

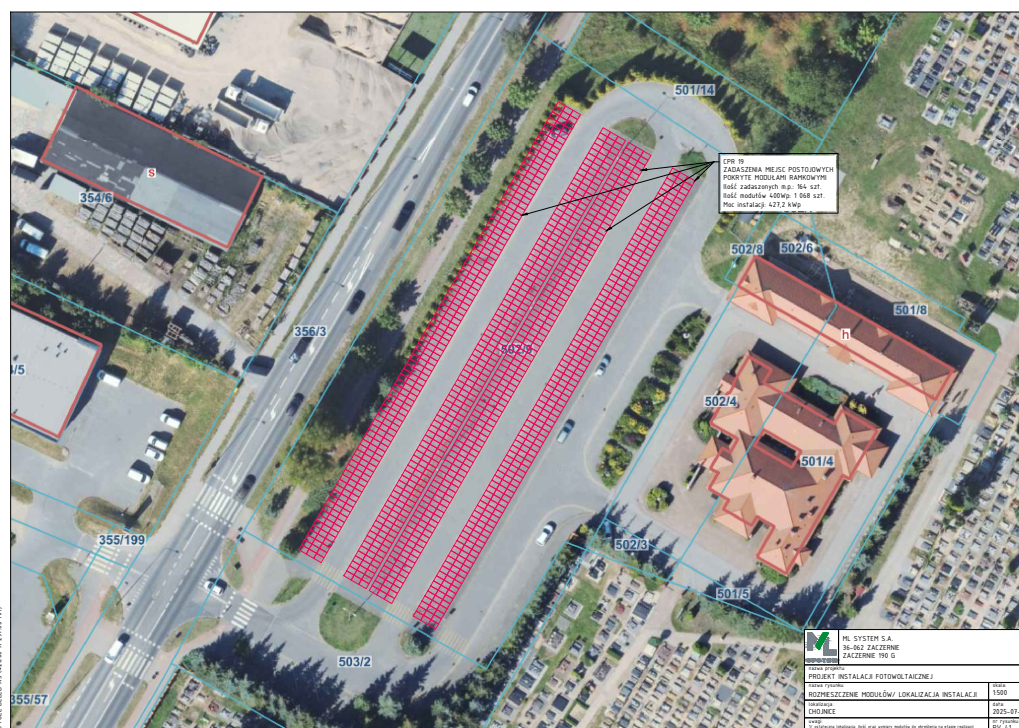
10.41. Ul. Kościerska - parking przy cmentarzu komunalnym

Na terenie parkingu przy cmentarzu komunalnym w rejonie ul. Kościerskiej planowana jest budowa zadaszeń fotowoltaicznych typu carport. Konstrukcje będą pełniły funkcję ochrony pojazdów przed warunkami atmosferycznymi oraz produkcji energii elektrycznej, która zostanie włączona do systemu klastra energii.

Wyprodukowana energia będzie w pierwszej kolejności wykorzystywana na potrzeby obiektów komunalnych i infrastruktury towarzyszącej, a nadwyżki trafią do pozostałych członków klastra. Projekt przewiduje możliwość integracji z punktami ładowania pojazdów elektrycznych, co umożliwi bezpośrednie wykorzystanie energii w transporcie.

Dodatkową korzyścią wynikającą z lokalizacji przy cmentarzu jest możliwość zasilania oświetlenia terenu, systemów monitoringu oraz zaplecza technicznego bezpośrednio z odnawialnego źródła. Pozwoli to ograniczyć koszty eksploatacyjne obiektu, zwiększyć bezpieczeństwo odwiedzających oraz poprawić estetykę otoczenia poprzez zastosowanie nowoczesnych, zintegrowanych rozwiązań energetycznych.

System telemetryczny zapewni bieżące monitorowanie uzysków, a rozliczenia wewnętrzne w ramach klastra zagwarantują przejrzyste i efektywne wykorzystanie energii. Dzięki optymalnemu rozmieszczeniu modułów PV oraz zastosowaniu komponentów o wysokiej sprawności, inwestycja przyczyni się do zwiększenia lokalnej niezależności energetycznej i redukcji emisji CO₂.



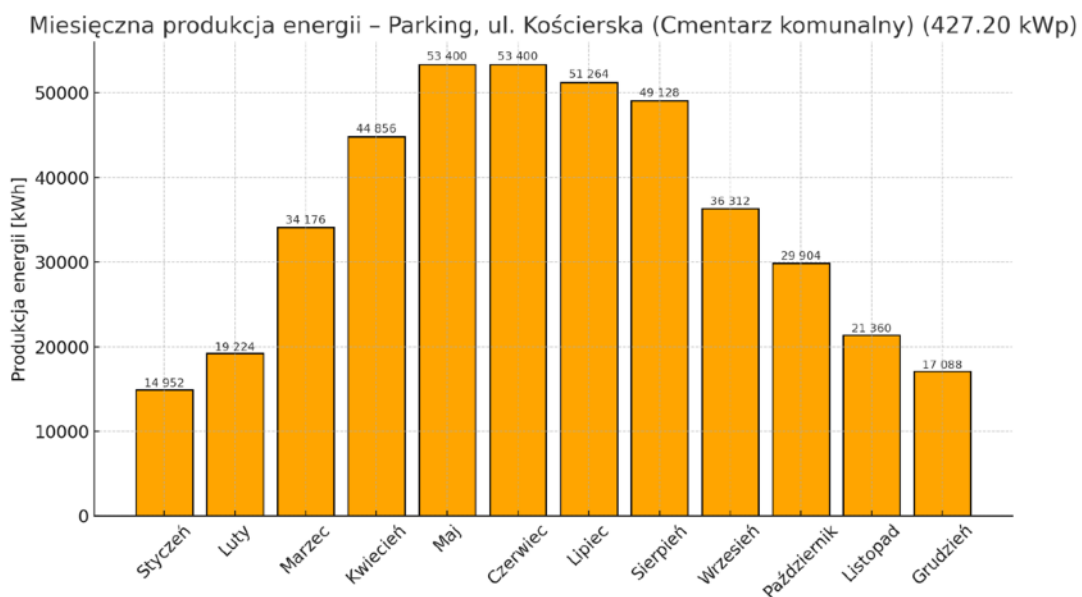


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
41	CPR19	164	-	-	1068	400	427,20

CPR - zadaszenia parkingowe,

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	14952
Luty	4,5	19224
Marzec	8	34176
Kwiecień	10,5	44856
Maj	12,5	53400
Czerwiec	12,5	53400
Lipiec	12	51264
Sierpień	11,5	49128
Wrzesień	8,5	36312
Październik	7	29904
Listopad	5	21360
Grudzień	4	17088
Łącznie	100	427200





Zadaszenie zostanie zaprojektowane z myślą o przyszłej rozbudowie – przewiduje się możliwość dodania punktów ładowania pojazdów elektrycznych oraz integracji z systemami magazynowania energii. Monitoring w czasie rzeczywistym pozwoli na optymalizację pracy instalacji i szybkie reagowanie w przypadku awarii, co przełoży się na wysoką niezawodność i długoterminowe korzyści ekonomiczne.



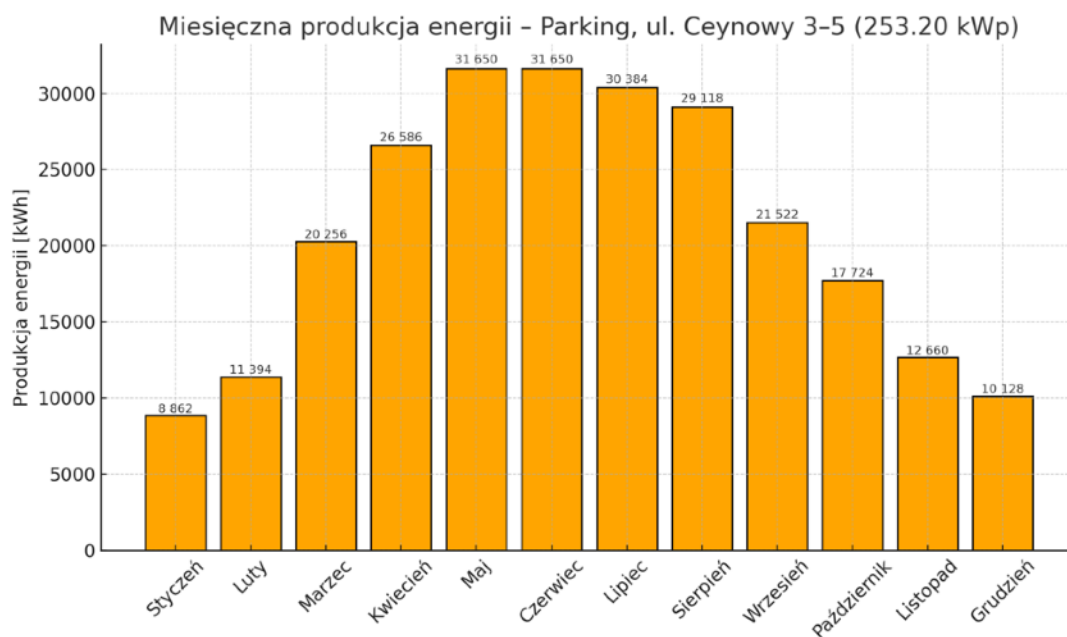


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
42	CPR20	97	-	-	633	400	253,20

CPR - zadaszenia parkingowe,

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	8862
Luty	4,5	11394
Marzec	8	20256
Kwiecień	10,5	26586
Maj	12,5	31650
Czerwiec	12,5	31650
Lipiec	12	30384
Sierpień	11,5	29118
Wrzesień	8,5	21522
Październik	7	17724
Listopad	5	12660
Grudzień	4	10128
Łącznie	100	253200





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.43. Ul. Pokoju Toruńskiego - teren Spółdzielni Mieszkaniowej

Na terenie należącym do Spółdzielni Mieszkaniowej, w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika retencyjnego przy ul. Fatimskiej, planowana jest budowa instalacji fotowoltaicznej. Projekt zakłada montaż modułów PV na gruncie, z wykorzystaniem konstrukcji dostosowanych do warunków terenowych i uwzględniających zachowanie funkcji retencyjnych obiektu.

Wytwarzana energia będzie wykorzystywana na potrzeby własne spółdzielni – w tym zasilanie części wspólnych budynków i infrastruktury technicznej – oraz przekazywana do klastra energii, wspierając bilansowanie produkcji i zużycia w całym systemie. Dzięki temu lokalizacja stanie się aktywnym elementem wspólnoty energetycznej, przynosząc korzyści zarówno mieszkańcom, jak i pozostałym członkom klastra.

Projekt przewiduje możliwość integracji instalacji z magazynem energii, co pozwoli na lepsze zarządzanie nadwyżkami oraz zwiększy auto-konsumpcję. Dodatkowym atutem będzie system telemetryczny, który zapewni monitoring produkcji i transparentne rozliczenia. Inwestycja przyczyni się do obniżenia kosztów energii w zasobach spółdzielni oraz redukcji emisji CO₂, wzmacniając lokalną niezależność energetyczną.



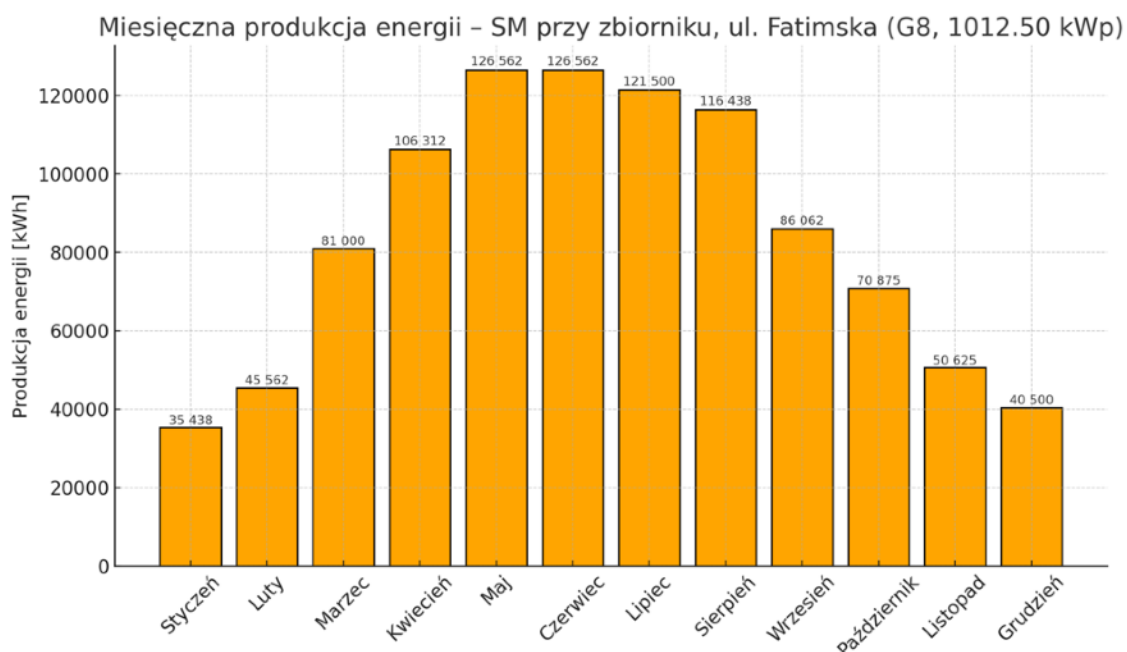


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
43	G8	-	-	-	2250	450	1012,50

G - instalacja na gruncie- układ W-E lub S tak aby uzyskać max moc

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	35437,5
Luty	4,5	45562,5
Marzec	8	81000
Kwiecień	10,5	106312,5
Maj	12,5	126562,5
Czerwiec	12,5	126562,5
Lipiec	12	121500
Sierpień	11,5	116437,5
Wrzesień	8,5	86062,5
Październik	7	70875
Listopad	5	50625
Grudzień	4	40500
Łącznie	100	1012500





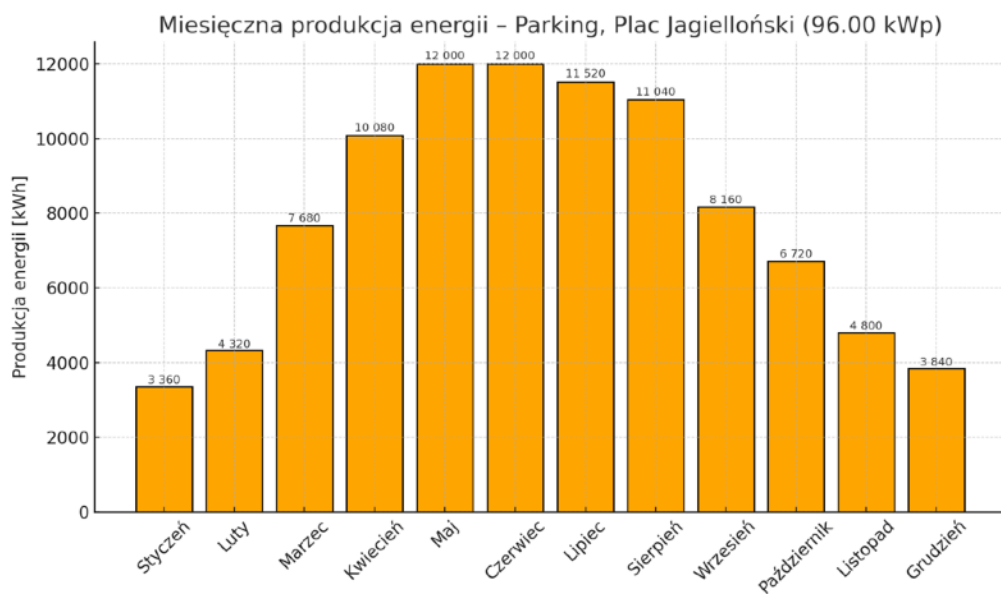


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
44	CPR21	36	-	-	240	400	96,00

CPR - zadaszania parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	3360
Luty	4,5	4320
Marzec	8	7680
Kwiecień	10,5	10080
Maj	12,5	12000
Czerwiec	12,5	12000
Lipiec	12	11520
Sierpień	11,5	11040
Wrzesień	8,5	8160
Październik	7	6720
Listopad	5	4800
Grudzień	4	3840
Łącznie	100	96000





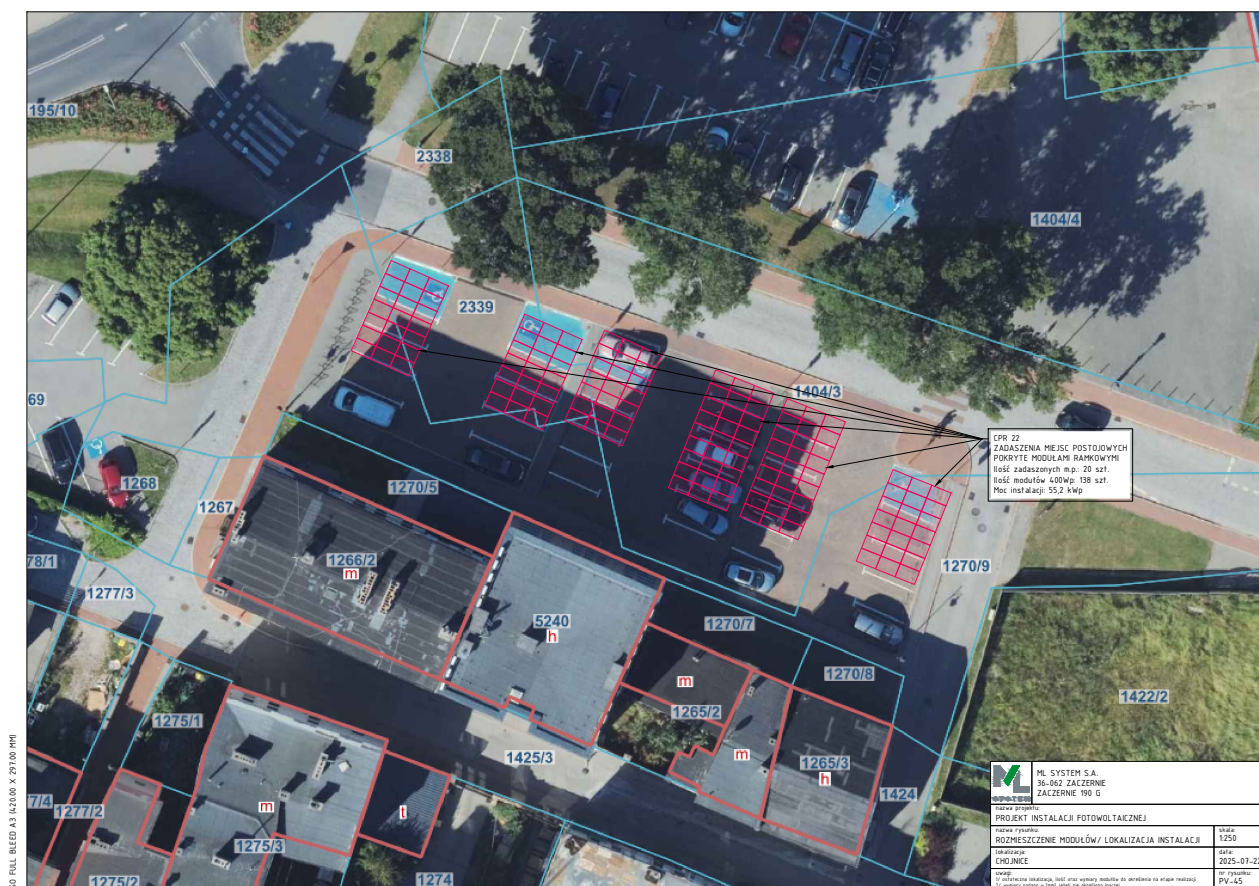
10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.45. Ul. Nowe Miasto - parking

Na terenie parkingu przy ul. Nowe Miasto powstanie instalacja fotowoltaiczna w formie zadaszeń typu carport. Rozwiązanie to połączy funkcję ochrony pojazdów przed warunkami atmosferycznymi z produkcją czystej energii elektrycznej. Konstrukcja zadaszeń zostanie zoptymalizowana pod kątem kąta nachylenia modułów, co pozwoli zwiększyć uzysk energii w ciągu roku.

Energia wytworzona na miejscu zasili w pierwszej kolejności infrastrukturę parkingu, w tym oświetlenie, systemy monitoringu oraz punkty ładowania pojazdów elektrycznych. Nadwyżki energii zostaną przekazane do klastra energii, z którego będą mogli korzystać inni uczestnicy systemu, obniżając tym samym swoje koszty zakupu energii.

Instalacja będzie monitorowana w czasie rzeczywistym poprzez system telemetryczny, co umożliwi bieżące śledzenie produkcji, szybkie reagowanie na ewentualne awarie oraz optymalizację pracy. Inwestycja przyczyni się do poprawy efektywności energetycznej w obszarze oraz do redukcji emisji gazów cieplarnianych.



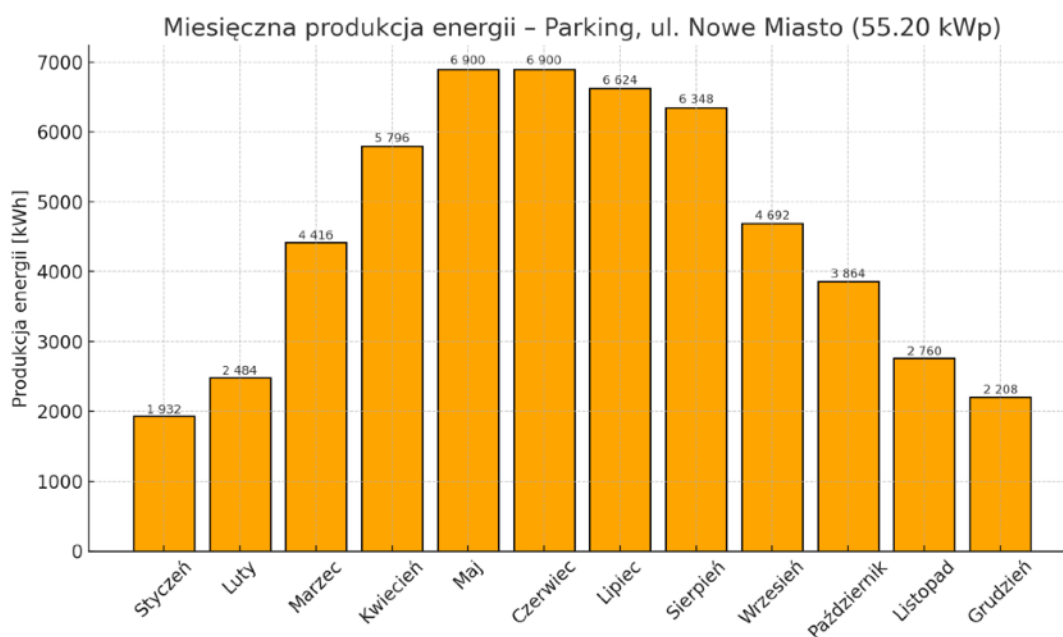


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
45	CPR22	20	-	-	138	400	55,20

CPR - zadaszania parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	1932
Luty	4,5	2484
Marzec	8	4416
Kwiecień	10,5	5796
Maj	12,5	6900
Czerwiec	12,5	6900
Lipiec	12	6624
Sierpień	11,5	6348
Wrzesień	8,5	4692
Październik	7	3864
Listopad	5	2760
Grudzień	4	2208
Łącznie	100	55200





10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.46. Ul. Mickiewicza- parking

Kolejny parking włączany do systemu klastra energii, którego instalacja fotowoltaiczna w formie zadaszeń typu carport będzie nie tylko chronić pojazdy, ale i zasilać wspólnotę energetyczną czystą, odnawialną energią. Dzięki bezpośredniemu włączeniu do wewnętrznego systemu rozliczeń klastra, wyprodukowana energia będzie wykorzystywana w pierwszej kolejności na potrzeby własne obiektu, a jej nadwyżki trafią do innych uczestników, wspierając bilansowanie mocy w całym systemie.

Projekt przewiduje możliwość montażu stacji ładowania pojazdów elektrycznych, co dodatkowo zwiększy lokalne korzyści z inwestycji. Parking przy ul. Mickiewicza stanie się zatem kolejnym punktem w miejskiej sieci wytwarzania i dystrybucji energii odnawialnej, wzmacniając niezależność energetyczną i obniżając koszty zakupu energii w ramach klastra.



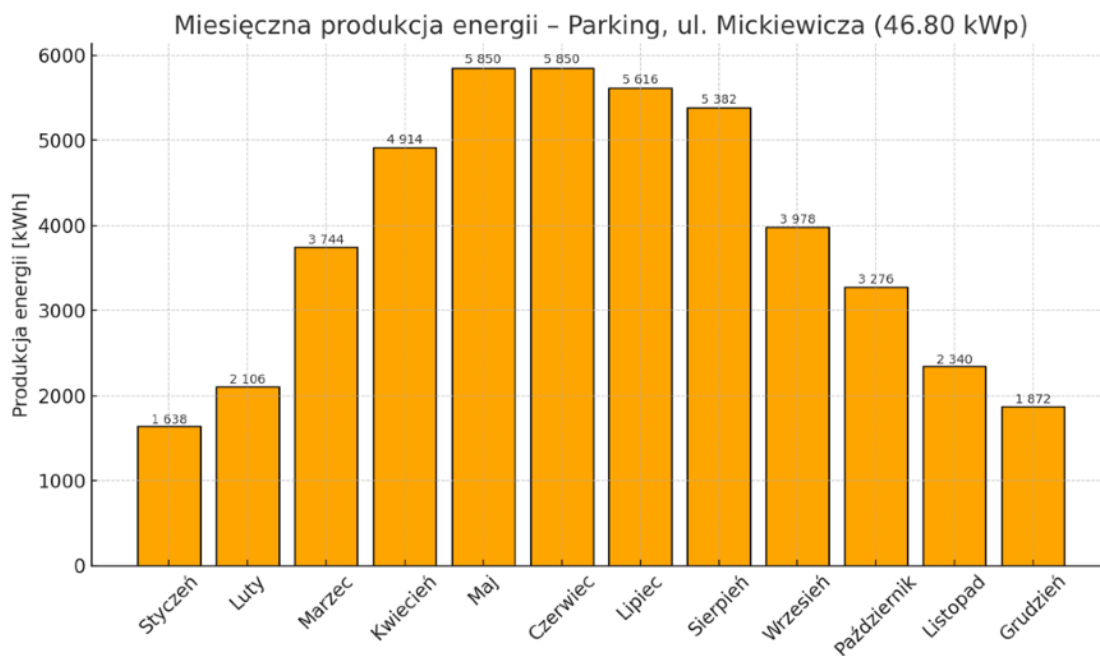


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
46	CPR23	18	-	-	117	400	46,80

CPR - zadaszenia parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	1638
Luty	4,5	2106
Marzec	8	3744
Kwiecień	10,5	4914
Maj	12,5	5850
Czerwiec	12,5	5850
Lipiec	12	5616
Sierpień	11,5	5382
Wrzesień	8,5	3978
Październik	7	3276
Listopad	5	2340
Grudzień	4	1872
Łącznie	100	46800





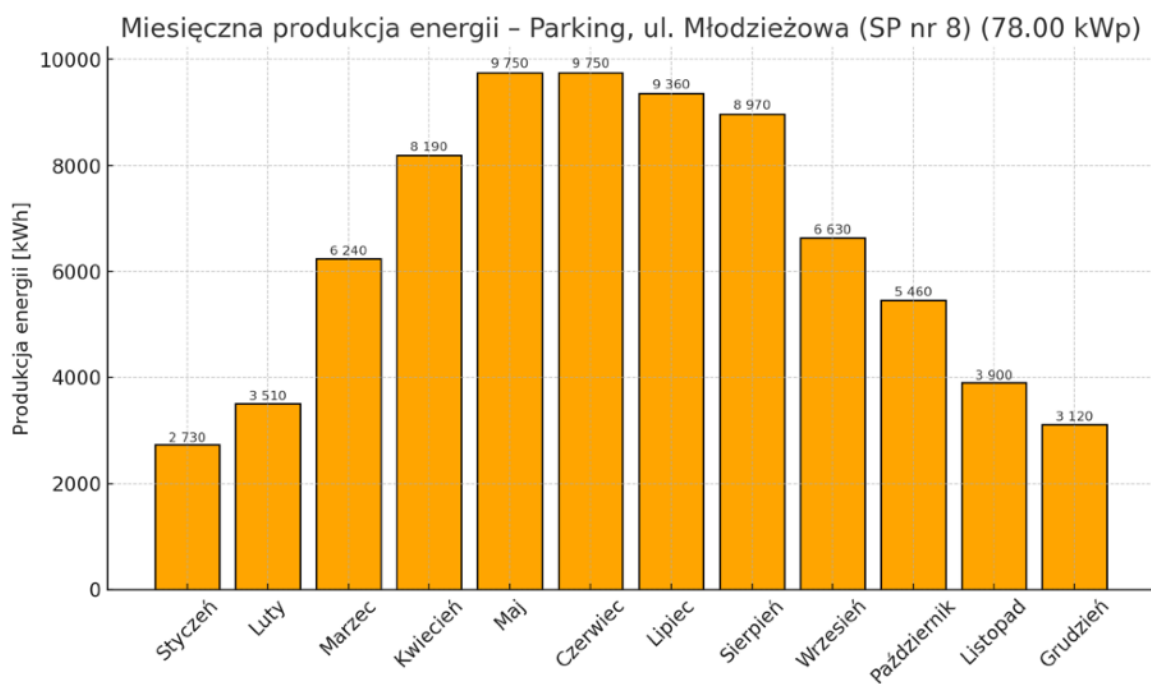


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
47	CPR24	30	-	-	195	400	78,00

CPR - zadaszenia parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	2730
Luty	4,5	3510
Marzec	8	6240
Kwiecień	10,5	8190
Maj	12,5	9750
Czerwiec	12,5	9750
Lipiec	12	9360
Sierpień	11,5	8970
Wrzesień	8,5	6630
Październik	7	5460
Listopad	5	3900
Grudzień	4	3120
Łącznie	100	78000

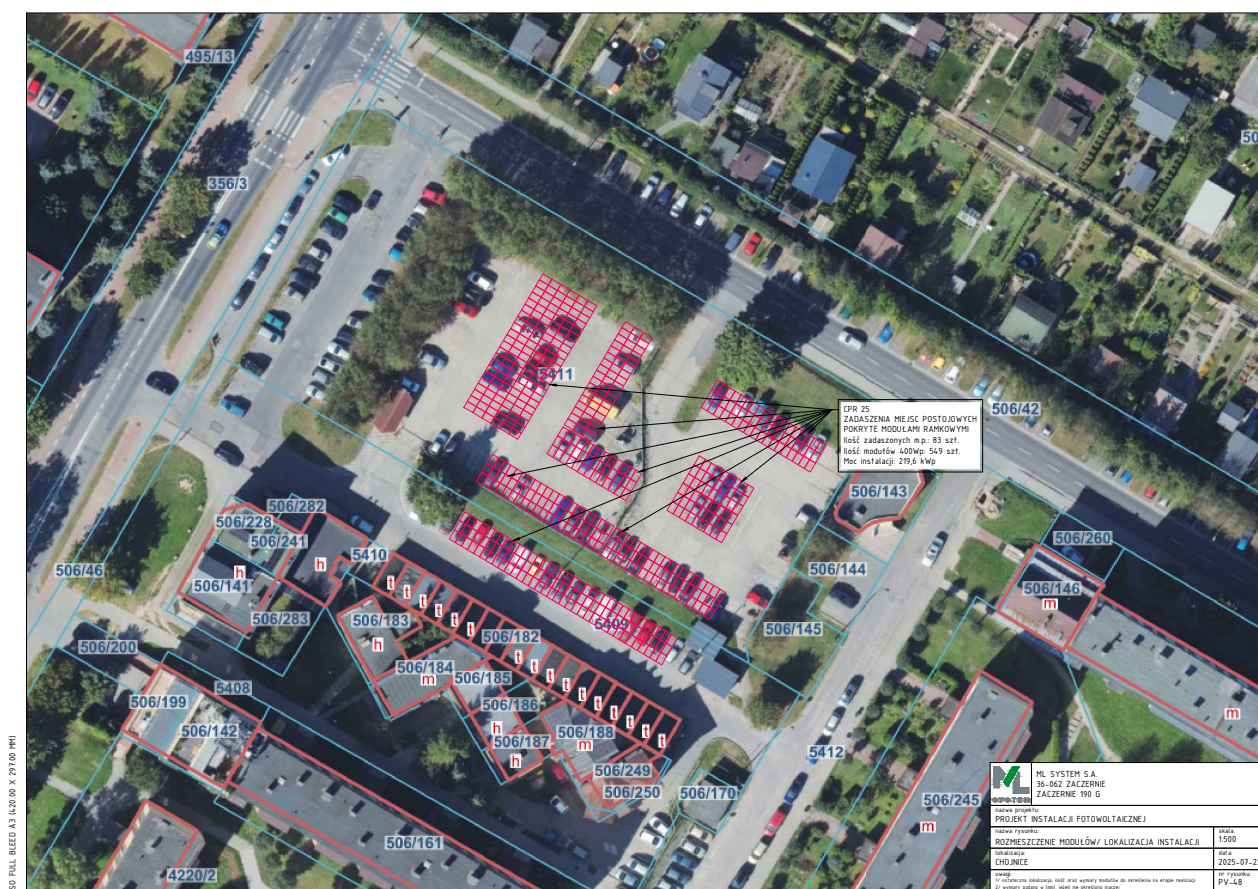




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.48. Ul. Książąt Pomorskich- parking

Kolejny parking włączany do klastra energii: zadaszenia PV (carporty) będą jednocześnie chronić auta i produkować energię przekazywaną do wspólnej puli klastra. Instalacja zasili lokalną infrastrukturę (oświetlenie, monitoring, ewentualne ładowarki EV), a nadwyżki trafią do innych członków zgodnie ze stawkami wewnętrznymi. System telemetryczny zapewni bieżący podgląd uzysków i transparentne rozliczenia.



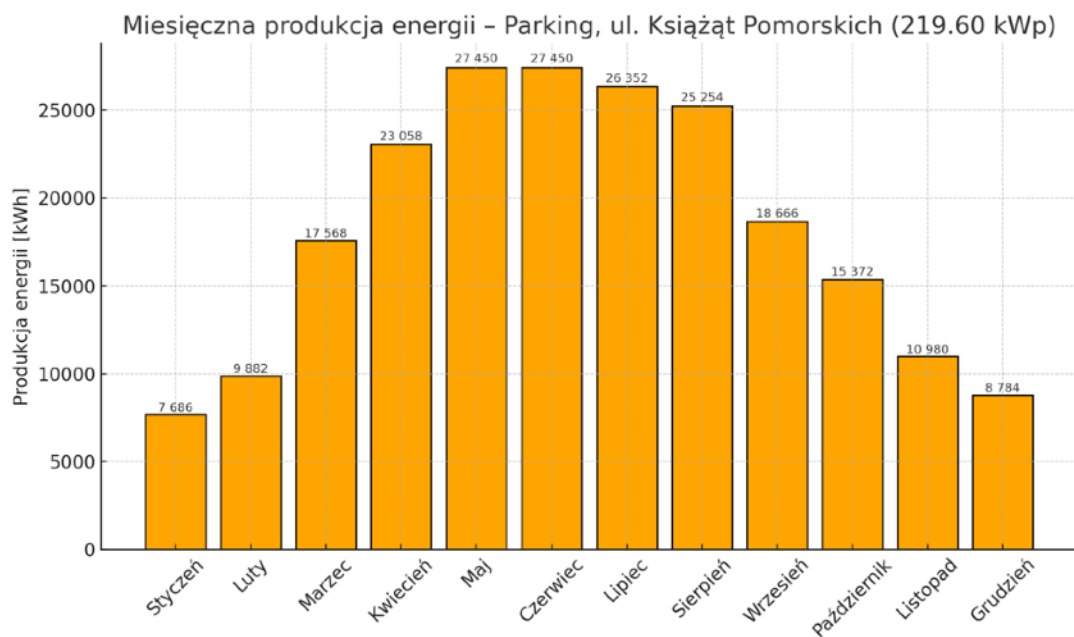


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
48	CPR25	83	-	-	549	400	219,60

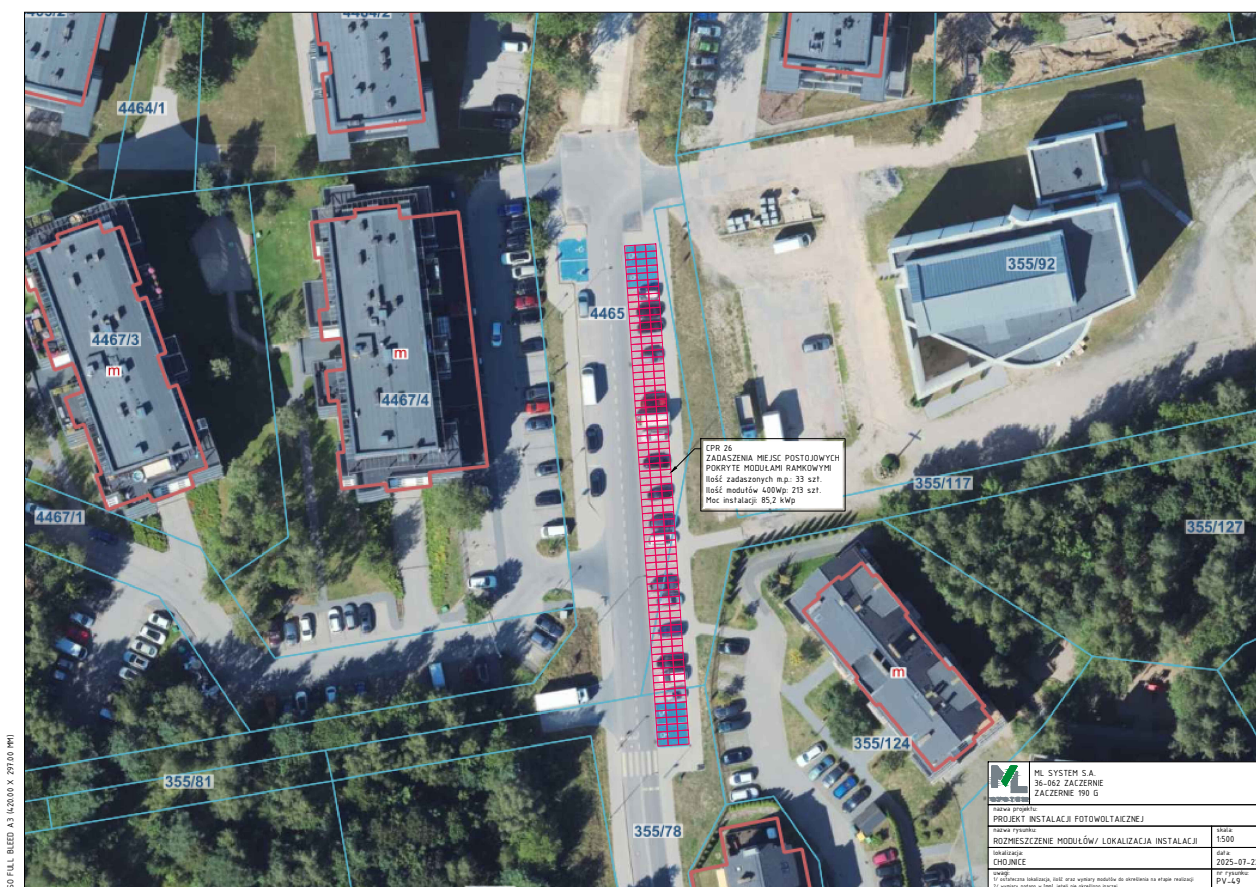
CPR - zadaszania parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	7686
Luty	4,5	9882
Marzec	8	17568
Kwiecień	10,5	23058
Maj	12,5	27450
Czerwiec	12,5	27450
Lipiec	12	26352
Sierpień	11,5	25254
Wrzesień	8,5	18666
Październik	7	15372
Listopad	5	10980
Grudzień	4	8784
Łącznie	100	219600





Plan zakłada zadaszenie PV po obu stronach jezdni/ciągów postojowych, tak by maksymalnie wykorzystać długość parkingu i rozproszyć produkcję w sieci klastra. Carporty będą zasilać lokalną infrastrukturę (oświetlenie, monitoring, ewentualne ładowarki EV), a nadwyżki trafią do pozostałych członków klastra według stawek wewnętrznych. Układ przewiduje monitoring w czasie rzeczywistym i gotowość do rozbudowy o magazyn energii (peak-shaving, rezerwa).



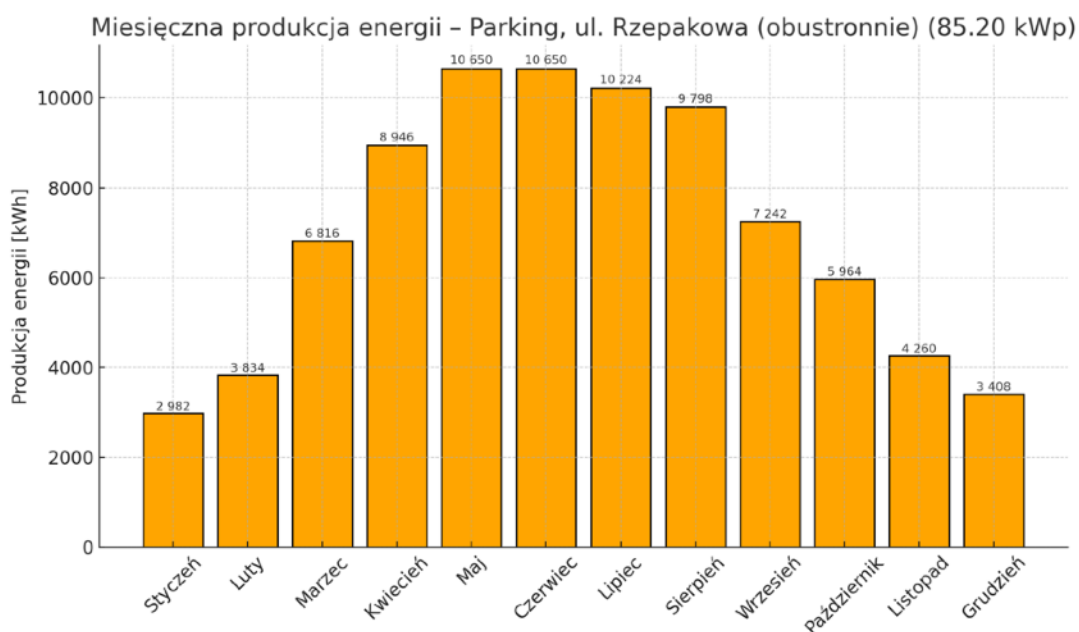


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
49	CPR26	33	-	-	213	400	85,20

CPR - zadaszania parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	2982
Luty	4,5	3834
Marzec	8	6816
Kwiecień	10,5	8946
Maj	12,5	10650
Czerwiec	12,5	10650
Lipiec	12	10224
Sierpień	11,5	9798
Wrzesień	8,5	7242
Październik	7	5964
Listopad	5	4260
Grudzień	4	3408
Łącznie	100	85200

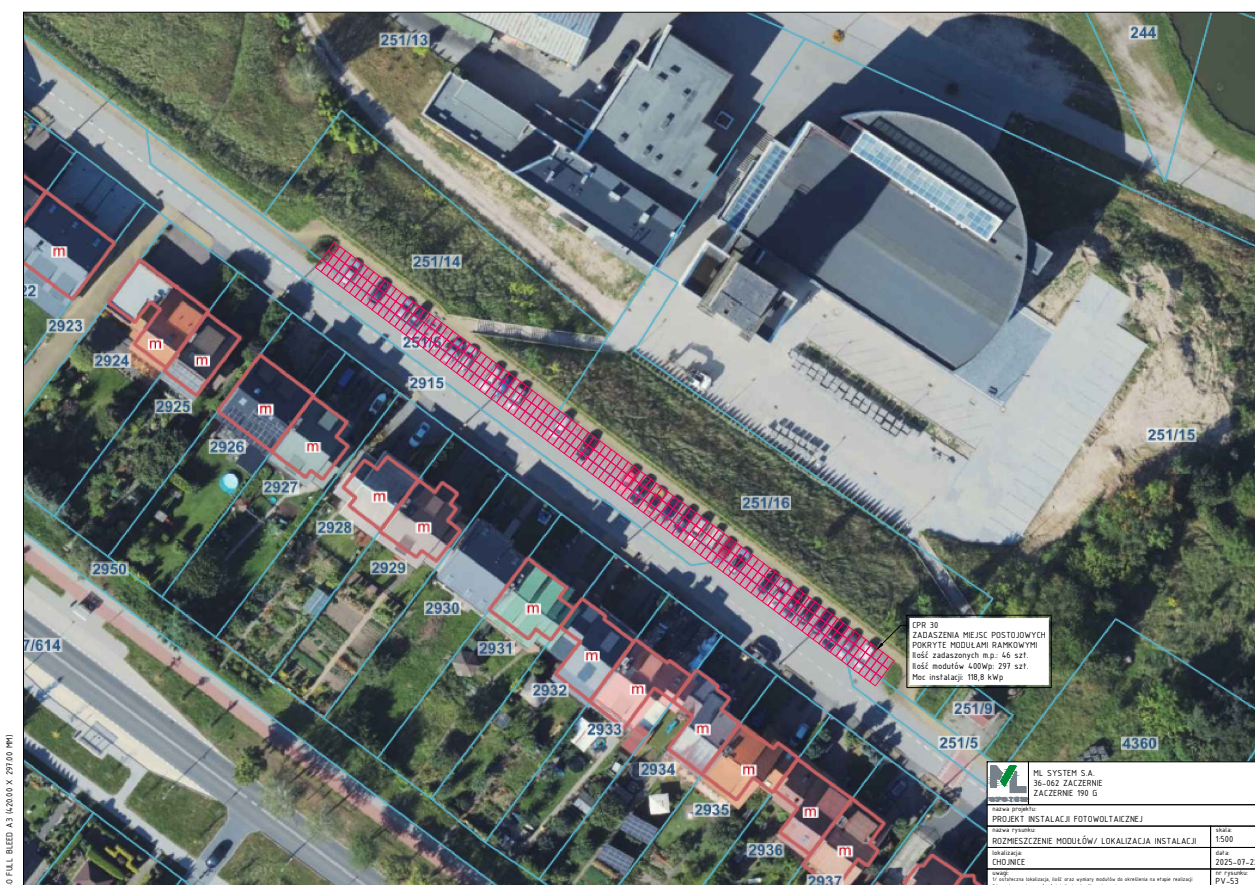




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.50. Ul. 3 Maja - parking

Kolejny parking zasilający klaster energii: zadaszenia PV (carporty) połączą ochronę miejsc postojowych z lokalną produkcją energii. W pierwszej kolejności zasilą infrastrukturę parkingu (oświetlenie, monitoring, ewentualne ładowarki EV), a nadwyżki trafią do innych członków klastra według stawek wewnętrznych. System telemetryczny zapewni podgląd uzysków i transparentne rozliczenia.



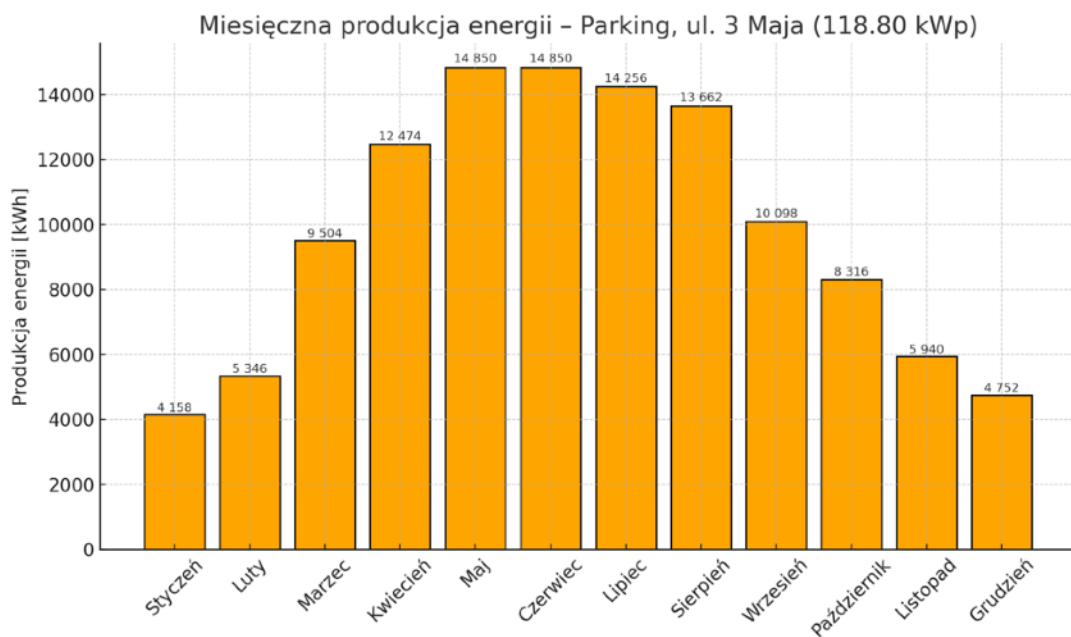


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
50	CPR30	46	-	-	297	400	118,80

CPR - zadaszenia parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	4158
Luty	4,5	5346
Marzec	8	9504
Kwiecień	10,5	12474
Maj	12,5	14850
Czerwiec	12,5	14850
Lipiec	12	14256
Sierpień	11,5	13662
Wrzesień	8,5	10098
Październik	7	8316
Listopad	5	5940
Grudzień	4	4752
Łącznie	100	118800

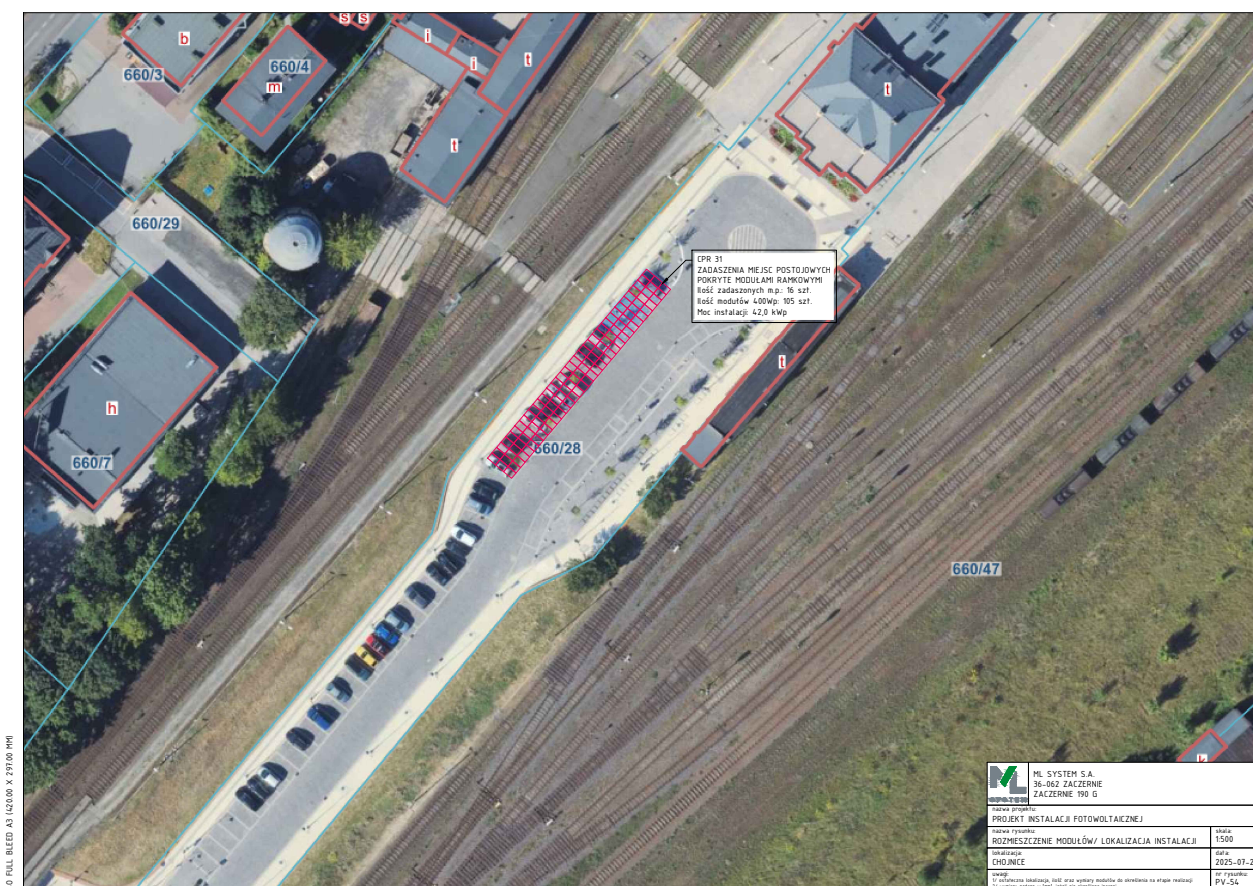




10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.51. Ul. Dworcowa - parking przy Dworcu Kolejowym

Lokalizacja położona w bezpośrednim sąsiedztwie stacji kolejowej, pełniąca ważną funkcję w obsłudze podróżnych i ruchu lokalnego. Zadaszenia z panelami fotowoltaicznymi zapewnią nie tylko ochronę pojazdów przed warunkami atmosferycznymi, ale również produkcję energii na potrzeby infrastruktury parkingu oraz pobliskich obiektów. Dzięki włączeniu do klastra energii nadwyżki będą rozliczane wewnętrznie, co pozwoli obniżyć koszty energii dla członków klastra i zwiększyć efektywność energetyczną całego systemu.



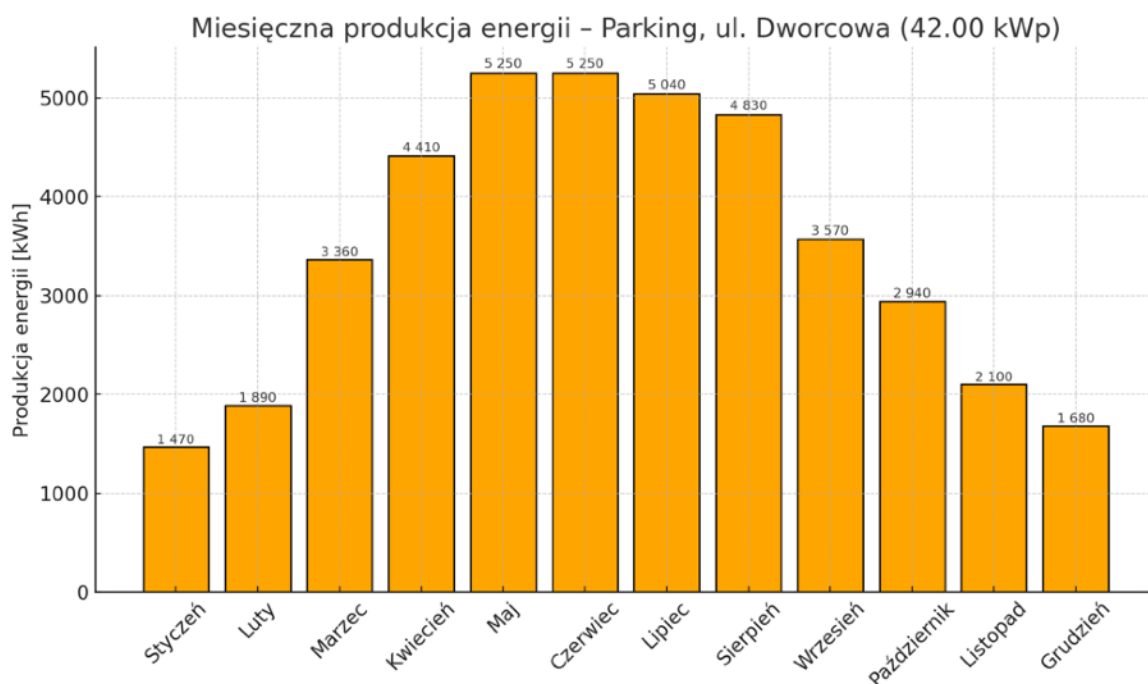


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
54	CPR31	16	-	-	105	400	42,00

CPR - zadaszania parkingowe

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	1470
Luty	4,5	1890
Marzec	8	3360
Kwiecień	10,5	4410
Maj	12,5	5250
Czerwiec	12,5	5250
Lipiec	12	5040
Sierpień	11,5	4830
Wrzesień	8,5	3570
Październik	7	2940
Listopad	5	2100
Grudzień	4	1680
Łącznie	100	42000



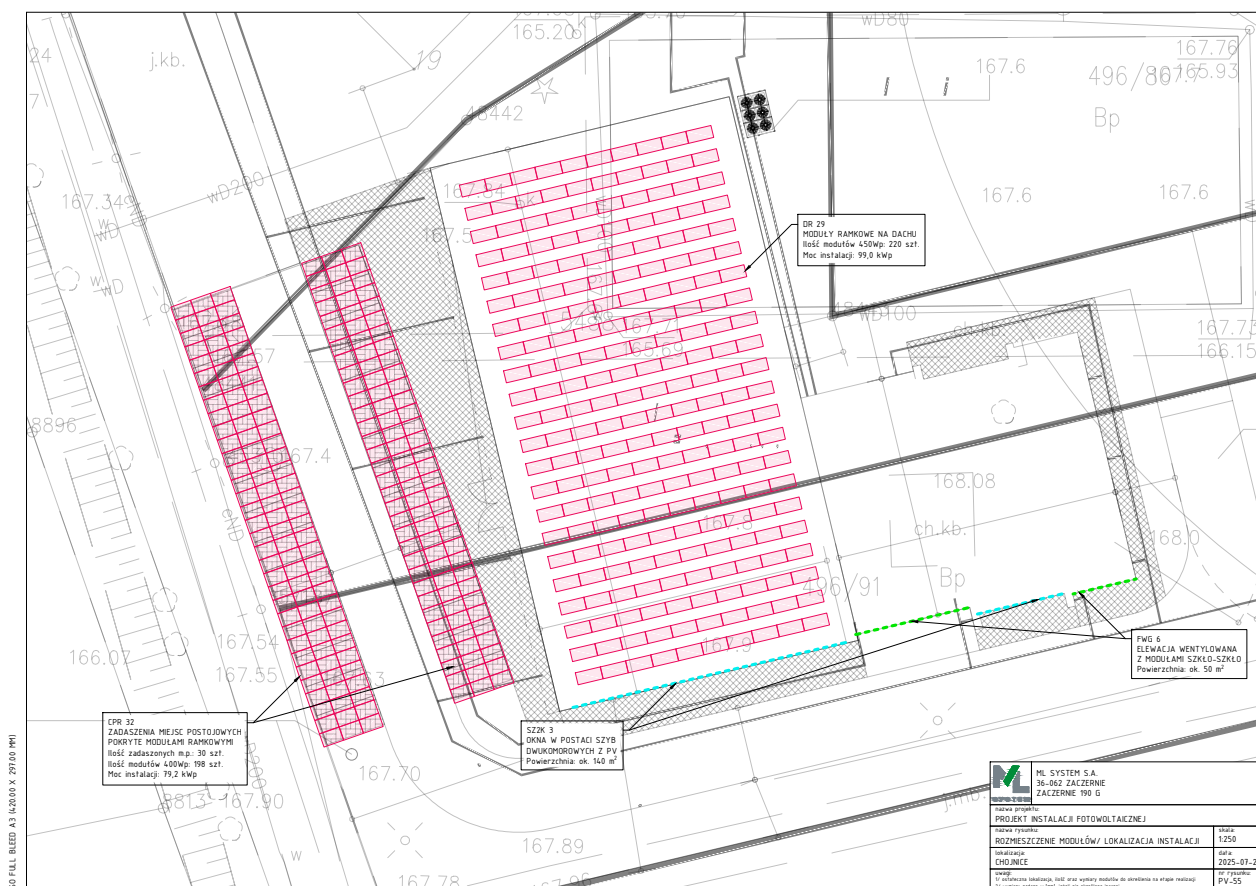


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

10.52. Ul. Huberta Wagnera - Kryte lodowisko (projekt)

Przy ulicy Wagnera planowana jest budowa lodowiska, które dzięki włączeniu w struktury lokalnego klastra energii może znacząco obniżyć koszty swojej eksploatacji. Instalacja fotowoltaiczna zamontowana na obiekcie zasili systemy chłodzenia tafli lodowej, oświetlenie oraz infrastrukturę techniczną, a nadwyżki wyprodukowanej energii będą rozliczane wewnątrz w ramach klastra. Taki model pozwoli nie tylko ograniczyć wydatki na energię elektryczną, ale również wygenerować dodatkowe korzyści finansowe w przypadku sprzedaży nadwyżek innym uczestnikom systemu.

Dzięki temu lodowisko stanie się nie tylko centrum sportowo-rekreacyjnym, ale również przykładem nowoczesnego, efektywnego energetycznie obiektu, który pracuje w oparciu o odnawialne źródła energii. Całoroczne wykorzystanie obiektu – zimą jako lodowisko, a w pozostałych miesiącach jako przestrzeń na koncerty, targi czy wydarzenia kulturalne – w połączeniu z niższymi kosztami operacyjnymi, przełoży się na wyższą rentowność inwestycji i większe zyski dla gminy.



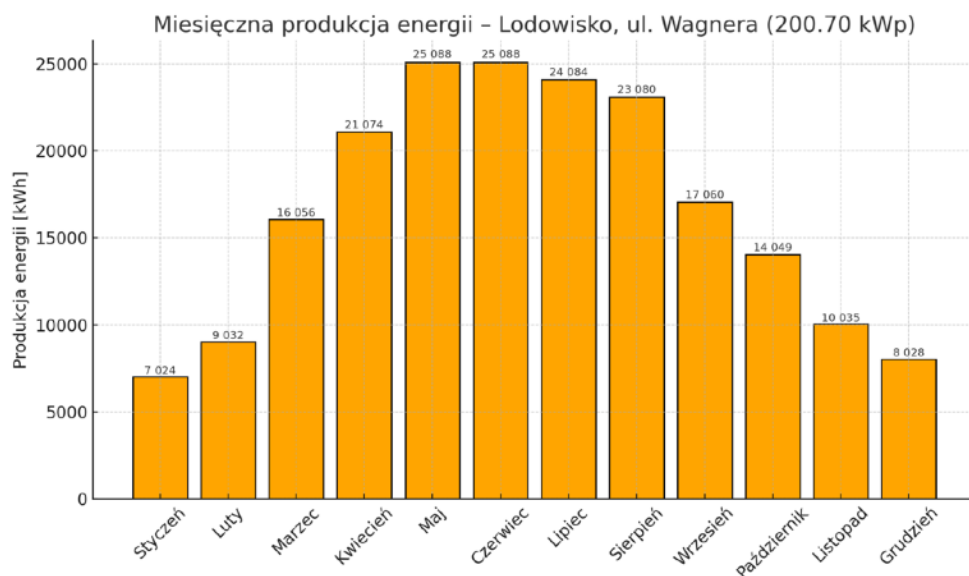


10. POTENCJALNA INFRASTRUKTURA KLASTRA ENERGII CHOJNICE

L.p.	Rodzaj	ilość m.p.	ilość	pow.	moduły	moc jedn.	moc inst.
[-]	[-]	[szt.]	[szt.]	[m2]	[szt.]	[W] lub [W/m2]	[kWp]
55	SZ2K3	-	-	140	-	125	17,50
	FWG6-Z	-	-	50	-	100	5,00
	CPR32	30	-	-	198	400	79,20
	DR29	-	-	-	220	450	99,00
					suma		200,70

CPR - zadaszania parkingowe, SZ2K - szyby zespolone 2 -kom z BIPV, FWG - Elewacja szkło-szkło Fasada Wentylowana, DR - moduły ramkowe na dachu

Miesiąc	Udział [%]	Produkcja [kWh]
Styczeń	3,5	7024,5
Luty	4,5	9031,5
Marzec	8	16056
Kwiecień	10,5	21073,5
Maj	12,5	25087,5
Czerwiec	12,5	25087,5
Lipiec	12	24084
Sierpień	11,5	23080,5
Wrzesień	8,5	17059,5
Październik	7	14049
Listopad	5	10035
Grudzień	4	8028
Łącznie	100	200700





11. TARYFY ROZLICZENIOWE

KLASTRA ENERGII CHOJNICE

Jednym z kluczowych elementów sprawnego funkcjonowania klastra energii jest wewnętrzny system taryfowy, który reguluje zasady rozliczeń pomiędzy uczestnikami oraz określa wartość energii dostarczanej, zużywanej i magazynowanej w obrębie wspólnoty energetycznej. Taryfowanie w Klastrze Energii Chojnice zostało zaprojektowane z myślą o maksymalizacji lokalnej autokonsumpcji, zwiększeniu efektywności energetycznej i zapewnieniu konkurencyjności wobec cen rynkowych.

1. Zasady ogólne

System taryfowy opiera się na zasadzie dostosowania cen do charakterystyki uczestnika klastra (producent, prosument, odbiorca) oraz jego profilu zużycia. Uczestnicy rozliczają się na podstawie rzeczywistej ilości energii przekazanej do klastra lub z niego pobranej, uwzględniając czas dostaw i możliwości bilansowania.

2. Rodzaje taryf wewnętrznych

W Klastrze Chojnice zastosować należy kilka typów taryf, różnicowanych w zależności od rodzaju energii i jej źródła oraz od strony rynku konsument / producent:

Konsument:

- Taryfa dla energii elektrycznej z OZE – preferencyjna stawka dla uczestników klastra, niższa niż taryfa sieciowa.
- Taryfa za energię z wodoru (H_2) – ustalana dynamicznie na wartości rynkowej paliwa - rabat klastrowy
- Taryfa za energię ciepłą – oparta na rzeczywistej cenie rynkowej - rabat klastrowy.
- Taryfa bilansująca – stosowana przy rozliczeniach między podmiotami przekazującymi i pobierającymi nadwyżki energii w ramach klastra.

Producent:

- Taryfa dla energii elektrycznej z OZE – preferencyjna stawka dla producenta wyższa niż taryfa sieciowa.
- Taryfa za energię z wodoru (H_2) – ustalana dynamicznie na podstawie kosztów wytworzenia + marża
- Taryfa za energię ciepłą – oparta na rzeczywistych kosztach odzysku ciepła z procesów technologicznych, z uwzględnieniem sezonowości + marża



11. TARYFY ROZLICZENIOWE KLAstra ENERGII CHOJNICE

3. Struktura odpowiedzialności

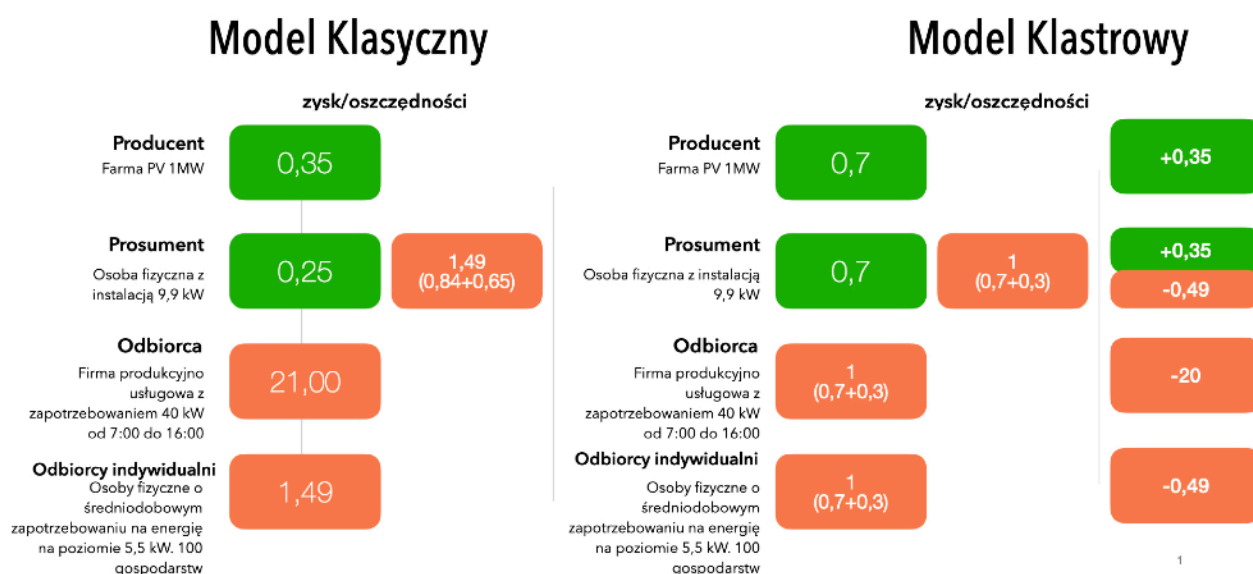
Za ustalanie i aktualizację taryf odpowiedzialny jest Koordynator Klastra Energii, działający w porozumieniu z Radą Uczestników oraz na podstawie danych pozyskiwanych z systemu zarządzania energią. System taryf podlega cyklicznej walidacji w odniesieniu do kosztów produkcji, zużycia i trendów rynkowych.

4. Uwarunkowania formalne i zgłoszeniowe

System taryfowy klastra, jako model wewnętrzny, wymaga zgłoszenia do Urzędu Regulacji Energetyki (URE) w przypadku przekroczenia określonego progu mocy oraz przepisów ustawy o OZE. W ramach ułatwień klastr Chojnice korzysta z uproszczonego trybu rozliczeń dla instalacji prosumenckich i instalacji do 1 MW, z możliwością rozszerzenia modelu po uzyskaniu zgód formalnych.

Taryfowanie wewnętrzne stanowi fundament ekonomicznej atrakcyjności Klastra Energii Chojnice. Dzięki niemu możliwe jest sprawiedliwe, efektywne i transparentne rozliczanie energii elektrycznej, wodoru oraz ciepła między uczestnikami klastra. Jednocześnie mechanizm ten umożliwia dostosowanie cen do warunków lokalnych, wspiera rozwój infrastruktury OZE i zwiększa niezależność energetyczną regionu.

Przykładowe relacje związane ze taryfami w modelu klastrowym:





12. WSTĘPNA ANALIZA PRZYCHODÓW I KORZYŚCI EKONOMICZNYCH

Wstępna szacunkowa analiza przychodów Klastra Energii Chojnice.

Celem niniejszej analizy jest oszacowanie potencjału ekonomicznego klastra energii Chojnice w ujęciu uproszczonym, opartym na perspektywie ekwiwalentu kosztowego zakupu energii z sieci. Zrezygnowano z klasycznej wyceny każdego komponentu infrastruktury z osobna na rzecz modelu, który traktuje cały wolumen produkowanej energii jako realną alternatywę dla zakupu energii po średniej cenie taryfowej obowiązującej w Polsce w 2025 roku. Podejście to pozwala uchwycić pełen potencjał ekonomiczny klastra, nie wchodząc w złożone wyceny techniczne każdej lokalizacji z osobna. Umożliwia ono również szybką ocenę skalowalności projektu, jego opłacalności i zdolności do generowania wartości dla lokalnej społeczności, przy jednoczesnym wsparciu transformacji energetycznej.

Lokalizacja	Moc [kWp]	Produkcja [kWh/rok]	Wartość energii wg ceny taryfowej [PLN]
Basen ul. Wagnera	625,15	625150	593892,5
Boisko ul. Lichnowska – klub sportowy Kolejarz	69,9	69900	66405
Boisko ul. Rzepakowa	182,67	182670	173536,5
Budynki Wodociągu plac Piastowski	64,95	64950	61702,5
Dworzec ul. Towarowa	248,1	248100	235695
Działka spółdzielni przy zbiorniku retencyjnym ul. Fatimska	1012,5	1012500	961875
Hala widowiskowo-sportowa ul. Wagnera	128,85	128850	122407,5
IHAR ul. Igielska	3267,9	3267900	3104505
KINO/TERATR – parking i budynek	73,8	73800	70110
Klub sportowy Chojniczanka	108,75	108750	103312,5
Lodowisko ul. Wagnera (planowana budowa)	200,7	200700	190665
MZK ul. Angowicka 53	375,75	375750	356962,5



12. WSTĘPNA ANALIZA PRZYCHODÓW I KORZYŚCI EKONOMICZNYCH

Orlik ul. Jedności	759,35	759350	721382,5
Parking Nowe Miasto	55,2	55200	52440
Parking Plac Jagielloński	96	96000	91200
Parking przy szkole podstawowej nr 5	240	240000	228000
Parking ul. 3 Maja	118,8	118800	112860
Parking ul. Ceynowy 3-5	253,2	253200	240540
Parking ul. Dworcowa	42	42000	39900
Parking ul. Kościarska (cmentarz komunalny)	427,2	427200	405840
Parking ul. Książąt Pomorskich	219,6	219600	208620
Parking ul. Mickiewicza	46,8	46800	44460
Parking ul. Młodzieżowa przy Szkole nr 8	78	78000	74100
Parking ul. Okrężna + teren zielony	265,16	265160	251902
Parking ul. Parkowa	145,65	145650	138367,5
Parking ul. Plac Niepodległości	163,2	163200	155040
Parking ul. Rzepakowa po obu stronach (przy Kościele)	85,2	85200	80940
Plac Zabaw ul. Żwirki i Wigury	77,49	77490	73615,5
Plac separatorów ul. Zielona	60,75	60750	57712,5
Szkoła Podstawowa nr 1	19,25	19250	18287,5
Szkoła Podstawowa nr 5	127	127000	120650
Szkoła Podstawowa nr 7 ul. Tuwima	180,3	180300	171285
Szkoła Podstawowa nr 8 ul. Młodzieżowa	241,5	241500	229425
Szkoła Podstawowa nr. 3	85,6	85600	81320
Targowisko ul. Angowicka	48,9	48900	46455
Targowisko ul. Młodzieżowa	243,6	243600	231420
Ul. Filomatów – bloki	54,45	54450	51727,5
Ul. Bruska3 – bloki	14,4	14400	13680
Ul. Ceynowy – bloki	130,5	130500	123975
Ul. Jana Pawła II – bloki	92,25	92250	87637,5



12. WSTĘPNA ANALIZA PRZYCHODÓW I KORZYŚCI EKONOMICZNYCH

Ul. Kartuska bloki TBS	15,3	15300	14535
Ul. Książąt Pomorskich – bloki	152,1	152100	144495
Ul. Młodzieżowa/ Sportowa osiedle – bloki	244,8	244800	232560
Ul. Obrońców Chojnic – bloki	34,2	34200	32490
Ul. Przemysłowa	2267,55	2267550	2154173
Ul. Wielewska bloki TBS	31,05	31050	29497,5
Zbiornik retencyjny Aleja Matki Boskiej Fatimskiej	850	850000	807500
Zbiornik retencyjny suchy ul. Działkowa	15300	15300000	14535000
Zbiornik retencyjny – droga na Charzykowy	1800	1800000	1710000
Zbiorniki retencyjne po dwóch stronach drogi zachodnie obejście	2400	2400000	2280000
ul. Czarna Droga - pola pod farmę +plac separacyjny zadaszenie PV pod ciężarówki	15242,4	15242400	14480280
Żłobek nr 2 ul. Portowa 3	212,6	212600	201970
SUMA:	112 606,8	112 606 800	106 976 400

SUMA:	112,61 MW	112 606,78 MWh/rok	106,98 MLN PLN
-------	-----------	--------------------	----------------

Powyżej zaprezentowano analizę ekonomiczną potencjalnych korzyści wdrożenia klastra energii Chojnice, uwzględniającą moc i roczną produkcję energii dla każdej lokalizacji oraz jej ekwiwalent wartości rynkowej przy średniej taryfie 0,95 PLN/kWh (rok 2025).

Wnioski zbiorcze:

- Łączna produkcja energii: 112 606 800 kWh rocznie
- Ekwiwalent rynkowy tej energii: około 106 979 400 PLN rocznie

To oznacza, że klastery energii i lokalna produkcja pozwala uniknąć zakupu energii z sieci o tej wartości – co stanowi potężny argument ekonomiczny na rzecz samowystarczalności i inwestycji w OZE.

W ramach procesu decyzyjnego dotyczącego inwestycji każdy z członków klastra opracować powinien studium wykonalności, które zawierać będzie szczegółową analizę poszczególnego przedsięwzięcia uwzględniając przyjęte stawki w ramach Klastra Energii Chojnice.



13. WSTĘPNA PROGNOZA KOSZTÓW INSTALACJI WYTWÓRCZYCH OZE

Wstępna budżetowa prognoza kosztów budowy instalacji wytwórczych OZE:

Jednym z kluczowych fundamentów rozwoju klastra energii w Chojnicach jest wykorzystanie lokalnych odnawialnych źródeł energii – w szczególności energii słonecznej – poprzez wdrażanie rozproszonych instalacji fotowoltaicznych na terenie całej gminy. W ramach wstępnej analizy techniczno-ekonomicznej określono szacunkowy budżet budowy instalacji PV w 52 lokalizacjach wskazanych przez uczestników klastra.

Zakres prac obejmuje zarówno klasyczne dachowe instalacje PV, jak i montaż paneli w formie carportów, na gruncie, a także rozwiązań zintegrowanych z infrastrukturą miejską (BIPV). Celem jest utworzenie efektywnego i zbilansowanego systemu produkcji energii odnawialnej, który wesprze lokalną samowystarczalność energetyczną i zapewni redukcję kosztów ponoszonych przez instytucje publiczne, przedsiębiorstwa komunalne oraz inne podmioty klastra.

Szacunkowe koszty instalacji PV

Nazwa lokalizacji	Wartość inwestycji [PLN]
Boisko ul. Lichnowska – klub sportowy Kolejacz	861500
Targowisko ul. Angowicka	303200
Szkoła Podstawowa nr 5	1509100
Parking przy szkole podstawowej nr 5	1900000
Boisko ul. Rzepakowa	1537000
Żłobek nr 2 ul. Portowa 3	1748425
Szkoła Podstawowa nr 8 ul. Młodzieżowa	2431700
Hala widowiskowo-sportowa ul. Wagnera	831225
Basen ul. Wagnera	4088400
Plac Zabaw ul. Żwirki i Wigury	750800
Dworzec ul. Towarowa	2094400
Targowisko ul. Młodzieżowa	1679600
Szkoła Podstawowa nr 7 ul. Tuwima	739580
Szkoła Podstawowa nr 1	346950
KINO/TERATR – parking i budynek	785900
Szkoła Podstawowa nr. 3	626200



13. WSTĘPNA PROGNOZA KOSZTÓW INSTALACJI WYTWÓRCZYCH OZE

Klub sportowy Chojniczanka	792290
Orlik ul. Jedności	2800575
Plac separatorów ul. Zielona	667575
Budynki Wodociągu plac Piastowski	387225
MZK ul. Angowicka 53	4129075
Ul. Ceynowy – bloki	619875
Ul. Młodzieżowa/ Sportowa osiedle – bloki	1162800
IHAR ul. Igielska	10130490
Ul. Przemysłowa	7936425
Ul. Obrońców Chojnic – bloki	171000
Ul. Wielewska bloki TBS	155250
Ul. Książąt Pomorskich – bloki	760500
Ul. Kartuska bloki TBS	76500
Ul. Jana Pawła II – bloki	461250
Ul. Bruska3 – bloki	72000
Ul. Filomatów – bloki	272250
ul. Czarna Droga - pola pod farmę +plac separacyjny zadaszenie PV pod ciężarówki	45326830
Zbiornik retencyjny suchy ul. Działkowa	49709700
Parking ul. Parkowa	1151050
Zbiornik retencyjny Aleja Matki Boskiej Fatimskiej	3187500
Zbiorniki retencyjne po dwóch stronach drogi zachodnie obejście	9600000
Zbiornik retencyjny – droga na Charzykowy	6840000
Parking ul. Plac Niepodległości	1321600
Parking ul. Okrężna + teren zielony	1734480
Parking ul. Kościarska (cmentarz komunalny)	3493600
Parking ul. Ceynowy 3-5	2066600
Działka spółdzielni przy zbiorniku retencyjnym ul. Fatimska	3240000
Parking Plac Jagielloński	768000
Parking Nowe Miasto	427600



13. WSTĘPNA PROGNOZA KOSZTÓW INSTALACJI WYTWÓRCZYCH OZE

Parking ul. Mickiewicza	383400
Parking ul. Młodzieżowa przy Szkole nr 8	639000
Parking ul. Książąt Pomorskich	1769800
Parking ul. Rzepakowa po obu stronach (przy Kościele)	702600
Parking ul. 3 Maja	979400
Parking ul. Dworcowa	341000
Lodowisko ul. Wagnera (planowana budowa)	1567450
SUMA	188 078 670 zł.

Zasady podejścia indywidualnego do projektowania

W niniejszym opracowaniu zawarto wyłącznie szacunki dotyczące instalacji fotowoltaicznych, stanowiących bazę dla zdecentralizowanego systemu OZE. Pozostałe komponenty, takie jak magazyny energii, elektrolizery wodorowe, systemy zarządzania energią czy układy bilansujące, powinny być planowane i wdrażane indywidualnie przez członków klastra – w zależności od ich specyfiki, zużycia energii, funkcji infrastruktury i możliwości lokalowych.

Takie podejście zapewnia elastyczność i umożliwia lepsze dostosowanie technologii do realnych potrzeb każdej jednostki. Ponadto, w przypadku komponentów takich jak elektroliza czy nisko- i średnio ciśnieniowa stacja tankowania wodoru, kluczowe będzie łączenie funkcji w ramach wspólnych punktów infrastrukturalnych.

Zaprezentowana analiza jest propozycją kierunków rozwoju klastra, a jedynie pokazuje jego potencjał i przykładowe możliwości, których głównym celem jest określenie wstępnych korzyści ekonomicznych i ekologicznych oraz ocena celowości zawiązania klastra.



14. WSTĘPNA ANALIZA UZASADNIAJĄCA POWSTANIE KLASTRA

Budowa klastra energii w Chojnicach znajduje swoje uzasadnienie nie tylko w potrzebach lokalnej transformacji energetycznej, ale również w racjonalnych przesłankach ekonomicznych. Przeprowadzona analiza porównawcza wskazuje, że model rozproszonej produkcji energii z instalacji fotowoltaicznych, skonsolidowany pod egidą klastra, prowadzi do wymiernych oszczędności oraz zwiększenia odporności systemu lokalnego.

Porównanie wartości wytworzonej energii do kosztów inwestycji

Na podstawie wcześniej przedstawionych danych, roczna prognozowana produkcja energii z instalacji wytwórczych zlokalizowanych w obszarze klastra wynosi 112 606 800 kWh. Przyjmując uśrednioną taryfową cenę zakupu energii na poziomie 0,95 zł/kWh (2025), całkowita wartość tej energii w obrocie rynkowym to: 106 979 400 PLN

Tymczasem koszt budowy elementów wytwórczych opartych na fotowoltaice (zgodnie z przedstawioną estymacją) to **188 078 670 zł netto**.

To oznacza, że wartość rocznej produkcji energii odpowiada około 56,88% wartości inwestycji, co przekłada się na okres prostego zwrotu kapitału (bez dotacji) wynoszący około **1,76 roku**. Ważnym aspektem jest fakt, że prognozowane wytwarzanie to co najmniej 25 Lat z niewielkim ubytkiem sprawności. Pamiętać należy że analiza wykonana jest na podstawie wartości średniej ceny zakupu energii. Pełną analizę wykonać należy po ustaleniu stawek wewnątrz klastrowych.

W zastosowanym modelu nie uwzględniono również programów pomocowych i dotacji. Można więc śmiało przyjąć iż jest to model pesymistyczny.

Koszty stałe – efekt skali

Istotnym elementem efektywności działania klastra jest rozłożenie kosztów operacyjnych (zarządzanie, administracja, systemy IT, rozliczenia, raportowanie) na możliwie największą liczbę:

- członków klastra (odbiorców i prosumentów)
- zainstalowanych mocy wytwórczych

Im więcej energii jest produkowane i im więcej uczestników aktywnie korzysta z systemu klastra, tym niższe jednostkowe koszty operacyjne przypadające na każdego z nich. W ten sposób mechanizm działania klastra naturalnie premiuje rozwój i skalowanie systemu.

Dodatkowym elementem ukazującym korzystny efekt wdrożenia rynku - klastra energii jest fakt, iż zgodnie z danymi uzyskanymi z Urzędu Miasta Chojnice sumaryczne zużycie energii w jednostach przynależnych kształtuje się na poziomie 1.588. 056 kWh. Zlokalizowane w koncepcji potencjalne źródła energii pokrywają tę wartość kilku krotnie. Nie oznacza to jednak możliwości stworzenia z przynależnych do urzędu jednostek samowystarczalnych energetycznie obiektów z powodu sezonowości i pików produkcyjnych. Wykorzystując jednak model prosumenta wirtualnego oraz bilansowanie i magazynowanie w ramach klastra istnieje możliwość zminimalizowania kosztów ponoszonych na energię w ramach obiektów powiązanych.



14. WSTĘPNA ANALIZA UZASADNIAJĄCA POWSTANIE KLASTRA

Model rozliczeń – prowizja zamiast stałej opłaty

Za optymalny uznaje się model wynagradzania operatora klastra w formie prowizji od wartości lub wolumenu energii. Jest to korzystniejsze niż ryczałtowe, stałe opłaty miesięczne, które mogą być barierą wejścia dla mniejszych uczestników.

Rozliczenie oparte o realną wartość wytworzonej lub rozliczonej energii:

- promuje aktywność i rozwój instalacji
- zapewnia transparentność i sprawiedliwość kosztową
- stabilizuje przepływy finansowe w ramach klastra

Koszty systemu telemetrycznego i zarządzania energią

Podobną zasadę należy przyjąć w odniesieniu do kosztów systemu telemetrycznego i zarządzania energią (EMS). Zamiast stosować model opłat za dostęp do systemu, lepiej wdrożyć rozliczenie uzależnione od wartości lub ilości przetworzonych danych lub skali obsługiwanego wolumenu energii.

Taki model:

- promuje efektywność energetyczną i cyfrową transformację
- zachęca do inwestycji w automatyzację
- nie obciąża niepotrzebnie podmiotów o niższej aktywności energetycznej

Zestawienie wartości rocznej produkcji energii i kosztów inwestycyjnych jasno pokazuje, że klastry energii to racjonalna decyzja finansowa. Co więcej:

- lokalne wytwarzanie i bilansowanie energii zmniejsza koszty zakupu i przesyłu
- rozliczenia wewnątrz klastrowe i udział w rynku energii zdecentralizowanej wspierają niezależność i elastyczność
- optymalne modele kosztowe premiąją aktywnych uczestników i rozwój nowych lokalizacji

Dzięki odpowiednio zaprojektowanej strukturze kosztowej i finansowej, klastry energii w Chojnicach może funkcjonować jako spójna, efektywna i atrakcyjna ekonomicznie jednostka energetyczna, w której każdy uczestnik korzysta z efektów synergii.



15. KORZYŚCI EKOLOGICZNE

Wpływ klastra energii Chojnice na redukcję emisji CO₂.

Koncepcja klastra energii w Chojnicach to nie tylko transformacja systemu wytwarzania i zarządzania energią, ale również realna korzyść dla środowiska. Jednym z kluczowych wskaźników tej transformacji jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, przede wszystkim dwutlenku węgla (CO₂), które standardowo towarzyszą produkcji energii elektrycznej z paliw kopalnych.

Metodologia oceny

W analizie przyjęto uproszczony, ale zgodny z wytycznymi środowiskowymi model oceny, w którym za punkt odniesienia przyjęto średni wskaźnik emisji dla polskiego miksu energetycznego na rok 2025 – wynoszący 0,7 kg CO₂ na każdą 1 kWh energii elektrycznej wyprodukowanej w sposób konwencjonalny. Oznacza to, że każda 1 kWh wyprodukowana przez odnawialne źródła w klastrze to realne zmniejszenie emisji CO₂ o 0,7 kg.

Wyniki analizy

Na podstawie danych produkcyjnych z rozproszonych lokalizacji wchodzących w skład klastra oszacowano, że roczna produkcja energii odnawialnej wynosi ponad 112 606,78 MWh/rok. W rezultacie łączna ilość unikniętej emisji CO₂ osiąga imponujący poziom około 78 824 ton rocznie.

Znaczenie ekologiczne

Skala redukcji emisji CO₂ odpowiada rocznemu śladowi węglowemu ponad 17,1 tysięcy samochodów osobowych. To bezpośredni dowód na to, że transformacja energetyczna oparta na źródłach rozproszonych i lokalnym bilansowaniu nie tylko przyczynia się do niezależności energetycznej, ale także realnie wspiera działania proklimatyczne.

Uwzględniając dodatkowo komponent produkcji zielonego wodoru, który może zastępować paliwa kopalne w transporcie lub procesach technologicznych, potencjał redukcji emisji w kolejnych etapach rozwoju klastra może być jeszcze większy. Takie podejście wpisuje się w cele polityki klimatycznej Unii Europejskiej oraz strategię osiągnięcia neutralności klimatycznej.

Łączna uniknięta emisja CO₂ dzięki produkcji energii ze źródeł odnawialnych w ramach klastra energii Chojnicach wynosi około **78 834,75 ton CO₂ rocznie**.



16. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

RAPORTOWANIE ESG

Raportowanie ESG i ścieżka zrównoważonego rozwoju Klastra Energii Chojnice.

Koncepcja Klastra Energii Chojnice jest nie tylko odpowiedzią na wyzwania energetyczne i infrastrukturalne, ale także elementem głębszej strategii zrównoważonego rozwoju. Współczesne podejście do transformacji energetycznej coraz częściej osadza się w ramach raportowania ESG (Environmental, Social, Governance), które obejmuje szeroki zakres wpływu działalności człowieka na środowisko, społeczeństwo oraz jakość zarządzania instytucjami publicznymi i prywatnymi.

W kontekście środowiskowym, Klaster Energii Chojnice już na etapie koncepcyjnym spełnia kluczowe założenia raportowania ESG. Produkcja ponad 112,61 GWh rocznie z OZE, w tym z fotowoltaiki klasycznej i zintegrowanej (BIPV), pozwala uniknąć około 78 824 ton emisji CO₂ rocznie. Dodatkowo planowane wdrożenia zielonego wodoru, magazynowania energii oraz zastosowanie lokalnych biogazowni i mikro turbin wiatrowych znacznie zwiększają odporność systemu i przyczyniają się do dekarbonizacji.

Dla każdego uczestnika klastra możliwe jest określenie własnego śladu węglowego oraz rocznego wpływu na jego zmniejszenie – zarówno w wymiarze bezpośrednim (produkcja energii), jak i pośrednim (zmniejszenie importu energii z sieci opartej na miksie węglowym).

ESG (Environmental, Social, Governance) staje się coraz ważniejszym elementem strategii firm, zwłaszcza w kontekście ograniczania śladu węglowego. W Europie kluczową regulacją w tym obszarze jest Dyrektywa CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), która zobowiązuje przedsiębiorstwa do szczegółowego raportowania wpływu na środowisko, w tym emisji CO₂. Przedsiębiorcy zobowiązani zostali także do uwzględnienia Rozporządzenia SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation) oraz wytycznych GHG Protocol, które określają metodykę obliczania emisji w trzech zakresach (Scope 1, 2 i 3).

Polityka zrównoważonego rozwoju odgrywa coraz bardziej istotną rolę w gospodarce światowej. W krajach unijnych nieruchomości odpowiadają za emisję 40% gazów cieplarnianych, więc ich efektywność energetyczna stała się kluczowa. Zero emisyjność to jeden z najważniejszych celów budownictwa. Emisje w tym sektorze muszą zostać zmniejszone o 30% średniej energochłonności budynków oraz 55% emisji CO₂ do 2030r. Poziom taki narzuca porozumienie paryskie i wprowadzone przepisy europejskiego zielonego ładu.





16. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

RAPORTOWANIE ESG

Do osiągnięcia takich poziomów służyć mają regulacje dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków EPBD i obowiązek raportowania środowiskowego wynikający z NFRD i CSRD. Kluczowe znaczenie będzie miało również włączenie budynków do systemu certyfikacji ETS (zielone certyfikaty). Nowelizacja dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej zawierać ma wymóg, aby od 2028r wszystkie nowo powstałe budynki w UE obowiązkowo wyposażone były w instalacje fotowoltaiczne i spełniały warunki zeroemisyjności.

Duże znaczenie dla międzynarodowego handlu będą miały również regulacje dotyczące mechanizmu dostosowania cen na granicach CBAM nazwanych cłem węglowym. Mechanizm ten ma na celu zrównoważenie kosztów emisji CO₂ dla importowanych do UE produktów z krajów, w których nie występują restrykcyjne regulacje w odniesieniu do emisji gazów cieplarnianych.

Mechanizm CBAM regulować będzie ceny importowanych towarów przez wbudowanie w ich wartość kosztów emisyjnych. Powyższe regulacje tworzą dylemat, przed którym stają wszyscy uczestnicy rynku. Bez inwestowania w zielone rozwiązania nie ma już szans na zachowanie konkurencyjności. Według nas koszty dekarbonizacji w znaczącym stopniu przeniesione zostaną na odbiorcę końcowego (konsumenta)

Mimo wydających się odległych zagadnień jak CEBAM należy spojrzeć na klaster energii z punktu widzenia potencjalnego przyszłego inwestora w regionie. To właśnie fakt istnienia klastra energii z jego wszystkimi parametrami wpływającymi na atrakcyjność oferty w regionie może być czynnikiem przeważającym do podjęcia decyzji o inwestycji właśnie tu w Chojnicach.

W Polsce transpozycja dyrektywy CSRD jest prowadzona przez Ministerstwo Finansów i Komisję Nadzoru Finansowego. Wdrażane są również krajowe regulacje doprecyzowujące sposób raportowania, w tym integracja ESRS z krajowymi przepisami księgowymi i sprawozdawczymi. Choć większość gmin i jednostek samorządu terytorialnego nie podlega obowiązkowi raportowania bezpośrednio, coraz częściej wymaga się od nich wykazywania działań prośrodowiskowych i transparentności w inwestycjach, zwłaszcza finansowanych ze środków unijnych. Inaczej wygląda sytuacja członków klastra prowadzących działalność gospodarczą. Ustawodawca przewidział konkretne terminy wdrażania raportowania:

Rok raportowy	Kogo dotyczy	Publikacja raportu
2024	Duże spółki giełdowe już objęte NFRD	2025
2025	Duże spółki niefinansowe (spełniające 2 z 3: >250 prac., >€40 mln przychodu, >€20 mln aktywów)	2026
2026	Małe i średnie przedsiębiorstwa giełdowe (z możliwością odroczenia do 2028)	2027
2028	Podmioty spoza UE prowadzące działalność na terenie UE	2029



17. METODOLOGIA FINANSOWANIA

Finansowanie klastra energii to kluczowy aspekt jego skutecznej realizacji i długofalowej stabilności. W przypadku Chojnic, gdzie celem jest budowa nowoczesnego, zdecentralizowanego systemu energetycznego opartego na OZE, magazynowaniu energii, technologii wodorowej i inteligentnym zarządzaniu, model finansowania musi być wielowektorowy i skalowalny.

Finansowanie powinno łączyć środki publiczne (dotacje krajowe, regionalne i unijne) z mechanizmami rynkowymi (kredyt, leasing, partnerstwo publiczno-prywatne) oraz nowoczesnymi narzędziami cyfrowymi (aktywa cyfrowe, smart kontrakty).

Programy dotacyjne i fundusze publiczne (PL + UE)

2.1. Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO)

- Komponenty: A2.2. OZE, A2.4. Zielona energia i efektywność energetyczna.
- Finansowanie dla: mikroinstalacji PV, magazynów energii, wodoru, klastra energii.
- Formy wsparcia: dotacje bezzwrotne do 85% kosztów kwalifikowalnych.
- Dla: JST, przedsiębiorstw, partnerstw klastra.
- Status: konkursy ogłaszane przez NFOŚiGW i Bank Gospodarstwa Krajowego

Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko (FEnIKS 2021–2027)

- Priorytet: Zielona energia – energetyka obywatelska i klastry energii.
- Dla: samorządów, przedsiębiorstw, spółdzielni energetycznych.
- Zakres: PV, magazyny, systemy IT, hybrydowe źródła, wodór.
- Intensywność pomocy: do 85%.
- Alokacja całkowita: ponad 24 mld zł (część dostępna przez urzędy marszałkowskie i NFOŚiGW).



17. METODOLOGIA FINANSOWANIA

Programy NFOŚiGW

- „Moje Ciepło” / „Mój Prąd” – dla komponentów indywidualnych prosumentów w ramach klastra.
- „Energia Plus” – dla firm, dofinansowanie instalacji PV, kogeneracji, elektromobilności.
- „Zielony transport publiczny” – na wodór i ładowarki w klastrze miejskim.
- „Wsparcie dla JST” – na transformację energetyczną regionów.

Fundusz Transformacji Energetycznej (nowość 2024+)

- Źródło: opłaty ETS i CBAM.
- Cel: wsparcie lokalnych systemów energetycznych, klastry energii.
- Finansowanie: dotacje do 90%, niskooprocentowane pożyczki, umorzenia.

Regionalne Programy Operacyjne i Fundusze Norweskie

- Realizowane przez Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego.
- Priorytety: efektywność energetyczna, gospodarka obiegu zamkniętego, inwestycje społeczne.
- Często możliwa pomoc de minimis dla MŚP.

Kredytowanie i leasing – finansowanie rynkowe

Kredyty inwestycyjne i preferencyjne

- Oferowane przez BGK, BOŚ Bank, Alior, Pekao, Santander.
- Możliwość uzyskania gwarancji EBI lub Banku Rozwoju Rady Europy.
- Okres spłaty: do 15 lat.
- Oprocentowanie preferencyjne w przypadku inwestycji w OZE i H₂.



17. METODOLOGIA FINANSOWANIA

Leasing energetyczny

- Coraz popularniejsze rozwiązanie dla instalacji PV i magazynów
- Dostępne dla JST, przedsiębiorców, operatorów klastra
- Leasing operacyjny lub finansowy – bez angażowania środków własnych

Partnerstwo publiczno-prywatne (PPP)

- Model dla inwestycji infrastrukturalnych (np. stacje H₂, oświetlenie uliczne)
- Integruje prywatne know-how z publicznymi zasobami i ulgami podatkowymi
- Przykład: instalacje PV na budynkach JST, zarządzane przez operatora

Cyfryzacja energii i inwestycji (Model ECM)

- Emisja smart kontraktów odzwierciedlających wartość mocy
- Możliwość pozyskania kapitału bez rozwodnienia struktury własnościowej - export mocy do użytkownika zewnętrznego
- Transparentność dzięki technologii DLT
- Automatyzacja rozliczeń i dystrybucji środków w zależności od uzysków
- Eliminuje potrzebę pośredników finansowych
- Przykładowy potencjał wdrożeniowy Gniewino - Lab One, Future Solutions

Budowa klastra energii w Chojnicach wymaga elastycznego, wielokanałowego modelu finansowania. Kluczowym elementem jest efektywne pozyskiwanie środków z KPO, FEnIKS i NFOŚiGW, uzupełniane przez mechanizmy rynkowe, takie jak leasing, czy kredyt. Warto również rozwijać alternatywne formy finansowania, w tym cyfryzację opartą na smart kontrakcie, która pozwala na zaangażowanie lokalnej społeczności i inwestorów prywatnych w sposób nowoczesny i transparentny.



18. OFERTA I NOWI UCZESTNICY

Plan pozyskiwania uczestników klastra energii Chojnice

Skuteczne funkcjonowanie klastra energii wymaga nie tylko zbudowania odpowiedniej infrastruktury technicznej, ale przede wszystkim zaangażowania aktywnej i zróżnicowanej społeczności uczestników. Klastr w Chojnicach od początku zakłada model partycypacyjny, w którym zarówno instytucje publiczne, przedsiębiorstwa, jak i mieszkańcy mają możliwość współtworzenia lokalnego rynku energii. Niniejszy rozdział przedstawia strategiczny plan pozyskiwania uczestników, który odpowiada na lokalne uwarunkowania, etap rozwoju klastra oraz potencjał energetyczny regionu.

1. Faza inicjalna: Fundament lokalny

Cele:

- Ugruntowanie klastra jako inicjatywy zaufanej, realnej i zgodnej z interesem lokalnym.
- Pozyskanie pierwszych odbiorców energii i producentów z sektora publicznego oraz firm strategicznych.

Grupy docelowe:

- Jednostki samorządu terytorialnego: Urząd Miasta, placówki edukacyjne, instytucje kultury.
- Spółki komunalne: oczyszczalnia, zakład usług komunalnych, operatorzy budynków użyteczności publicznej.
- Lokalne przedsiębiorstwa o dużym zużyciu energii – np. sektor przetwórstwa, chłodnie, hotele całoroczne, lokalny przemysł.

2. Po zakończeniu fazy pierwszej, w której kluczowe instytucje lokalne zostają formalnie włączone do klastra, rolą koordynatora jest jak najszybsze przygotowanie kompletnej oferty uczestnictwa w klastrze. Dokument ten powinien być przejrzysty, osadzony w lokalnych realiach i dostosowany do potrzeb różnych grup odbiorców.

Zakres oferty klastra powinien zawierać:

- proponowane stawki wewnętrzne za energię, wodór, ciepło (z porównaniem do taryf zewnętrznych),
- opis technologii i systemów rozliczeniowych, z naciskiem na transparentność i automatyzację (np. telemetrika, DLT, smart kontrakty),
- jasne korzyści finansowe i środowiskowe wynikające z przystąpienia do klastra,
- opis dostępnych usług dodatkowych (np. magazynowanie energii, doradztwo energetyczne, zarządzanie popytem),
- uproszczony schemat przyłączenia do klastra oraz kontakt operacyjny.



18. OFERTA I NOWI UCZESTNICY

Segmentacja oferty powinna uwzględniać:

- instytucje publiczne (szkoły, jednostki miejskie),
- przedsiębiorstwa MŚP (zróżnicowane profile zużycia),
- wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe,
- mieszkańców (prosumenci i odbiorcy pasywni).

3. Strategia akwizycji oparta na ofercie klastra

Opracowana oferta klastra stanowić będzie bazę całej strategii pozyskiwania i przyłączania nowych uczestników. Wszystkie działania promocyjne, informacyjne oraz doradcze powinny opierać się właśnie na niej – jako spójnym, przekonującym narzędziu komunikacji wartości.

Dzięki standaryzowanej ofercie, klastrer:

- zapewnia spójność przekazu wobec różnych grup docelowych,
- skraca czas decyzyjny po stronie potencjalnych uczestników,
- umożliwia szybsze przejście z zainteresowania do formalnego przyłączenia,
- buduje wizerunek przejrzystej i profesjonalnej struktury, gotowej na szybkie skalowanie.

W kolejnych fazach planu akwizycji – obejmujących firmy, mieszkańców oraz inwestorów – oferta ta będzie modyfikowana jedynie w zakresie szczegółów lub formy prezentacji, nie zaś co do istoty. Jej przejrzystość i powtarzalność są kluczowe dla efektywnego rozwoju klastra energii.

Plan pozyskiwania uczestników klastra w Chojnicach to działanie strategiczne, oparte nie tylko na ofercie energetycznej, ale na poczuciu przynależności do wspólnoty energetycznej, która realnie wpływa na koszty, środowisko i bezpieczeństwo energetyczne regionu. Klastrer nie jest produktem – jest lokalnym ekosystemem, w którym każdy nowy uczestnik wzmacnia jego wartość.





19. BEZPIECZEŃSTWO

Znaczenie bezpieczeństwa w systemie rozproszonym

Rozwój klastra energii jako struktury rozproszonej opierającej się na lokalnych źródłach energii, magazynach i inteligentnych systemach zarządzania, niesie za sobą nie tylko korzyści środowiskowe i ekonomiczne, ale również konieczność zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa – zarówno w wymiarze infrastrukturalnym, jak i informatycznym. W przypadku Klastra Energii Chojnice bezpieczeństwo należy rozumieć dwójako: jako odporność energetyczną systemu oraz jako integralność i poufność danych wykorzystywanych w ramach cyfrowego zarządzania przepływami energii.

Bezpieczeństwo energetyczne lokalnej infrastruktury

Koncepcja klastra zakłada zbilansowanie lokalnych potrzeb energetycznych w oparciu o odnawialne źródła energii oraz systemy magazynowania. W tym modelu bezpieczeństwo energetyczne oznacza zdolność do ciągłego i niezawodnego zaspokajania zapotrzebowania na energię, niezależnie od sytuacji zewnętrznej – w tym ograniczeń krajowej sieci elektroenergetycznej, zakłóceń rynkowych czy ekstremalnych warunków pogodowych.

W ramach klastra bezpieczeństwo energetyczne realizowane jest poprzez:

- dywersyfikację źródeł energii, w tym mikroinstalacji fotowoltaicznych, wiatrowych i magazynów,
- budowę zdecentralizowanych punktów wytwórczo-odbiorczych (tzw. wysp energetycznych),
- integrację systemów magazynowania energii z obiektami krytycznymi (np. obiektami JST, oczyszczalniami, stacjami uzdatniania wody),
- zarządzanie szczytami zapotrzebowania za pomocą lokalnych zasobów i umów wewnętrznych,
- ograniczenie eksportu do sieci centralnej w przypadku przeciążeń i uruchomienie trybu samobilansowania.

Tego rodzaju model funkcjonowania klastra znacząco zwiększa odporność systemu miejskiego na przerwy w dostawach energii, awarie sieci krajowej oraz ryzyka geopolityczne związane z rynkiem paliw konwencjonalnych.



19. BEZPIECZEŃSTWO

Cyberbezpieczeństwo i ochrona danych w systemie klastra

Równolegle z rozwojem fizycznej infrastruktury energetycznej, Klaster Energii Chojnice opiera się na zaawansowanych systemach informatycznych zarządzających danymi dotyczącymi produkcji, zużycia i rozliczeń energii. Bezpieczeństwo przepływu tych danych stanowi kluczowy filar funkcjonowania klastra i jest traktowane jako priorytetowy komponent jego architektury systemowej.

System zarządzania energią w klastrze oparty jest na zdecentralizowanej architekturze danych z zastosowaniem technologii DLT (Distributed Ledger Technology) i inteligentnych kontraktów. Zastosowanie takiej struktury umożliwia:

- zapewnienie integralności danych poprzez ich odporność na manipulacje,
- transparentne rejestrowanie transakcji energetycznych pomiędzy uczestnikami,
- bezpieczne rozliczanie w czasie rzeczywistym z pominięciem centralnych pośredników,
- eliminację ryzyka pojedynczego punktu awarii (single point of failure),
- pełną audytowalność oraz możliwość weryfikacji zapisów przez niezależne podmioty.

Ochrona danych osobowych i operacyjnych uczestników klastra realizowana jest zgodnie z krajowymi przepisami dotyczącymi ochrony informacji oraz dobrymi praktykami w zakresie cyberbezpieczeństwa. Komunikacja pomiędzy urządzeniami telemetrycznymi, licznikami, systemem rozliczeniowym i platformą zarządzania odbywa się z wykorzystaniem szyfrowania end-to-end, uwierzytelniania wielopoziomowego oraz ograniczonego dostępu do zasobów systemowych.

Procedury awaryjne i redundancja systemu

W celu zapewnienia ciągłości działania klastra w sytuacjach awaryjnych przewidziano szereg rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Wśród nich znajdują się:



19. BEZPIECZEŃSTWO

- automatyczne przełączenia źródeł zasilania (PV, magazyny, sieć),
- wbudowane algorytmy zabezpieczające systemy pomiarowe i rozliczeniowe przed przeciążeniem lub błędem transmisji,
- mechanizmy przywracania danych i operacji w przypadku lokalnej awarii,
- dublowanie krytycznych komponentów systemu IT (serwery, bazy danych, kanały komunikacji),
- procedury zarządzania incydentami oraz plan ciągłości działania (Business Continuity Plan).

Koordynator klastra, jako podmiot odpowiedzialny za zarządzanie systemem, prowadzi stały monitoring bezpieczeństwa systemów informatycznych oraz współpracuje z wyspecjalizowanymi partnerami technologicznymi w celu aktualizacji zabezpieczeń i reagowania na nowe zagrożenia.

Podsumowanie

Bezpieczeństwo energetyczne i bezpieczeństwo danych są fundamentami trwałego i niezawodnego funkcjonowania klastra energii w warunkach lokalnych. W modelu przyjętym w Chojnicach bezpieczeństwo nie jest jedynie celem operacyjnym, ale integralnym elementem systemu – uwzględnionym już na etapie projektowania, wdrażania i skalowania całej struktury klastra. W połączeniu z technologiczną dojrzałością systemu zarządzania energią, odpornością infrastruktury fizycznej oraz wysokim poziomem autonomii operacyjnej, klaster stanowi stabilne i bezpieczne rozwiązanie służące społeczności lokalnej.



20. BILANSOWANIE NADWYŻEK PRODUKCJA ZIELONEGO WODORU

Jednym z kluczowych wyzwań dla funkcjonowania klastra energii jest bilansowanie zmiennej produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Fotowoltaika oraz energetyka wiatrowa generują okresowe nadwyżki, które w klasycznym modelu są sprzedawane do sieci po niskiej cenie lub w ogóle odrzucane z powodu ograniczeń przesyłowych. W Chojnicach proponuje się wykorzystanie tych nadwyżek w oparciu o trzystopniowy system bilansowania.

Klaster energii dąży do samobilansowania, którego celem jest maksymalizacja autokonsumpcji i uzyskanie największych możliwych zniżek przesyłowych. Proces bilansowania odbywa się wielopoziomowo:

- Pierwszy poziom bilansowania – każdy uczestnik klastra stara się jak najwięcej energii wykorzystać na własne potrzeby. W tym celu stosowane są systemy magazynowania energii (baterijne i ciepłne), które zwiększają poziom samokonsumpcji i zmniejszają chwilowe oddawanie nadwyżek do sieci.
- Drugi poziom bilansowania – kluczową rolę pełni cyfrowe bilansowanie energii. Dzięki systemowi zarządzania e-Vision nadwyżki jednego uczestnika mogą być przekazywane innym członkom klastra w czasie rzeczywistym, zgodnie z ich chwilowym zapotrzebowaniem. Rozliczenia tych transferów prowadzi cyfrowy operator ECM, zapewniając pełną transparentność, audytowalność i zgodność z taryfami wewnętrznymi. To rozwiązanie znacząco ogranicza konieczność eksportu energii do sieci zewnętrznej.
- Trzeci poziom bilansowania – krytycznym elementem zapewniającym zdolność klastra do pełnego samobilansowania w modelu „zero export” jest funkcjonowanie jednostki produkcji gazów technicznych. To ona przejmuje nadwyżki energii i zamienia je w zielony wodór (oraz tlen jako produkt uboczny), który następnie może być wykorzystany w transporcie, przemyśle, ciepłownictwie lub sprzedany jako surowiec strategiczny.

Technologia elektrolizerów PEM pozwala na elastyczne uruchamianie urządzeń w momentach wysokiej podaży energii odnawialnej i niskiego zapotrzebowania w sieci. Dzięki temu możliwe jest stabilizowanie pracy lokalnych źródeł oraz podniesienie opłacalności całego systemu.



20. BILANSOWANIE NADWYŻEK PRODUKCJA ZIELONEGO WODORU

Wyprodukowany wodór pełni kilka funkcji strategicznych dla klastra:

- Magazyn energii sezonowej – wodór może być długoterminowo przechowywany i ponownie przekształcany w energię elektryczną lub ciepło.
- Wsparcie transportu niskoemisyjnego – paliwo dla autobusów, samochodów dostawczych czy kolei wodorowej.
- Integracja z przemysłem i ciepłownictwem – wodór może być wykorzystany w procesach przemysłowych lub mieszany z gazem ziemnym w miejskich systemach grzewczych, redukując emisje.
- Bezpieczeństwo energetyczne – lokalne magazynowanie energii w postaci wodoru zwiększa odporność regionu na blackouty i ograniczenia w sieci krajowej.

Centrum Badawczo-Rozwojowe rekomenduje, aby w ramach porozumienia klastrowego pozyskać strategicznego uczestnika, którego zadaniem będzie bilansowanie klastra poprzez produkcję gazów technicznych. Z uwagi na kluczowy charakter tej jednostki, należy rozważyć wprowadzenie w taryfie wewnętrznej klastra specjalnego parametru pod pozycją „bilansowanie”. Zapewni on finansowanie tzw. gotowości procesowej, która gwarantuje realizację zasady zero export.

Jednocześnie jednostka produkcji wodoru powinna zostać zobowiązana w umowie klastrowej do dynamicznego rozwoju i stopniowego zwiększania mocy produkcyjnych, tak aby wraz z rozwojem klastra możliwe było przyłączanie nowych uczestników. W ten sposób klastr będzie się rozwijał w sposób stabilny, a jego infrastruktura bilansująca stanie się fundamentem długofalowego wzrostu.



21. ROAD MAPA

Etap 1 – Inicjacja (ukończony)

- List intencyjny podpisany przez ojców założycieli.
- Gotowa koncepcja klastra, przeprowadzone analizy lokalnego potencjału.
- Zidentyfikowani kluczowi partnerzy: Urząd Miasta, ECM, Future Solutions.

Etap 2 – Ustalenie struktury i umowy (miesiące 1–2)

- Wyłonienie reprezentanta do przygotowania umowy klastrowej.
- Spisanie i podpisanie umowy klastrowej z wyborem koordynatora klastra (np. spółka).
- Wskazanie ról i zobowiązań stron, określenie modelu rozliczeń, procedur wewnętrznych.

Etap 3A – Równoległy start operacyjny w formie wysp energetycznych (miesiące 2–6)

Kluczowe założenie: Nie czekamy na rejestrację klastra w URE – budujemy wartość operacyjną od razu.

- Rozpoczęcie działań przez pierwsze instalacje w ramach modelu “zero-export + magazyn”
 - np. szkoły , oczyszczalnia, lokalne firmy.
- Zabezpieczeni wewnętrznego bilansowania - jednostka produkcji wodoru
- Instalacje działają lokalnie z zarządzaniem energią i akumulacją na potrzeby własne.
- Dane z tych instalacji są integrowane w systemie telemetrycznym Future Solutions.
- Tworzy się realna baza do przyszłych rozliczeń wewnętrznych.

Etap 3B – Rejestracja formalna i przygotowanie rozliczeń (równolegle, miesiące 2–5)

- Zgłoszenie klastra do URE (jeśli wymagane).
- Opracowanie pierwszych wewnętrznych taryf klastra: energia, wodór, ciepło.
- Stworzenie oferty udziału dla nowych podmiotów (z kalkulacjami korzyści).



21. ROAD MAPA

Etap 4 – Rozwój systemu i wspólne rozliczenia (miesiące 6–12)

- Włączenie pierwszych instalacji wytwórczych (PV, wiatr, wodór, biogaz) do systemu rozliczeń.
- Wdrożenie systemu DLT do rejestracji i smart kontraktów rozliczeniowych (ECM).
- Uruchomienie obiegu energii i rozliczeń wewnętrznych.
- Promocja klastra i aktywna akwizycja nowych uczestników (biznes, mieszkańcy).

Etap 5 – Skalowanie, produktywność i regionalna ekspansja (12+ miesięcy)

- Rozwój skoordynowanej infrastruktury (magazyny, ładowarki, ciepło odpadowe).
- Włączenie zielonego wodoru do obiegu klastra – nowe taryfy, nowe odbiory.
- Optymalizacja taryf, inteligentne sterowanie popytem i produkcją.

Uwagi strategiczne:

- Model wysp energetycznych to nie tylko przyspieszenie rozwoju, ale również realna demonstracja technologii i samo bilansowanie .
- Pozwala na wdrożenie od razu systemów telemetrycznych i EMS, co przyspiesza pełną operacyjność.
- Przewagę dają uczestnicy z własnymi środkami i infrastrukturą – można tworzyć punkty referencyjne sukcesu.



22. PODSUMOWANIE MENADŻERSKIE

Opis projektu

Klaster Energii Chojnice to lokalna inicjatywa współpracy jednostek samorządu terytorialnego, spółek miejskich, przedsiębiorstw i mieszkańców, której celem jest zwiększenie niezależności energetycznej miasta, obniżenie kosztów energii oraz przyspieszenie zielonej transformacji. Projekt opiera się na wytwarzaniu i lokalnym zużyciu energii ze źródeł odnawialnych (fotowoltaika, wiatr, wodór), z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi zarządzania i rozliczeń.

Cel klastra

- Zwiększenie samowystarczalności energetycznej miasta, szczególnie w obliczu przeciążonej sieci centralnej.
- Ograniczenie kosztów zakupu energii elektrycznej przez samorząd, podmioty komunalne i lokalne przedsiębiorstwa.
- Wsparcie lokalnych inwestycji w odnawialne źródła energii oraz przyspieszenie procesu przyłączeń nowych instalacji, mimo ograniczeń systemu elektroenergetycznego.
- Stworzenie stabilnego i bezpiecznego systemu energetycznego z korzyścią dla społeczności Chojnic.

Struktura działania

- Klaster działa w formule porozumienia stron (tzw. “umowa klastrowa”) i posiada swojego koordynatora – odpowiedzialnego za organizację, rozliczenia i kontakt z uczestnikami.
- W ramach klastra opracowywana jest oferta uczestnictwa zawierająca stawki za energię, opis korzyści i uproszczone procedury przyłączania.
- Rozliczenia pomiędzy uczestnikami oparte są na wewnętrznych taryfach, z uwzględnieniem produkcji i zużycia energii z lokalnych źródeł.



22. PODSUMOWANIE MENADŻERSKIE

Etapy realizacji (skrót)

1. Etap przygotowawczy (ukończony)
– list intencyjny, analiza potencjału, identyfikacja kluczowych interesariuszy.
2. Etap organizacyjny
– opracowanie umowy klastra, wybór koordynatora, przygotowanie oferty.
3. Etap operacyjny
– uruchomienie tzw. „wysp energetycznych” (np. urząd miasta z PV i magazynem), wdrożenie telemetriki i rozliczeń lokalnych.
4. Etap rozwoju:
– pozyskiwanie nowych uczestników (firmy, mieszkańcy), rozwój wspólnych źródeł OZE i rozliczeń wewnętrznych.

Korzyści dla miasta i mieszkańców

- Obniżenie kosztów energii elektrycznej w jednostkach publicznych (potencjał oszczędności nawet o 30%).
- Bezpieczeństwo energetyczne i mniejsza zależność od niestabilnych cen rynkowych.
- Możliwość pierwszeństwa przyłączeń do klastra, mimo ograniczeń sieciowych.
- Zwiększenie wykorzystania lokalnych zasobów OZE, rozwój innowacji i miejsc pracy.
- Umożliwienie mieszkańcom i przedsiębiorcom korzystania z energii w atrakcyjnych stawkach, bezpośrednio z lokalnych źródeł.
- Lepsze wyniki środowiskowe i społeczne, zgodne z kierunkami polityki unijnej, KPO i Funduszy Europejskich.

Podsumowanie

Klaster Energii Chojnice to narzędzie nowoczesnej, samorządowej polityki energetycznej – łączące korzyści ekonomiczne z odpowiedzialnością klimatyczną i rozwojem lokalnym. Projekt wpisuje się w strategiczne kierunki transformacji energetycznej w Polsce i Unii Europejskiej, a jego wdrożenie wzmacnia pozycję Chojnic jako lidera zielonej zmiany na poziomie gminnym.



23. SŁOWNIK

Skróty użyte w dokumencie 1

Skrót	Rozwinięcie	Opis / Kontekst
OZE	Odnawialne Źródła Energii	Wykorzystywane w klastrze źródła energii pochodzące z natury, <u>m.in.</u> fotowoltaika, wiatr, biogaz.
JST	Jednostka Samorządu Terytorialnego	Obowiązkowy uczestnik klastra energii (np. gmina Władysławowo).
URE	Urząd Regulacji Energetyki	Organ nadzorujący działalność klastra, <u>m.in.</u> rozliczenia i rejestrację.
OSD	Operator Systemu Dystrybucyjnego	Przedsiębiorstwo odpowiedzialne za sieci elektroenergetyczne, współpracujące z klastrem.
PV	Photovoltaics (Fotowoltaika)	Technologia wytwarzania energii elektrycznej z promieniowania słonecznego.
EMS	Energy Management System	System zarządzania energią stosowany w klastrze.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	System nadzoru i akwizycji danych wykorzystywany w zarządzaniu energetyką.
BMS	Building Management System	System zarządzania budynkiem – w kontekście klastra wspiera zarządzanie energią w obiektach.
DSR	Demand Side Response	Mechanizm elastyczności odbioru energii – odbiorcy mogą ograniczyć zużycie energii w szczycie.
AI	Artificial Intelligence (Sztuczna Inteligencja)	Zastosowanie inteligentnych algorytmów w zarządzaniu klastrem.
H ₂	Wodór cząsteczkowy (H ₂)	Zielony wodór jako nośnik energii w systemie klastrowym.



23. SŁOWNIK

Skróty użyte w dokumencie 2

Skrót	Rozwinięcie	Opis / Kontekst
BIPV	Building Integrated Photovoltaics	Fotowoltaika zintegrowana z budynkami – estetyczne i funkcjonalne rozwiązania PV.
SPV	Special Purpose Vehicle	Spółka celowa powołana do zarządzania klastrem jako jego koordynator.
IT	Information Technology	Odnosi się do technologii informatycznych używanych do monitorowania i zarządzania energią.
PEP2040	Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku	Dokument strategiczny wskazujący kierunki rozwoju energetyki, w tym klastry.
REPower EU	Recovery and Energy Package for Europe	Europejski program wspierający transformację energetyczną.
FEnIKS	Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko	Fundusz wspierający <u>m.in.</u> projekty energetyczne i środowiskowe.
DLT	Distributed Ledger Technology	Technologia rozproszonego rejestru wykorzystywana <u>m.in.</u> przez ECM do rozliczeń energii.
ECM	Energy Coin Market Sp. z o.o.	Podmiot odpowiedzialny za systemy rozliczeń i cyfryzację klastra (operator technologiczny).
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej	Instytucja finansująca projekty środowiskowe, wspierająca klastry energii.
Dz.U.	Dziennik Ustaw	Oficjalne źródło publikacji aktów prawnych w Polsce.
RED II	Renewable Energy Directive II (UE 2018/2001)	Dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca promowania energii ze źródeł odnawialnych.
MŚP	Małe i Średnie Przedsiębiorstwa	Grupa uczestników klastra wspierana w ramach unijnych programów transformacji.



23. SŁOWNIK

Wyjaśnienie podstawowych pojęć związanych z tematyką dokumentu 1

Pojęcie	Wyjaśnienie
Klaster energii	Forma współpracy lokalnej pomiędzy jednostkami samorządu terytorialnego, przedsiębiorstwami i mieszkańcami, której celem jest lokalna produkcja, dystrybucja, magazynowanie i zużycie energii. Definicja zawarta w ustawie Prawo energetyczne.
Prosument	Podmiot, który jednocześnie zużywa i wytwarza energię elektryczną, głównie z odnawialnych źródeł.
Autokonsumpcja energii	Wykorzystywanie energii elektrycznej na własne potrzeby przez podmiot, który ją wyprodukował, bez wprowadzania jej do sieci.
Magazyn energii	Urządzenie lub system technologiczny umożliwiający gromadzenie energii elektrycznej i jej późniejsze wykorzystanie.
Zielony wodór	Wodór produkowany przy użyciu odnawialnych źródeł energii (np. z elektrolizy wody zasilanej energią słoneczną lub wiatrową).
Wirtualna elektrownia (VPP)	Zintegrowany system rozproszonych źródeł energii, magazynów i odbiorców, zarządzany centralnie za pomocą cyfrowej platformy.
Mikrosieć (microgrid)	Mały, lokalny system energetyczny, który może działać w połączeniu z siecią krajową lub niezależnie (wyspowo).
Wyspowy tryb pracy	Praca lokalnego systemu energetycznego niezależnie od zewnętrznej sieci elektroenergetycznej, często w sytuacjach awaryjnych.
Zarządzanie popytem (DSM)	Działania mające na celu dostosowanie zapotrzebowania na energię do jej dostępności i ceny.
Elastyczność energetyczna	Możliwość zmiany profilu zużycia energii przez odbiorców lub dostosowanie produkcji energii do warunków sieciowych.
Obszar klastrowy	Geograficzny zasięg działania klastra energii, obejmujący zwykle obszar gminy lub kilku sąsiadujących gmin.
Operator klastra	Podmiot odpowiedzialny za zarządzanie codziennym funkcjonowaniem klastra, jego rozliczeniami i infrastrukturą.
Koordynator klastra	Instytucja lub firma odpowiedzialna za strategiczne i administracyjne prowadzenie klastra.
Model hybrydowy	Model działania klastra, który łączy w sobie różne technologie produkcji i magazynowania energii (np. PV + wiatr + H ₂ + baterie).



23. SŁOWNIK

Wyjaśnienie podstawowych pojęć związanych z tematyką dokumentu 2

Pojęcie	Wyjaśnienie
Bilansowanie energetyczne	Proces zapewnienia równowagi między produkcją a zużyciem energii w ramach klastra.
Cyfrowy portfel energii	Rozwiązanie IT umożliwiające rozliczanie i zarządzanie energią w sposób zdecentralizowany i przejrzysty.
Platforma rozliczeniowa	System informatyczny służący do rejestrowania produkcji, zużycia i przepływu energii w klastrze.
Rozproszona energetyka	Model wytwarzania energii oparty na wielu mniejszych, lokalnych źródłach zamiast jednej dużej elektrowni.
Transformacja energetyczna	Proces zmiany systemu energetycznego w kierunku większego udziału OZE, efektywności energetycznej i neutralności klimatycznej.
Neutralność klimatyczna	Stan, w którym emisje gazów cieplarnianych są równoważone przez ich pochłanianie lub kompensację, np. przez lasy lub technologie.
Strategia REPowerEU	Europejski plan redukcji zależności od paliw kopalnych, zwiększania efektywności energetycznej i rozwoju OZE.
System SCADA	Zintegrowany system do monitorowania, nadzoru i sterowania infrastrukturą techniczną w czasie rzeczywistym.
System EMS	System zarządzania energią, umożliwiający optymalizację jej zużycia i produkcji na poziomie budynku, przedsiębiorstwa lub klastra.
System BMS	System zarządzania budynkiem, obejmujący <u>m.in.</u> automatykę HVAC, oświetlenia i bezpieczeństwa – może być zintegrowany z EMS.
Ustawa o OZE	Polska ustawa regulująca produkcję i wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych, w tym funkcjonowanie klastrów energii.
Ustawa Prawo energetyczne	Akt prawny regulujący zasady funkcjonowania rynku energii elektrycznej w Polsce.
Certyfikat efektywnego klastra	Dokument wydawany przez URE potwierdzający, że dany klaster spełnia określone parametry efektywnościowe.



23. SŁOWNIK

Podstawowe jednostki i pojęcia fizyczne 1

Pojęcie / Jednostka	Wyjaśnienie
kWh (kilowatogodzina)	Jednostka energii. Oznacza ilość energii zużytej lub wyprodukowanej przez urządzenie o mocy 1 kW pracujące przez 1 godzinę. Powszechnie stosowana do rozliczeń za energię elektryczną.
MW (megawat)	Jednostka mocy równa 1 000 000 watów. Używana do określania mocy elektrowni lub farm OZE.
MWp (megawat peak)	Maksymalna (szczytowa) moc instalacji fotowoltaicznej w warunkach testowych (STC). Używana przy projektowaniu PV.
kW (kilowat)	Jednostka mocy równa 1 000 watów. Stosowana do określania mocy urządzeń domowych i instalacji OZE.
MWh (megawatogodzina)	1 000 kWh. Jednostka energii stosowana przy bilansowaniu produkcji i zużycia w dużych instalacjach.
GWh (gigawatogodzina)	1 000 MWh, czyli 1 000 000 kWh. Używana w analizach systemowych i długoterminowych prognozach.
Hz (herc)	Jednostka częstotliwości. W sieci elektroenergetycznej w Polsce i Europie obowiązuje standard 50 Hz.
V (volt)	Jednostka napięcia elektrycznego.
A (amper)	Jednostka natężenia prądu elektrycznego.
Ohm (Ω)	Jednostka oporu elektrycznego.
m² (metr kwadratowy)	Jednostka powierzchni. Używana np. przy obliczeniach dostępnej powierzchni pod instalacje PV.



23. SŁOWNIK

Podstawowe jednostki i pojęcia fizyczne 2

Pojęcie / Jednostka	Wyjaśnienie
kg CO ₂ / MWh	Ilość emisji dwutlenku węgla przypadająca na jednostkę wyprodukowanej energii. Stosowana przy ocenie wpływu energetyki na środowisko.
COP (Coefficient of Performance)	Współczynnik efektywności pompy ciepła – stosunek uzyskanej energii cieplnej do zużytej energii elektrycznej.
LCOE (Levelized Cost of Electricity)	Uśredniony koszt produkcji 1 MWh energii w całym cyklu życia instalacji. Używany do porównań opłacalności różnych źródeł energii.
Efektywność energetyczna (%)	Stosunek uzyskanej energii użytecznej do energii dostarczonej – istotna w kontekście planowania instalacji i oszczędności.
Poziom autokonsumpcji (%)	Procent energii wyprodukowanej lokalnie i zużytej na miejscu – kluczowy wskaźnik efektywności klastra.
Obciążenie szczytowe	Największe chwilowe zapotrzebowanie na moc w systemie – istotne przy projektowaniu magazynów energii i strategii DSR.
Straty przesyłowe (%)	Energia tracona podczas przesyłu przez linie elektroenergetyczne – dążenie do ich minimalizacji jest jednym z celów klastrów.
Bilans energetyczny	Zestawienie całkowitej produkcji, zużycia, strat i magazynowania energii w danym systemie.
Tryb pracy wyspowej	Tryb funkcjonowania sieci lokalnej (mikrosieci), w którym jest ona odłączona od systemu zewnętrznego (np. w razie awarii).
Napięcie znamionowe	Standardowe napięcie, do którego zaprojektowano urządzenie lub system (np. 230 V w gniazdku domowym).
Czas trwania szczytu (godziny szczytu)	Okresy dobowego największego zapotrzebowania na energię – istotne dla planowania działania magazynów i DSR.



23. SŁOWNIK

Podstawowe jednostki i pojęcia fizyczne 2-1

Pojęcie / Jednostka	Wyjaśnienie
kg CO ₂ / MWh	Ilość emisji dwutlenku węgla przypadająca na jednostkę wyprodukowanej energii. Stosowana przy ocenie wpływu energetyki na środowisko.
COP (Coefficient of Performance)	Współczynnik efektywności pompy ciepła – stosunek uzyskanej energii cieplnej do zużytej energii elektrycznej.
LCOE (Levelized Cost of Electricity)	Uśredniony koszt produkcji 1 MWh energii w całym cyklu życia instalacji. Używany do porównań opłacalności różnych źródeł energii.
Efektywność energetyczna (%)	Stosunek uzyskanej energii użytecznej do energii dostarczonej – istotna w kontekście planowania instalacji i oszczędności.
Poziom autokonsumpcji (%)	Procent energii wyprodukowanej lokalnie i zużytej na miejscu – kluczowy wskaźnik efektywności klastra.
Obciążenie szczytowe	Największe chwilowe zapotrzebowanie na moc w systemie – istotne przy projektowaniu magazynów energii i strategii DSR.
Straty przesyłowe (%)	Energia tracona podczas przesyłu przez linie elektroenergetyczne – dążenie do ich minimalizacji jest jednym z celów klastrów.
Bilans energetyczny	Zestawienie całkowitej produkcji, zużycia, strat i magazynowania energii w danym systemie.
Tryb pracy wyspowej	Tryb funkcjonowania sieci lokalnej (mikrosieci), w którym jest ona odłączona od systemu zewnętrznego (np. w razie awarii).
Napięcie znamionowe	Standardowe napięcie, do którego zaprojektowano urządzenie lub system (np. 230 V w gniazdku domowym).
Czas trwania szczytu (godziny szczytu)	Okresy dobowego największego zapotrzebowania na energię – istotne dla planowania działania magazynów i DSR.



24. AUTORZY

Autorzy opracowania:

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane przez zespół Centrum Badawczo-Rozwojowego Future Solutions, specjalizującego się w opracowywaniu innowacyjnych modeli energetyki rozproszonej, systemów zarządzania energią oraz wdrożeń opartych na technologiach zeroemisyjnych.

Autor:

- **Bartłomiej Okoń** – koncepcja klastra energii, struktura dokumentu, strategia rozwoju, model przyłączy i rozliczanie wewnątrz klastrowe, roadmap realizacyjne.

Pozostali współautorzy i konsultanci:

- **Jakub Goryszewski** – konsultacje merytoryczne w zakresie technologii energetycznych, systemy zarządzania energią w klastrze.
- **Konrad Han** – koncepcja integracji zielonego wodoru z infrastrukturą energetyczną klastra oraz model wykorzystania produktów ubocznych (tlen, ciepło).
- **Marcin Kminkowski** – ekspertyza prawna w zakresie regulacji klastra energii, uwarunkowań formalnych i zapisów umowy klastrowej.
- **Anna Kicol** – koncepcje lokalizacji i określenie mocy wytwórczych.
- **Małgorzata Holiat** – aspekty bezpieczeństwa w Klastrze Energii.
- **Piotr Schumann** – konsultacje merytoryczne w zakresie AI i Smart City.
- **Dorota Janusz** - korekta.

Zespół Future Solutions aktywnie wspiera proces budowy klastra energii w Chojnicach, dostarczając wiedzy technologicznej, organizacyjnej i regulacyjnej na każdym etapie jego rozwoju

KONTAKT:

Gdański Park Naukowo Technologiczny
ul. Trzy Lipy 3,
80-172 Gdańsk

REGON 522251838
NIP 5842819039
KRS 0000976250



WWW.ECMARKET.EU

WWW.CBRFS.COM

office@cbrfs.com

