

04.12.2024

Update 10.02.2025

Specyfikacja techniczna dla opracowania mapowania na potrzeby wprowadzania energii odnawialnej na terytorium Polski w celu określenia dostępności energii ze źródeł odnawialnych oraz potencjału produkcji energii odnawialnej w poszczególnych rodzajach technologii OZE zgodnie ze szczegółowym opisem przedmiotu zamówienia.

Uwaga autorska: Projekt celowo zawiera uogólnienia tematyczne, aby cel mapowania potencjału mógł być osiągnięty w przewidywanym przez Zamawiającego czasie, który wyznacza KPO.

Zamawiający:

Ministerstwo Klimatu i Środowiska
ul. Wawelska 52/54
00-922 Warszawa

Czas trwania projektu:

4 listopada 2024 – 5 grudnia 2024

Spis treści

1	Wprowadzenie	5
1.1	Cel dokumentu.....	5
1.2	Definicje	6
1.3	Kontekst prawny części technicznej specyfikacji	10
1.4	Akty prawne i dokumenty strategiczne	12
1.4.1	Prawo unijne	12
1.4.2	Dokumenty krajowe	12
2	Definicje i charakterystyka poszczególnych rodzajów OZE	18
2.1	Energia słoneczna: fotowoltaika na lądzie	18
2.1.1	Definicja	18
2.1.2	Rodzaje	18
2.1.3	Stan wykorzystania w Polsce	18
2.1.4	Kluczowe akty prawne rekomendowane w procesie mapowania	19
2.1.5	Wymogi techniczne mapowania: kryteria	19
2.2	Energia wiatrowa: instalacje lądowe	20
2.2.1	Definicja	20
2.2.2	Kluczowe akty prawne i regulacje dla lądowej energetyki wiatrowej	21
2.2.3	Wymogi techniczne mapowania: kryteria	21
2.3	Energia wiatrowa: instalacje morskie	23
2.3.1	Definicja i zastosowanie	23
2.3.2	Kluczowe akty prawne i regulacje	24
2.3.3	Wymogi techniczne mapowania: kryteria	24
2.4	Energia z biogazu i biometanu	25
2.4.1	Wprowadzenie	25
2.4.2	Definicja biogazowni	25
2.4.3	Rodzaje biogazowni i stan wykorzystania w Polsce	26
2.4.4	Definicja biometanowni	27
2.4.5	Kluczowe akty prawne i regulacje	28
2.4.6	Wymogi techniczne mapowania: kryteria	28
2.5	Energia geotermalna	30
2.5.1	Definicja i zastosowanie	30
2.5.2	Geotermia głęboka	32
2.5.3	Geotermia płytka	35
2.6	Energia wodna	39
2.6.1	Definicja i zastosowanie	39
2.6.2	Wymogi techniczne mapowania: kryteria	40

3	Infrastruktura towarzysząca	43
3.1	Sieci przesyłowe i dystrybucyjne	43
3.1.1	Definicje	43
3.1.2	Wymogi techniczne mapowania: kryteria.....	45
3.2	Magazyny energii elektrycznej	46
3.2.1	Definicja	46
3.2.2	Stan wykorzystania magazynowania energii elektrycznej w Polsce	47
3.2.3	Kluczowe akty prawne	47
3.2.4	Wymogi techniczne mapowania: kryteria.....	48
3.3	Magazyny ciepła.....	50
3.3.1	Definicja i zastosowanie	50
3.3.2	Kluczowe akty prawne	51
3.3.3	Wymogi techniczne mapowania: kryteria i źródła danych	52
3.4	Infrastruktura przyłączeniowa.....	53
3.4.1	Definicje	53
3.4.2	Stan wykorzystania w Polsce	54
3.5	Systemy zarządzania energią.....	55
3.5.1	Definicja	55
3.5.2	Korzyści	56
3.5.3	Kryteria lokalizacji	57
4	Instrukcje mapowania potencjału produkcji energii odnawialnej.....	60
4.1	Mapowanie potencjału energii słonecznej: fotowoltaika na lądzie	61
4.1.1	Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych.....	61
4.1.2	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	63
4.2	Mapowanie potencjału energii wiatrowej: instalacje lądowe	65
4.2.1	Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych.....	65
4.2.2	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	69
4.3	Mapowanie potencjału energii wiatrowej: instalacje morskie	70
4.3.1	Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych.....	70
4.3.2	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	70
4.4	Mapowanie potencjału energii z biogazu i biometanu	71
4.4.1	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	74
4.5	Mapowanie potencjału energii geotermalnej.....	74
4.5.1	Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych.....	74
4.5.2	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	83
4.6	Mapowanie potencjału energii wodnej	84
4.6.1	Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych.....	84
4.6.2	Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego	88
5	Aspekty techniczne mapowania potencjału produkcji energii odnawialnej	88

5.1	Wymogi techniczne dla mapy zasobów	88
5.1.1	Dostępność cyfrowa i możliwość zintegrowania z geoportal.gov.pl.....	88
5.1.2	Walidacja danych	90
5.1.3	Integracja z procedurami planistycznymi.....	91
5.1.4	Harmonogram aktualizacji	93
5.2	Rozwój warstw danych	94
5.2.1	Jakość i wiarygodność danych.....	94
6	Wymagania dokumentacyjne	95
6.1	Dokumentacja procesu przygotowania danych	95
6.2	Dokumentacja procesu mapowania	95
6.3	Dokumentacja dla mapy zasobów	96
6.4	Dokumentacja rezultatów	96
6.5	Bezpieczeństwo danych	97
6.6	Standardy i dobre praktyki	97
7	Wykaz dodatkowych dokumentów.....	98
7.1	Bibliografia	98
7.2	Spis tabel i rysunków	103
7.3	Wykaz aktów prawnych	104

1 Wprowadzenie

1.1 Cel dokumentu

Celem Specyfikacji technicznej jest dostarczenie precyzyjnych wytycznych dla opracowania przez Wykonawcę kompleksowego mapowania zasobów i potencjału odnawialnych źródeł energii w Polsce, zgodnie z wymogami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniającej dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylającej dyrektywę Rady (UE) 2015/652 oraz Krajowego planu w dziedzinie energii i klimatu.

Dokument określa szczegółową metodykę mapowania dostępności energii dla wszystkich kluczowych technologii OZE, fotowoltaiki, turbin wiatrowych na lądzie, biogazowni i biometanowni, morskich farm wiatrowych, instalacji geotermalnych oraz hydroelektrowni. Specyfikacja uwzględnia w procesie mapowania infrastrukturę towarzyszącą – sieci przesyłowe i dystrybucyjne, magazyny energii elektrycznej i ciepłej, infrastrukturę przyłączeniową oraz systemy zarządzania energią. W procesie mapowania należy uwzględnić także obszary o podwyższonym zapotrzebowaniu na energię elektryczną jak Specjalne Strefy Ekonomiczne.

W zakresie metodologicznym dokument definiuje szczegółowe wskaźniki oceny potencjału oraz metody kalkulacji generacji energii, wraz z wytycznymi dotyczącymi źródeł i zarządzania danymi. Określa wymogi techniczne dla mapy zasobów, w tym format cyfrowy kompatybilny z <https://www.geoportal.gov.pl/>, możliwość integracji z systemami planowania przestrzennego oraz procedury aktualizacji i walidacji danych.

Specyfikacja zawiera wymagania dokumentacyjne dotyczące rekomendowanych źródeł danych, mapowania oraz standardów prezentacji wyników dla każdej technologii OZE.

Dokument stanowi kompleksowy wzorzec techniczny, zapewniający spójne opracowanie strategicznego narzędzia w obszarze odnawialnych źródeł energii.

Na podstawie tej specyfikacji wykonawca opracuje mapę określającą ilościowy potencjał OZE (wyrażony w MW i MWh) wraz ze wskazaniem lokalizacji optymalnych dla rozwoju instalacji, z uwzględnieniem obszarów przyspieszonego rozwoju OZE zgodnie z definicją Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniającej dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylającej dyrektywę Rady (UE) 2015/652.

1.2 Definicje

aKPEiK	Aktualizacja Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030.
ARiMR	Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa
art.	Skrót wyrazu artykuł w znaczeniu – część aktu prawnego
BESS	Magazyny bateryjne (Battery Energy Storage System)
Biogazownia	Specjalistyczna instalacja przemysłowa, która wykorzystuje naturalny proces fermentacji beztlenowej do wytwarzania biogazu
Biometanownia	Instalacja składająca się z tradycyjnej biogazowni, produkującej biogaz (czyli mieszaninę dwutlenku węgla i metanu) oraz modułu oczyszczającego biogaz do biometanu
BIP	Biuletyn Informacji Publicznej. Jest to urzędowy publikator teleinformatyczny, który został stworzony w celu powszechnego udostępniania w postaci elektronicznej informacji publicznych wymagane przez polskie prawo.
Decyzja środowiskowa	Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia
DJP	Duża Jednostka Przeliczeniowa inwentarza. Jest to umowna jednostka używana do określania wielkości gospodarstwa hodowlanego, która pozwala porównywać różne rodzaje i wielkości hodowli zwierząt. 1 DJP odpowiada zwierzęciu lub grupie zwierząt o łącznej masie 500 kg. Przykładowe przeliczniki DJP: krowa dorosła = 1 DJP
Dyrektywa RED III	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001,

	rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652
EGS	Enhanced Geothermal Systems (EGS) to technologia pozyskiwania energii cieplnej wnętrza Ziemi z suchych gorących skał, wspomaganych niewielkim dopływem wód.
Energia geotermalna	Energia o charakterze nieantropogenicznym skumulowana w postaci ciepła pod powierzchnią ziemi
ESP	Elektrownia szczytowo-pompowa
FW	Farma wiatrowa
GC	Redukcja emisji gazów cieplarnianych
GPC	Grunтова pompa ciepła
Geoportal	Serwis dostępny pod adresem https://www.geoportal.gov.pl/ Pełni rolę centralnego węzła Infrastruktury Informacji Przestrzennej pośrednicząc w dostępie do danych przestrzennych i związanych z nimi usług. Administratorem Serwisu, w rozumieniu ustawy z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz. U. z 2020 r., poz. 344), jest Główny Geodeta Kraju.
GPZ	Główny Punkt Zasilający – kluczowy element infrastruktury elektroenergetycznej. Pełni funkcję węzła energetycznego umożliwiającego przyłączanie większych instalacji wytwórczych, w tym odnawialnych źródeł energii, do sieci elektroenergetycznej oraz kontrolę i dystrybucję energii do odbiorców końcowych. W kontekście rozwoju OZE, lokalizacja, odległość i dostępna moc przyłączeniowa GPZ są kluczowymi czynnikami determinującymi możliwości realizacji nowych inwestycji.
HDR	Hot Dry Rocks (HDR) to technologia pozyskiwania energii cieplnej wnętrza Ziemi z suchych gorących skał, w naturalnych warunkach praktycznie niezawierających wody i nieprzepuszczających jej.
Hydroelektrownia	Elektrownia wodna, instalacja służąca do przetwarzania energii spadku wód na energię elektryczną za pomocą turbin wodnych sprzężonych z generatorami.
Instalacja OZE	Instalacja odnawialnego źródła energii
Kryteria oceny potencjału	Zbiór kryteriów, które Wykonawca Mapowania musi wziąć pod uwagę w procesie selekcji terenu dla poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii. Wykonawca Mapowania może rozszerzyć listę kryteriów selekcji wraz z uzasadnieniem. Wykonawca Mapowania może pominąć wybrane kryteria za porozumieniem i za zgodą Zlecającego.

Kryterium	Pojedynczy, określony warunek lub cecha terenu, stanowiący element oceny jego przydatności dla danego rodzaju odnawialnych źródeł energii. Kryterium może być rekomendowane (wynikające z podstawowej listy kryteriów opisanych w Rozdziale 2, Rozdziale 3 i Rozdziale 4) lub dodatkowe (wprowadzone przez Wykonawcę Mapowania za zgodą Zlecającego), przy czym każde kryterium musi posiadać jasno określony sposób weryfikacji oraz źródło.
kV	Symbol jednostki napięcia elektrycznego – kilowolt
kW	Symbol jednostki mocy – kilowat
LFULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – państwowy Urząd ds. Środowiska, Rolnictwa i Geologii. Podlega saksońskiemu Ministerstwu Energii, Ochrony Klimatu, Środowiska i Rolnictwa.
Magazyny ciepła	Instalacje służące do przechowywania energii cieplnej, zwane również magazynem energii cieplnej.
Magazyny energii elektrycznej	Urządzenia lub systemy służące do przechowywania energii elektrycznej i udostępniania jej w późniejszym czasie, gdy jest to potrzebne.
Mapa zasobów	Cyfrowe odwzorowanie przestrzenne potencjału energetycznego ze źródeł odnawialnych na terenie Polski.
Mapowanie	W kontekście niniejszej specyfikacji oznacza kompleksowy proces tworzenia cyfrowej mapy zasobów energii odnawialnej na terytorium Polski. Jest to wielowarstwowa analiza przestrzenna, która łączy różne zbiory danych, aby stworzyć obraz potencjału OZE wraz z kalkulacją wytwórczą.
MEW	Mała Elektrownia Wodna
MFW	Morska Farma Wiatrowa
MKIŚ	Ministerstwo Klimatu i Środowiska
MPZP	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego
MW	Symbol jednostki mocy elektrycznej i mechanicznej – megawat
mW/m²	Podstawowa jednostka stosowana do wyrażania ilości ciepła, które przepływa z wnętrza ziemi.
MWh	Megawatogodzina to jednostka energii elektrycznej określająca ilość energii, jaką urządzenie o mocy 1 megawata (MW) wytwarza w czasie 1 godziny. Jest to kluczowy wskaźnik w planowaniu energetycznym, który pozwala określić rzeczywistą produkcję energii w czasie.

Ocena potencjału	Proces analityczny przeprowadzany przez Wykonawcę Mapowania, polegający na wielokryterialnej ewaluacji terenu pod kątem możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz docelowo oceny potencjału mocy wytwórczej, realizowany w oparciu o ustalone Kryteria oceny potencjału. Ocena uwzględnia zarówno rekomendowane kryteria oceny potencjału (Rozdział 2 i Rozdział 4), jak i dodatkowe kryteria zaproponowane przez Wykonawcę Mapowania oraz zatwierdzone przez Zlecającego.
OSD	Operator Systemu Dystrybucyjnego
OZE	Odnawialne źródła energii
Parametr	Lista parametrów opisana w Rozdziale 4. Lista ta może zostać rozszerzona o dodatkowe parametry przez Wykonawcę Mapowania (pod warunkiem merytorycznego uzasadnienia i akceptacji). Każdy parametr musi posiadać określoną wartość lub zakres wartości oraz jasno zdefiniowany wpływ na końcowy wynik kalkulacji mocy wytwórczej OZE.
Parametry kalkulacyjne mocy wytwórczej	Lista parametrów do kalkulacji mocy wytwórczej OZE opisana szczegółowo w Rozdziale 4.
PIG-PIB	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Plan Ogólny	Obowiązkowy dokument planistyczny obejmujący obszar gminy, który zastąpi dotychczas obowiązujące SUIKZP (Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego).
Pogłowie zwierząt	Całkowita liczba zwierząt danego gatunku lub wszystkich gatunków występujących w określonym miejscu i czasie. Termin najczęściej używany w kontekście rolnictwa i hodowli zwierząt gospodarskich.
Potencjał mocy wytwórczej	Maksymalna możliwa do uzyskania moc wytwórcza dla każdego odnawialnego źródła energii na analizowanym obszarze. Jest określona na podstawie Parametrów kalkulacyjnych mocy wytwórczej oraz dodatkowych uzasadnionych parametrów wprowadzonych przez Wykonawcę Mapowania. Wartość ta reprezentuje teoretyczną zdolność wytwórczą instalacji przy uwzględnieniu wszystkich istotnych czynników technicznych i środowiskowych zidentyfikowanych w procesie analizy.
PV	Instalacja fotowoltaiczna
PZPPOM	Plan zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej, przyjęty na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie przyjęcia planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych,

	morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (Dz. U. poz. 935, z późn. zm.).
SD	System dystrybucyjny
Smart grid	Inteligentna sieć energetyczna wykorzystująca nowoczesne technologie do optymalizacji produkcji, przesyłu i konsumpcji energii elektrycznej.
Spad niwelacyjny	Różnica poziomów lustra wody pomiędzy poziomami niwelacyjnymi luster górnej wody i dolnej wody
Specyfikacja techniczna	Specyfikacja techniczna to dokument określający szczegółowe wytyczne dla opracowania kompleksowego mapowania zasobów i potencjału odnawialnych źródeł energii w Polsce oraz cyfrowej mapy potencjału OZE.
SUiKZP/studium	Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego
TWh	terawatogodzina – 1 TWh = 1000 GWh
Woda termalna	Jest źródłem wytwarzania energii w elektrowni geotermalnej. To woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C.
Wykluczenie	Proces identyfikacji i eliminacji obszarów, które spełniają określone parametry wykluczające, z procesu mapowania potencjału dla infrastruktury energii odnawialnej. Wykluczenie ma charakter warunkowy, nie permanentny – oznacza to, że tereny uznane za wykluczone w obecnym procesie mapowania mogą w przyszłości zostać wykorzystane pod infrastrukturę energii odnawialnej przy zastosowaniu odpowiednich rozwiązań technicznych, społecznych lub prawnych. Dotyczy to w szczególności inwestycji o charakterze strategicznym, gdzie lokalizacja na terenach pierwotnie wykluczonych może okazać się niezbędna dla realizacji celów energetycznych.
Wykonawca mapowania	Podmiot posiadający osobowość prawną, który na podstawie opracowanej przez Zamawiającego Specyfikacji technicznej, będzie odpowiedzialny za przygotowanie cyfrowej mapy zasobów i potencjału odnawialnych źródeł energii na terytorium Polski.
λ	Współczynnik przewodności cieplnej

1.3 Kontekst prawny części technicznej specyfikacji

Wykonawca Mapowania jest zobowiązany do udokumentowania znajomości i wykorzystania wszystkich aktów prawnych oraz regulacji wymienionych w niniejszym

dokumentach. W ramach opracowania należy przedstawić kompletną listę wykorzystanych dokumentów źródłowych.

Dodatkowo, Wykonawca Mapowania zobowiązany jest do uwzględnienia i oznaczenia w wykazie dokumentów źródłowych informacji o:

- projektowanych nowelizacjach prawnych,
- planowanych zmianach regulacyjnych,
- dokumentach znajdujących się w fazie konsultacji lub opracowania, które były dostępne w momencie wykonywania mapowania.

Wykonawca mapowania zobowiązany jest uwzględnić kluczowe akty prawne kształtujące politykę energetyczno-klimatyczną, w szczególności Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniającą dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylającą dyrektywę Rady (UE) 2015/652 oraz zaktualizowany Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu (aKPEiK). Zgodnie z tymi dokumentami, Polska deklaruje osiągnięcie 32,6% udziału OZE w finalnym zużyciu energii brutto do 2030 roku.

Mapowanie musi uwzględniać następujące cele dla poszczególnych technologii OZE do 2030 roku:

1. Fotowoltaika: moc zainstalowana 29 GW, produkcja 24,6 TWh;
2. Energetyka wiatrowa na lądzie: moc 19 GW, produkcja 47,7 TWh;
3. Morska energetyka wiatrowa: moc 5,9 GW, produkcja 21,7 TWh;
4. Biogaz, biometan, biomasa: moc 1,5 GW, produkcja 11,1 TWh;
5. Hydroenergetyka: moc 1,1 GW, produkcja 2,9 TWh.

Celem mapowania jest wskazanie optymalnych lokalizacji dla rozwoju technologii OZE w Polsce, uwzględniając niezbędną infrastrukturę przesyłową i magazynową. Opracowanie szczególnie koncentruje się na docelowym wyznaczeniu obszarów przyspieszonego rozwoju OZE, zgodnie z Dyrektywą UE 2023/2413 z października 2023 r. Kluczowym aspektem jest również analiza możliwości integracji nowych źródeł wytwórczych z istniejącym systemem elektroenergetycznym.

Wykonawca mapowania w swojej pracy będzie kierował się zaleceniami mapowania zawartymi w Rozdziale 2, Rozdziale 3 i Rozdziale 4 oraz wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie aktualnych interpretacji przepisów dotyczących Mapowania.

W przypadku braku dostępu do danych w ramach zasobów otwartych (open data) lub wątpliwości dotyczących wyboru źródła danych czy parametrów kalkulacyjnych mocy wytwórczej OZE, Wykonawca wystąpi do Zamawiającego z wnioskiem o konsultację. W ramach konsultacji Zamawiający wskaże alternatywne źródło danych, umożliwi dostęp do wymaganych danych lub zapewni wsparcie eksperckie. Wykonawca załączy do wyników mapowania warstwy danych dotyczące potencjału OZE dostarczone przez zainteresowane podmioty m.in. Lasy Państwowe, OSD.

1.4 Akty prawne i dokumenty strategiczne

1.4.1 Prawo unijne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652 [1].

1.4.2 Dokumenty krajowe

Krajowy plan w dziedzinie energii i klimatu (projekt aktualizacji) – dokument strategiczny określający cele i działania Polski w zakresie transformacji energetyczno-klimatycznej do 2030 roku [2]

Definicja mapowania potencjału obszarów dla rozwoju OZE i infrastruktury towarzyszącej zgodnie z Dyrektywą RED III oraz wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska

Mapowanie to skoordynowany proces identyfikacji i oceny terytorialnej dla określenia krajowego potencjału OZE, dostępnych obszarów lądowych, podpowierzchniowych, wód morskich i śródlądowych niezbędnych do instalacji urządzeń wytwarzających energię odnawialną oraz wymaganej infrastruktury towarzyszącej (sieciowej i magazynowej, w tym magazynowania ciepła).

W procesie mapowania analizowana jest dostępność energii ze źródeł odnawialnych i potencjał jej produkcji dla poszczególnych technologii, prognozowane zapotrzebowanie energetyczne wraz z potencjałem elastycznego reagowania oraz dostępność i możliwości rozwoju infrastruktury energetycznej. Mapowanie musi zapewnić wyznaczenie obszarów współmiernych do szacunkowych trajektorii i planowanej mocy OZE określonych w krajowych planach energetyczno-klimatycznych.

Proces prowadzony jest z udziałem właściwych organów i podmiotów krajowych, regionalnych i lokalnych, w tym operatorów sieci, podlega okresowym przeglądom i może wykorzystywać istniejące dokumenty planowania przestrzennego. Mapowanie ma na celu efektywne wsparcie realizacji krajowego wkładu w unijny cel OZE na rok 2030, przy jednoczesnym uwzględnieniu możliwości wielorakiego wykorzystania zidentyfikowanych obszarów.

Definicje źródłowe dotyczące mapowania obszarów niezbędnych do wniesienia krajowych wkładów w realizację ogólnego celu unijnego w zakresie energii odnawialnej wyznaczonego na 2030 r.

Art. 15b ust. 1

Do dnia 21 maja 2025 r. państwa członkowskie przeprowadzą skoordynowane mapowanie na potrzeby wprowadzania energii odnawialnej na swoim terytorium w celu określenia krajowego potencjału i dostępnego obszaru lądowego, podpowierzchniowego, wód morskich lub wód śródlądowych, który jest niezbędny do instalacji elektrowni produkujących

12

energię odnawialną, a także powiązanej z nimi infrastruktury, takiej jak instalacje sieciowe i magazynowe, w tym do magazynowania energii cieplnej, które są niezbędne do zapewnienia co najmniej ich krajowych wkładów w realizację ogólnego unijnego celu dotyczącego energii odnawialnej wyznaczonego na 2030 r. określonego w art. 3 ust. 1 niniejszej dyrektywy. W tym celu państwa członkowskie mogą wykorzystywać swoje istniejące dokumenty lub plany planowania przestrzennego, w tym plany zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich, sporządzone zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/89/UE (*12), lub opierać się na nich. W odpowiednich przypadkach państwa członkowskie zapewniają koordynację między wszystkimi odpowiednimi organami i podmiotami krajowymi, regionalnymi i lokalnymi, w tym operatorów sieci, przy mapowaniu niezbędnych obszarów.

Państwa członkowskie zapewniają, aby takie obszary, w tym istniejące elektrownie produkujące energię odnawialną i mechanizmy współpracy, były współmierne do szacunkowych trajektorii i całkowitej planowanej mocy zainstalowanej według technologii energii odnawialnej określonych w krajowych planach w dziedzinie energii i klimatu przedłożonych zgodnie z art. 3 i 14 rozporządzenia (UE) 2018/1999.

Art. 15b ust. 2

W celu określenia obszarów, o których mowa w ust. 1, państwa członkowskie biorą pod uwagę w szczególności:

- a) dostępność energii ze źródeł odnawialnych oraz potencjał produkcji energii odnawialnej w poszczególnych rodzajach technologii na obszarach lądowych, podpowierzchniowych, wód morskich lub wód śródlądowych;
- b) przewidywane zapotrzebowanie na energię, z uwzględnieniem potencjalnej elastyczności aktywnego reagowania na zapotrzebowanie, oczekiwanych korzyści pod względem efektywności oraz integracji systemu energetycznego;
- c) dostępność odpowiedniej infrastruktury energetycznej, w tym sieci, magazynów i innych narzędzi elastyczności lub możliwości stworzenia lub modernizacji tego rodzaju infrastruktury sieciowej i magazynowania.

Art. 15b ust. 3

Państwa członkowskie sprzyjają wielorakim sposobom wykorzystania obszarów, o których mowa w ust. 1. Projekty dotyczące energii odnawialnej muszą być zgodne z wcześniej istniejącymi sposobami wykorzystania tych obszarów.

Art. 15b ust. 4

Państwa członkowskie przeprowadzają okresowy przegląd obszarów, o których mowa w ust. 1 niniejszego artykułu, i w razie potrzeby je aktualizują, zwłaszcza w związku z aktualizacjami krajowych planów w zakresie klimatu i energii przedłożonych zgodnie z art. 3 i 14 rozporządzenia (UE) 2018/1999.

Definicja obszarów przyspieszonego rozwoju OZE zgodnie z Dyrektywą RED III

Obszary Przyspieszonego Rozwoju OZE to specjalnie wyznaczone przez państwa członkowskie tereny lądowe (powierzchniowe i podpowierzchniowe), morskie lub obszary wód śródlądowych, szczególnie odpowiednie do instalacji urządzeń wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych. Są one wyznaczane dla co najmniej jednego rodzaju technologii OZE, z możliwością wyłączenia instalacji spalania biomasy i elektrowni wodnych, przy czym kluczowym warunkiem jest brak znaczącego oddziaływania na środowisko naturalne.

W procesie wyznaczania tych obszarów priorytetowo traktowane są powierzchnie sztuczne i zabudowane, tereny infrastruktury transportowej i ich otoczenie, parkingi, tereny przemysłowe, tereny infrastruktury transportowej i ich otoczenie, kopalnie oraz tereny zdegradowane nienadające się do użytku rolniczego. Jednocześnie obligatoryjnie wyłącza się obszary Natura 2000, tereny objęte krajowymi systemami ochrony przyrody, główne szlaki migracji ptaków i ssaków morskich oraz inne obszary o wysokiej wrażliwości przyrodniczej.

Przed formalnym wyznaczeniem obszarów przeprowadzana jest ocena wpływu na środowisko, a same obszary podlegają okresowym przeglądom, szczególnie w kontekście aktualizacji krajowych planów energetyczno-klimatycznych. Tereny te, wraz z istniejącymi i przyszłymi instalacjami OZE zlokalizowanymi poza nimi, mają wspólnie zapewnić realizację krajowego wkładu w unijny cel OZE. Państwa członkowskie zachowują przy tym możliwość wydawania zezwoleń na projekty również poza wyznaczonymi obszarami przyspieszonego rozwoju.

Definicje źródłowe Obszarów Przyspieszonego Rozwoju OZE na podstawie Dyrektywy RED III

Pkt 26 preambuły

Państwa członkowskie powinny wyznaczyć, jako podzbiór tych obszarów, konkretne obszary lądowe (powierzchniowe i podpowierzchniowe) oraz morskie lub obszary wód śródlądowych jako obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych. Obszary te powinny być szczególnie odpowiednie do realizacji projektów dotyczących energii odnawialnej, z rozróżnieniem na poszczególne rodzaje technologii, przy założeniu, że wdrażanie określonego rodzaju odnawialnego źródła energii nie powinno powodować znaczącego oddziaływania na środowisko naturalne. Wyznaczając obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, państwa członkowskie powinny unikać obszarów chronionych oraz brać pod uwagę plany odbudowy zasobów przyrodniczych i odpowiednie środki łagodzące. Państwa członkowskie powinny móc wyznaczyć obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych właściwe dla jednego rodzaju lub kilku rodzajów elektrowni wytwarzających energię odnawialną i powinny wskazać rodzaj lub rodzaje energii ze źródeł odnawialnych, które mogą być wytwarzane na takich obszarach przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych. Państwa członkowskie powinny wyznaczyć takie obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych dla co najmniej jednego rodzaju technologii i powinny decydować o wielkości takich obszarów, biorąc pod uwagę specyfikę i wymogi rodzajów technologii, w odniesieniu do których ustanawiają obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych. Czyniąc to, państwa członkowskie powinny dążyć do zapewnienia znacznej powierzchni łącznej tych obszarów oraz do tego, by przyczyniały się one do osiągnięcia celów określonych w dyrektywie (UE) 2018/2001.

Pkt 31 preambuły

Aby usprawnić proces wyznaczania obszarów przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych i uniknąć podwójnej oceny wpływu jednego obszaru na środowisko, państwa członkowskie powinny móc wskazywać – jako obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych – konkretne obszary uznane już na mocy prawa krajowego jako obszary nadające się do przyspieszonego rozwoju technologii energii ze źródeł odnawialnych. Takie wskazania powinny podlegać pewnym warunkom środowiskowym zapewniającym wysoki poziom ochrony środowiska. Możliwość wyznaczania obszarów przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych w ramach istniejącego planowania przestrzennego powinna być ograniczona w czasie, aby zapewnić, że nie zagrazi to standardowej procedurze wyznaczania obszarów przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych. Projekty zlokalizowane na istniejących wyznaczonych obszarach krajowych na obszarach chronionych, których nie można wyznaczyć jako obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, powinny nadal funkcjonować na tych samych warunkach, na jakich zostały ustanowione.

Pkt 32 preambuły

Obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, wraz z istniejącymi elektrowniami wytwarzającymi energię odnawialną, przyszłymi elektrowniami wytwarzającymi energię odnawialną, które powstaną poza tymi obszarami, i mechanizmami współpracy, powinny mieć na celu zapewnienie produkcji energii odnawialnej wystarczającej do zagwarantowania wkładu państw członkowskich w ogólny cel unijny dotyczący energii odnawialnej określony w art. 3 ust. 1 dyrektywy (UE) 2018/2001. Państwa członkowskie powinny zachować możliwość udzielania zezwoleń na projekty poza takimi obszarami.

Art. 15c ust. 1

Do dnia 21 lutego 2026 r. państwa członkowskie zapewnią by właściwe organy przyjęły plan lub plany wyznaczające, jako podzbiór obszarów, o których mowa w art. 15b ust. 1, obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych dla co najmniej jednego rodzaju odnawialnego źródła energii. Państwa członkowskie mogą nie brać pod uwagę elektrowni energetycznego spalania biomasy i elektrowni wodnych. W tych planach właściwe organy:

- 1) wyznaczają wystarczająco jednorodne obszary lądowe, wód śródlądowych i morskie, na których nie przewiduje się znaczącego oddziaływania na środowisko zastosowania określonego rodzaju lub rodzajów odnawialnych źródeł energii, biorąc pod uwagę specyfikę wybranego obszaru, równocześnie:
 - (i) priorytetowo traktując powierzchnie sztuczne i zabudowane, takie jak dachy i elewacje budynków, obszary infrastruktury transportowej i ich bezpośrednie otoczenie, parkingi, gospodarstwa, składowiska odpadów, tereny przemysłowe, kopalnie, sztuczne zbiorniki wód śródlądowych, sztuczne jeziora lub sztuczne rezerwuary oraz, w stosownych przypadkach, oczyszczalnie ścieków komunalnych, a także tereny zdegradowane nienadające się do wykorzystania w rolnictwie;***
 - (ii) wyłączając obszary Natura 2000 i obszary wskazane w ramach krajowych systemów ochrony przyrody i różnorodności biologicznej, główne szlaki migracyjne ptaków i ssaków morskich, a także inne obszary wyodrębnione na podstawie map wrażliwości i narzędzi, o których mowa w punkcie (iii), z wyjątkiem sztucznych**

i zabudowanych powierzchni znajdujących się na tych obszarach, takich jak dachy, parkingi czy obszary infrastruktury transportowej;

*(iii) wykorzystując wszystkie odpowiednie i proporcjonalne narzędzia i zbiory danych w celu identyfikacji obszarów, na których elektrownie wykorzystujące energię odnawialną nie będą miały znaczącego oddziaływania na środowisko, łącznie ze sporządzeniem map wrażliwości dzikiej przyrody, przy uwzględnieniu danych dostępnych w kontekście opracowania spójnej sieci Natura 2000, pod względem zarówno typów siedlisk i gatunków zgodnie z dyrektywą Rady 92/43/EWG (*13), jak i ptaków i obszarów chronionych zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE (*14);*

Art. 15c ust. 2

*Plany wyznaczające obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych podlegają przed ich przyjęciem ocenie wpływu na środowisko zgodnie z dyrektywą 2001/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (*16), a jeżeli mogą mieć znaczący wpływ na obszary Natura 2000 – odpowiedniej ocenie zgodnie z art. 6 ust. 3 dyrektywy 92/43/EWG.*

Art. 15c ust. 3

Państwa członkowskie decydują o wielkości obszarów przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, biorąc pod uwagę specyfikę i wymogi rodzajów technologii, w odniesieniu do których ustanawiają obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych. Zachowując swobodę decydowania o rozmiarze tych obszarów, państwa członkowskie dążą do zapewnienia znacznej powierzchni łącznej tych obszarów oraz do tego, by przyczyniały się one do osiągnięcia celów określonych w niniejszej dyrektywie. W odpowiednich przypadkach plany wyznaczające obszary przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych, o których mowa w ust. 1 akapit pierwszy niniejszego artykułu, są podawane do wiadomości publicznej i podlegają okresowym przeglądom, w szczególności w kontekście aktualizacji zintegrowanych krajowych planów w dziedzinie energii i klimatu przedłożonych zgodnie z art. 3 i 14 rozporządzenia (UE) 2018/1999.

*** Zgodnie z uzgodnieniami między Ministerstwem Klimatu i Środowiska a Komisją Europejską, w Polsce tereny przyspieszonego rozwoju OZE obejmują obszary przemysłowe, tereny infrastruktury transportowej wraz z otoczeniem, kopalnie oraz tereny zdegradowane, które nie nadają się do użytku rolniczego.*

Zgodność SWZ z przepisami ustawy Prawo Zamówień Publicznych

Specyfikacja Warunków Zamówienia jest zgodna z przepisami ustawy – Prawo zamówień publicznych (Dz.U. z 2024 r. poz. 1320). SWZ zawiera wszystkie elementy wymagane ustawą i umożliwi Zamawiającemu przeprowadzenie postępowania o udzielenie zamówienia publicznego zgodnie z zasadami:

1. Konkurencyjności;
2. Równego traktowania wykonawców;
3. Przejrzystości postępowania;
4. Jawności postępowania;

5. Bezstronności;
6. Proporcjonalności.

Istotne elementy Specyfikacji Warunków Zamówienia:

1. Adres strony internetowej Zamawiającego: <https://www.gov.pl/web/klimat>
2. Niniejsze postępowanie prowadzone jest zgodnie z prawem polskim. Zastosowanie w szczególności mają przepisy ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych – PZP (Dz. U. z 2015 r. poz. 2164) wraz z aktami wykonawczymi. Zamawiający nie bierze odpowiedzialności za nieznaną wyżej wymienionych aktów prawnych przez Wykonawców.
3. Postępowanie o udzielenie zamówienia, zgodnie z art. 9 ust. 2 ustawy Pzp, prowadzone jest w języku polskim. Wykonawca winien zapoznać się z całością niniejszej specyfikacji.
4. Wszystkie formularze zawarte w niniejszej specyfikacji, a w szczególności formularz oferty, załączniki zawarte w SWZ zostaną wypełnione przez Wykonawcę ściśle według wskazówek. W przypadku, gdy jakakolwiek część dokumentów nie dotyczy Wykonawcy, wpisuje on „nie dotyczy”. Niniejszą specyfikację można wykorzystać wyłącznie zgodnie z jej przeznaczeniem.
5. Zamawiający nie dopuszcza możliwości składania ofert częściowych.
6. Każdy Wykonawca ma prawo do złożenia tylko jednej oferty zawierającej jedną propozycję cenową. Nie dopuszcza się składania ofert wariantowych.
7. Wykonawca poniesie wszelkie koszty związane z przygotowaniem i złożeniem oferty.
8. Zamawiający nie przewiduje zawarcia umowy ramowej.
9. W związku z jawnością postępowania (art. 8 ust. 1 ustawy Pzp) informacje stanowiące tajemnicę przedsiębiorstwa w rozumieniu przepisów o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji, które nie mogą być udostępnione przez Zamawiającego, muszą być nie później niż w terminie składania ofert zastrzeżone przez Wykonawcę wraz z uzasadnieniem, że zastrzeżone informacje stanowią tajemnicę przedsiębiorstwa, przy czym Wykonawca nie może zastrzec informacji, o których mowa w art. 86 ust. 4 ustawy Pzp.
10. Wykonawcy występujący wspólnie muszą ustanowić pełnomocnika (lidera) do reprezentowania ich w niniejszym postępowaniu lub do reprezentowania i zawarcia umowy o udzielenie przedmiotowego zamówienia. Umocowanie może wynikać z listu intencyjnego lub umowy regulującej współpracę Wykonawców (umowa konsorcjum).
11. Zgodnie z postanowieniami art. 26 ust. 2b ustawy Pzp Wykonawca może polegać na wiedzy i doświadczeniu, potencjale technicznym, osobach zdolnych do wykonania zamówienia lub zdolnościach finansowych innych podmiotów, niezależnie od charakteru prawnego łączących go z nimi stosunków. Z pisemnego zobowiązania powinien wynikać zakres dostępnych Wykonawcy zasobów innego podmiotu, sposób ich wykorzystania, charakter stosunku, jaki będzie łączył Wykonawcę i inny podmiot oraz zakres i okres udziału innego podmiotu przy wykonywaniu zamówienia.
12. Zgodnie z postanowieniami art. 26 ust. 2e ustawy Pzp podmiot, który zobowiązał się do udostępnienia zasobów zgodnie z ust. 2b, odpowiada solidarnie z Wykonawcą za szkodę Zamawiającego powstałą wskutek nieudostępnienia tych zasobów, chyba że za nieudostępnienie zasobów nie ponosi winy.

2 Definicje i charakterystyka poszczególnych rodzajów OZE

2.1 Energia słoneczna: fotowoltaika na lądzie

2.1.1 Definicja

Fotowoltaika jest technologią umożliwiającą pozyskanie energii elektrycznej z promieni słonecznych za pomocą ogniw fotowoltaicznych. Prąd może być następnie przekształcony w prąd zmienny za pomocą falownika (inwertera), dzięki czemu może zasilać bezpośrednio urządzenia lub zostać przesłany do sieci energetycznej.

2.1.2 Rodzaje

- Systemy wolnostojące, fotowoltaika na gruntach to tradycyjne farmy PV na otwartych przestrzeniach. Panele montowane są na stałych lub ruchomych konstrukcjach.
- Fotowoltaika na dachach – systemy montowane na dachach budynków mieszkalnych, komercyjnych i przemysłowych. Zaletą jest brak potrzeby zajmowania dodatkowych gruntów, co sprawdza się głównie w przypadku mikroinstalacji i małych instalacji.
- Agrofotowoltaika – połączenie produkcji energii z fotowoltaiki i rolnictwa. Panele są instalowane na podwyższonych konstrukcjach, co umożliwia prowadzenie upraw pod nimi. W zależności od rodzaju upraw rolnych zaletą dla rolnictwa jest ochrona upraw przed nadmiernym nasłonecznieniem lub gradem.
- Fotowoltaika na parkingach – instalacje PV na zadaszeniach parkingów. Zaletą jest ochrona pojazdów przed warunkami atmosferycznymi oraz możliwość wykorzystania energii z paneli fotowoltaicznych bezpośrednio do stacji ładowania pojazdów elektrycznych.
- Fotowoltaika na terenach poprzemysłowych – wykorzystanie zdegradowanych terenów, takich jak hałdy górnicze, nieużytki czy wysypiska śmieci. Zaletą jest brak wykorzystania nowych gruntów, a rekultywacja nieużytecznych terenów.

2.1.3 Stan wykorzystania w Polsce

Według najnowszego raportu Instytutu Energetyki Odnawialnej zainstalowana moc fotowoltaiki rośnie. Na koniec 2023 roku było to 17,08 GW, a na koniec pierwszego kwartału 2024 roku 17,73 GW.

Według danych PSE, prognozowana moc zainstalowana w instalacjach fotowoltaicznych na dzień 01.09.2024 r. osiągnęła poziom 19 942 MW.

Fotowoltaika jest zdecydowanym liderem wśród wszystkich OZE w Polsce z 60% udziałem mocy zainstalowanej w całym sektorze odnawialnych źródeł energii.

Największe elektrownie fotowoltaiczne w Polsce to:

1. Zwartowo – 204 MW – Respect Energy;
2. Brudzew – 70 MW – ZE PAK;
3. Witnica – 64 MW – Alternus Energy Group;
4. Wielbark – 62 MW – Grupa ORLEN;
5. Stępień – 58 MW – Wento.

2.1.4 Kluczowe akty prawne rekomendowane w procesie mapowania

1. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. z 2024 r. poz. 1361, z późn. zm.);
2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2024 r. poz. 54, z późn. zm.);
3. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2024 r. poz. 1130, z późn. zm.);
4. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. z 2024 r. poz. 82, z późn. zm.);
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652;
6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2024 r. poz. 725).

2.1.5 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

W procesie mapowania potencjału dla fotowoltaiki na lądzie należy uwzględnić:

- zagospodarowanie przestrzenne: w pierwszej kolejności należy zbadać potencjał lądowej fotowoltaiki dla terenów posiadających przeznaczenie w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (MPZP) lub planie ogólnym na lokalizację lądowej instalacji fotowoltaicznej; w przypadku niewystarczającego potencjału w ramach aktualnych aktów MPZP, Wykonawca mapowania w kolejnym etapie weźmie pod uwagę tereny z przeznaczeniem dla danej infrastruktury w obowiązującym Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego (SUiKZP); w ostatniej kolejności można rozważyć tereny wskazane w SUiKZP, które mają przeznaczenie inne niż dla OZE;
- orientację i nachylenie powierzchni;
- topografię terenu: preferowana orientacja względem południa, miejsca o minimalnym zacienieniu (np. przez drzewa czy budynki). Wykonawca Mapowania

może zaproponować inną orientację terenu dla danej lokalizacji pod warunkiem uzasadnienia techniczno-ekonomicznego;

- rodzaj gruntu: lokalizowanie inwestycji na gruntach innych niż rolne, które są użytkami rolnymi klas I-III, wymaga zgody na wyłączenie z produkcji rolnej; taka zgoda może być zawarta w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (MPZP); w procesie mapowania preferowane grunty klasy IV, V i VI;
- ograniczenia środowiskowe: należy wykluczyć obszary chronione, takie jak parki narodowe, rezerваты przyrody czy tereny objęte programem Natura 2000, jak też korytarze ekologiczne;
- dostęp do sieci drogowej;
- odległość od GPZ wg przelicznika: 1 MW instalacji = maksymalnie 1 km od GPZ; maksymalna odległość mapowanego obszaru od GPZ to 30 km dla największych instalacji;
- infrastrukturę GPZ: wskazać 1-4 najbliższych GPZ w odległości mieszczącej się w limicie 1 MW/1 km oraz nie większej niż 30 km;
- raportowane dostępne oraz przyznane moce przyłączeniowe dla danego GPZ;
- inne infrastruktury OZE - szczególnie wykluczyć tereny, na których funkcjonuje fotowoltaika na lądzie;
- wykluczenie planowanych lądowych instalacji fotowoltaicznych, które otrzymały pozytywne zgody budowlane;
- wykluczenie terenów zalewowych;
- informacje o obiektach objętych nadzorem konserwatorskim na terenie uwzględnionym w wyniku mapowania;
- wykluczenie istniejącej i planowanej zabudowy mieszkaniowej.

Mapowanie potencjału fotowoltaiki na lądzie wskaże precyzyjne tereny inwestycyjne wraz z ich numerami ewidencyjnymi działek (ID). Wyniki mapowania zostaną udostępnione w postaci danych przestrzennych w formacie kompatybilnym z geoportal.gov.pl.

2.2 Energia wiatrowa: instalacje lądowe

2.2.1 Definicja

Lądowa energetyka wiatrowa to technologia pozwalająca na pozyskiwanie energii elektrycznej poprzez przekształcanie energii kinetycznej wiatru za pomocą turbin wiatrowych zainstalowanych na lądzie. Elektrownia wiatrowa to instalacja składająca się z wieży, gondoli z generatorem oraz wirnika z łopatami.

Według danych PSE (Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.), prognozowana moc zainstalowana w farmach wiatrowych na dzień 01.10.2024 r. wyniosła 10 537 MW.[3]

Zgodnie z definicją zawartą w art. 2 pkt 1-3 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. z 2024 r. poz. 317), tzw. ustawa odległościowa:

- 1) elektrownia wiatrowa: instalacja odnawialnego źródła energii, składająca się z części budowlanej stanowiącej budowlę w rozumieniu prawa budowlanego oraz urządzeń technicznych, w tym elementów technicznych, w której energia elektryczna jest wytwarzana z energii wiatru, o mocy większej niż moc mikroinstalacji w rozumieniu art. 2 pkt 19 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2023 r. poz. 1436, 1597, 1681 i 1762);
- 2) elementy techniczne: wirnik z zespołem łopat, zespół przeniesienia napędu, generator prądotwórczy, układy sterowania i zespół gondoli wraz z mocowaniem i mechanizmem obrotu;
- 3) całkowita wysokość elektrowni wiatrowej: wysokość elektrowni wiatrowej mierzona od poziomu gruntu do najwyższego punktu tej elektrowni przy maksymalnym wzniesieniu łopaty wirnika, wliczając w to część budowlaną, stanowiącą budowlę w rozumieniu przepisów prawa budowlanego, oraz urządzenia techniczne”.

2.2.2 Kluczowe akty prawne i regulacje dla lądowej energetyki wiatrowej

1. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
2. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. z 2024 r. poz. 317, z późn. zm.);
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska;
4. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2024 r. poz. 1112, z późn. zm.);
5. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
6. Projekt ustawy o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (UD89);
7. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2024 r. poz. 725).

2.2.3 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

W procesie mapowania potencjału należy uwzględnić:

- odpowiednie warunki wiatrowe: prędkość wiatru, średnią gęstość mocy wiatru, współczynnik pojemności IEC1, IEC2, IEC3, inne; poziom wietrzności przeliczony dla wysokości osi obrotu elektrowni wiatrowej o którym mowa w Rozdziale 3;
- zagospodarowanie przestrzenne zgodne z obowiązującym prawem na moment wykonywania procesu mapowania przez Wykonawcę mapowania: zgodność z przeznaczeniem terenu w Miejscowych Planach Zagospodarowania Przestrzennego,



Planach Ogólnych lub Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego;

- rodzaj gruntu: mając na uwadze cel mapowania potencjału, tj. wyznaczenie obszarów przyspieszonego rozwoju OZE, priorytetowo traktuje się grunty niższych klas (klasa IV, V, VI). Warunkowo dopuszcza się uwzględnienie gruntów klasy III pod warunkiem uzasadnienia ekonomicznego wyboru lokalizacji uwzględniając koszt odrolnienia oraz uzyskania zgody Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na wyłączenie z produkcji rolnej;
- wykluczenie terenów zalewowych raz na 10 lat i raz na 100 lat;
- ograniczenia środowiskowe: należy zgodnie z obowiązującym na moment procesu mapowania prawem, wykluczyć lub wykluczyć i zachować odpowiednie odległości od granic Parków Narodowych, Rezerwatów, Obszarów Specjalnej Ochrony Natura 2000 (w których przedmiotem ochrony są nietoperze lub celem ochrony są ptaki), Parków Krajobrazowych, Obszarów Chronionego Krajobrazu, Specjalnych Obszarów Ochrony, Zespołów Przyrodniczo-Krajobrazowych oraz Pomników Przyrody;
- bezpośredni dostęp do sieci drogowej oraz odległość od osi dróg samochodowych: autostrady, drogi ekspresowej, drogi głównej ruchu przyspieszonego, drogi głównej;
- odległość od torowiska tramwajowego, odległość od drogi kolejowej;
- odległość od infrastruktury elektroenergetycznej: i) odległość od osi linii energetycznej najwyższych napięć zgodnie z obowiązującym prawem na moment wykonywania mapowania, ii) odległość od osi linii energetycznej wysokiego napięcia, iii) odległość od GPZ wg przelicznika: 1 MW instalacji = maksymalnie 1 km od GPZ; maksymalna odległość mapowanego obszaru od GPZ to 40 km dla największych instalacji;
- infrastrukturę GPZ: wskazać 1-4 najbliższych GPZ w odległości mieszczącej się w limicie 1 MW/1 km oraz nie większej niż 40 km;
- raportowane dostępne oraz przyznane moce przyłączeniowe dla danego GPZ;
- inne infrastruktury OZE, szczególnie wykluczyć tereny, na których funkcjonuje lądowa energetyka wiatrowa; wraz z odległościami pomiędzy istniejącymi elektrowniami wiatrowymi;
- wykluczenie wraz z buforami ochronnymi planowanych lądowych instalacji wiatrowych, które otrzymały pozytywne zgody budowlane wraz z odległościami pomiędzy projektowanymi elektrowniami wiatrowymi;
- odległość od lasów i terenów zalesionych, terenów leśnych niebędących lasami, alei i szpalerów drzew;
- informacje o obiektach objętych nadzorem konserwatorskim na terenie uwzględnionym w wyniku mapowania;
- wykluczenie istniejącej i planowanej zabudowy mieszkaniowej wraz z buforami przewidzianymi w ustawie z dnia 9 marca 2023 r. o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2023 poz. 553);



- wykluczenie istniejącej i planowanej zabudowy mieszkaniowej wraz z buforami przewidzianymi w projekcie ustawy o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (UD89);
- strefy ochronne związane z ograniczeniami w zabudowie;
- szlaki migracyjne ptaków i nietoperzy, występowanie gatunków chronionych;
- budowę turbin ponad koronami drzew w lasach będących w zasobach Lasów Państwowych;
- odległość od granicy poligonu/obszaru wojskowego;
- odległość od gazociągów;
- odległość od wody: od brzegów rzek, brzegów jezior (naturalnych i sztucznych), stawów rybnych o powierzchni większej niż 0,1 ha, brzegów innych zbiorników i cieków wodnych wykorzystywanych przez nietoperze;
- odległości od granic stref i okręgów wyznaczonych przez lotnictwo cywilne BRA i LUN z uwzględnieniem dopuszczalnych wysokości konstrukcji;
- odległość od infrastruktury lotniczej: lotniska w osi pasa i z boku, lądowiska i heliady;
- odległość od lądowej granicy państwa.

Mapowanie potencjału energetyki wiatrowej wskaże precyzyjne tereny inwestycyjne, zawierające numery ID działek ewidencyjnych dla każdego wyznaczonego obszaru. Dane przestrzenne zostaną udostępnione w formacie kompatybilnym z geoportal.gov.pl.

2.3 Energia wiatrowa: instalacje morskie

2.3.1 Definicja i zastosowanie

Morska farma wiatrowa oznacza instalację stanowiącą wyodrębniony zespół urządzeń służących do wytwarzania energii, w skład którego wchodzi jedna lub więcej morskich turbin wiatrowych, sieć średniego napięcia wraz ze stacjami elektroenergetycznymi zlokalizowanymi na morzu, z wyłączeniem urządzeń po stronie górnego napięcia transformatora lub transformatorów znajdujących się na tej stacji.

Morska energetyka wiatrowa to strategiczny kierunek transformacji energetycznej wzmacniający bezpieczeństwo energetyczne oraz stanowiący impuls do rozwoju gospodarczego Polski. Do 2030 r. powstanie 5,9 GW mocy zainstalowanej w tej technologii, a wytwarzana z niej energia zasili rocznie ok. 8 milionów polskich domów. Projekty morskich farm wiatrowych będą rozwijane w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego na obszarze wyznaczonym w planie zagospodarowania obszarów morskich w rejonie Ławicy Słupskiej, Ławicy Środkowej i Ławicy Odrzanej.

Projekty morskich farm wiatrowych na polskich obszarach będą oddalone od linii brzegowej w odległości nie mniejszej niż 22 km, co wyeliminuje negatywny wpływ na krajobraz

nadmorskich miejscowości turystycznych. Projekty znajdują się również poza najważniejszymi obszarami dla rybołówstwa krajowego.[4]

W perspektywie 2030 r. morskie farmy wiatrowe będą odpowiadać za 13% generowanej energii elektrycznej. Pierwsze morskie farmy wiatrowe, w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej na Bałtyku, zaczną produkować energię już w 2026 roku. Szacowana wartość inwestycji w morską energetykę wiatrową wyniesie nawet do 300 mld zł, co pozwoli na rozwój krajowego łańcucha dostaw oraz przyczyni się do powstania nowych, wysokopłatnych miejsc pracy.

2.3.2 Kluczowe akty prawne i regulacje

1. Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Dz.U. 2024 poz. 182, z późn. zm.);
2. Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (Dz.U. 2024 poz. 1125, z późn. zm.);
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie przyjęcia planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (Dz.U. 2022 poz. 2518).

2.3.3 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Wykonawca mapowania zobowiązany jest do uwzględnienia w szczególności akwenów wprowadzonych na mocy Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r., dotyczącego planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, wód morskich oraz wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (PZPPOM). Rozporządzenie to wprowadza szczegółowy podział akwenów na funkcje podstawowe i dopuszczalne. W PZPPOM wyznaczone zostały obszary, które mogą być przeznaczone na rozwój morskiej energetyki wiatrowej. Zgodnie z § 6 ust. 1, budowa morskich elektrowni wiatrowych może być realizowana wyłącznie w akwenach, w których przyjęto funkcję podstawową „pozyskiwanie energii odnawialnej”. Funkcja ta obejmuje różnorodne działania, takie jak pozyskiwanie, przetwarzanie, przesyłanie oraz magazynowanie energii z odnawialnych źródeł, a także budowę niezbędnych konstrukcji do pozyskiwania i przesyłania energii, włącznie z towarzyszącą infrastrukturą. Infrastruktura przyłączeniowa dla morskich farm wiatrowych, w tym kable energetyczne, może być realizowana w akwenach, dla których określono funkcję podstawową „infrastruktura techniczna”. Preferowane z ekonomicznego punktu widzenia są natomiast obszary wymienione w załącznikach 1 i 2 do ustawy z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych, dla których wytwórca może ubiegać się o prawo do pokrycia ujemnego salda na zasadach określonych w rozdziale 3 i 4 ustawy.

Dokumentem dołączonym do PZPPOM jest graficzne przedstawienie planu zagospodarowania przestrzennego, które Wykonawca mapowania zobowiązany jest uwzględnić w mapowaniu w zakresie obszarów przeznaczonych na rozwój energetyki wiatrowej. W wersji cyfrowej dane i warstwy umieszczone są w geoportalu Systemu Informacji

Przestrzennej Administracji Morskiej (SIPAM), prezentującym zestaw danych przestrzennych gromadzonych przez administrację morską m.in. na potrzeby wdrażania dyrektywy INSPIRE (Dyrektywa 2007/2/WE ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej) oraz jej implementacji poprzez ustawę z dnia 4 marca 2010 r. o Infrastrukturze Informacji Przestrzennej (Dz.U. z 2021 r. poz. 214, z późn. zm.).

Warstwa prezentująca wytypowane obszary powinna zostać wskazana w formacie umożliwiającym integrację z usługą geoportal.gov.pl. [5]

2.4 Energia z biogazu i biometanu

2.4.1 Wprowadzenie

Biogaz oraz biometan są odnawialnymi zamiennikami gazu ziemnego. Podczas gdy znaczna część gazu ziemnego w Polsce pochodzi z importu, biogaz jest wytwarzany lokalnie z krajowych surowców. Głównym źródłem jego produkcji są odpady organiczne i produkty uboczne z sektora rolno-spożywczego. Biogazownie nie tylko dostarczają energię, ale też pełnią istotną rolę w gospodarce odpadami, umożliwiając ekologiczną utylizację materiałów biodegradowalnych.

Biometan jako paliwo bardziej wszechstronny od biogazu, znajduje zastosowanie w wielu sektorach – od elektroenergetyki i ciepłownictwa, przez transport, aż po magazynowanie energii. Z perspektywy ekonomicznej i infrastrukturalnej, kluczowymi wyzwaniami są wysokie koszty pozyskania substratów oraz inwestycji w moduły kondycjonowania biogazu i przyłącza do sieci gazowej. Potencjał produkcyjny charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem regionalnym z uwagi na rozproszoną dostępność substratu.

W ramach procedury mapowania należy dokonać analizy zagregowanego potencjału energetycznego, uwzględniającego łączną wydajność instalacji biogazowych oraz biometanowych, z racji wykorzystywania przez przedmiotowe instalacje wspólnej bazy surowcowej (substratów).

2.4.2 Definicja biogazowni

Definicja biogazu zgodnie z ustawą o odnawialnych źródłach energii (art. 2 pkt 1):

„Jest to gaz uzyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.”

Biogazownia to specjalistyczna instalacja przemysłowa, która wykorzystuje naturalny proces fermentacji beztlenowej do wytwarzania biogazu. W zakładzie tym następuje przetwarzanie różnorodnych materiałów organicznych, czyli biomasy, w celu uzyskania dwóch cennych produktów: biogazu oraz pofermentu. Biogaz stanowi mieszaninę gazów, w której dominują metan oraz dwutlenek węgla, natomiast poferment to pozostałość po procesie fermentacji, którą można wykorzystać jako wartościowy nawóz.

W biogazowni wykorzystuje się różnorodny wsad, taki jak: odpady rolnicze, pozostałości roślinne, odpady pochodzące z przemysłu spożywczego oraz selektywnie zbierane bioodpady z gospodarstw domowych, osady ściekowe.

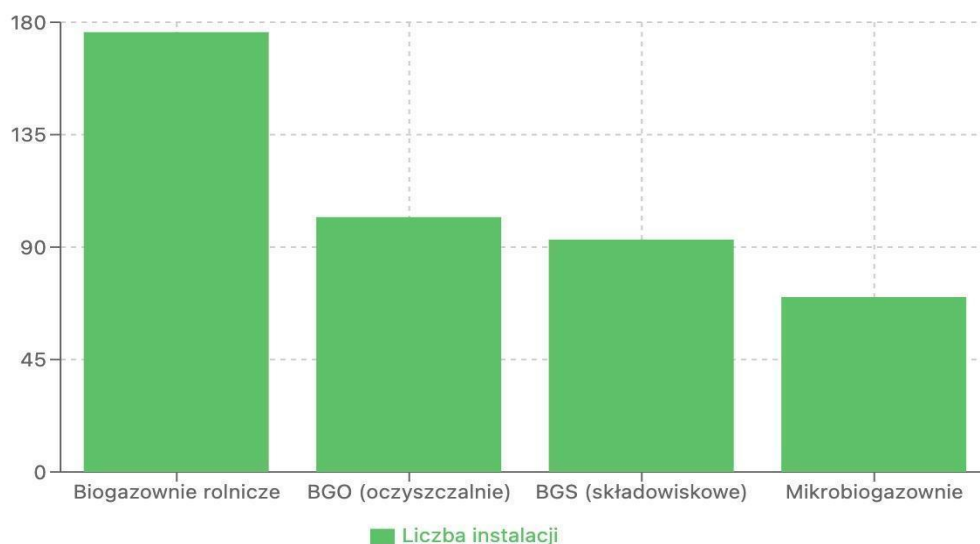
2.4.3 Rodzaje biogazowni i stan wykorzystania w Polsce

Główne typy biogazowni:

1. Rolnicze;
2. Na oczyszczalniach ścieków;
3. Wysypiskowe (odgazowanie składowisk odpadów komunalnych);
4. Inne.

Zgodnie z art. 24 ust. 1 ustawy o odnawialnych źródłach energii, organem prowadzącym rejestr wytwórców biogazu rolniczego jest Dyrektor Generalny Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa. Rejestr obejmuje instalacje od 2011 roku. W rejestrze znajdują się zarówno duże spółki, jak i mniejsze przedsiębiorstwa rolne.

Biogazownie w Polsce w 2024 roku



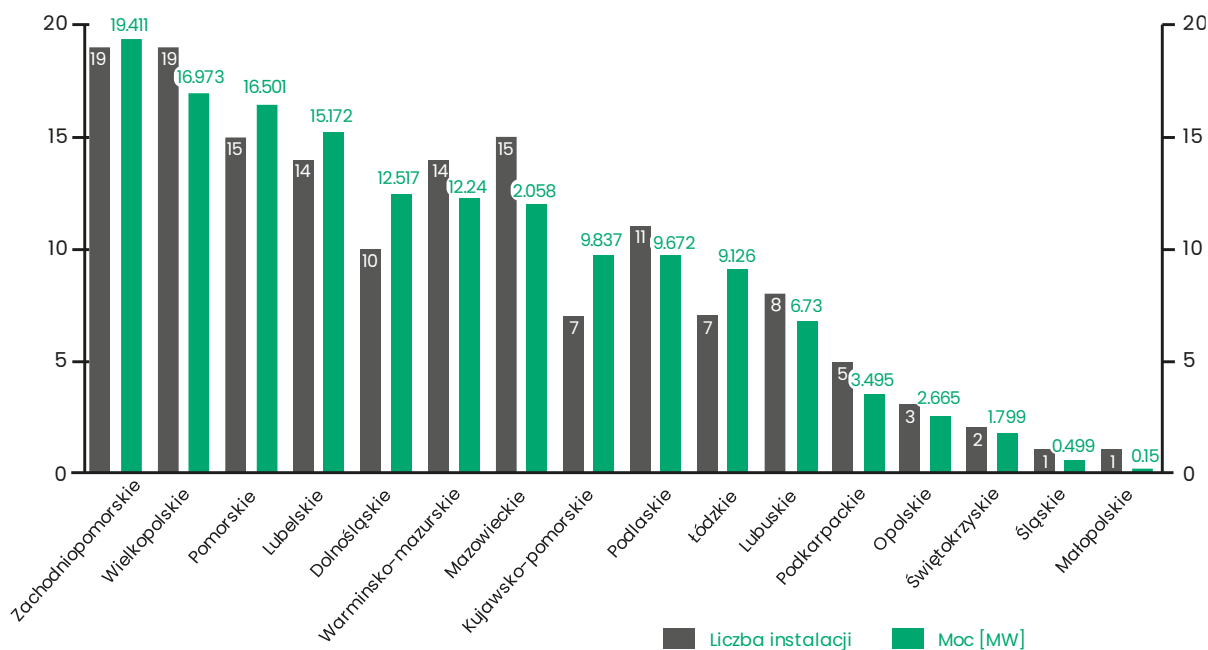
Rysunek 1. Biogazownie w Polsce w 2024 r. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie danych z rejestru przedsiębiorstw energetycznych posiadających wpis do rejestru wytwórców energii w małej instalacji – publikacja zgodnie z art. 11 ustawy o odnawialnych źródłach energii, <https://rejstry.ure.gov.pl/>

Zgodnie z danymi z 2024 r. w Polsce funkcjonowały:

- 102 obiekty BGO wytwarzające energię z biogazu z oczyszczalni ścieków;
- 93 obiekty BGS wytwarzające energię z biogazu składowiskowego;

- 176 obiektów biogazowni rolniczych;
- 70 mikrobiogazowni.

Poniżej wykres prezentujący stan biogazowni rolniczych w Polsce według rejestru wytwórców biogazu rolniczego z dn. 29.10.2024 r. w podziale na województwa, liczbę instalacji oraz ich moc.



Rysunek 2. Biogazownie rolnicze w Polsce według województw. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie otwartych danych z rejestru wytwórców biogazu rolniczego z dn. 29.10.2024 r.

2.4.4 Definicja biometanowni

Zgodnie z art. 2 pkt 3c ustawy OZE, biometan to gaz uzyskany z biogazu, biogazu rolniczego lub wodoru odnawialnego, poddanych procesowi oczyszczenia, wprowadzany do sieci gazowej lub transportowany w postaci sprężonej albo skroplonej środkami transportu innymi niż sieci gazowe, lub wykorzystany do tankowania pojazdów silnikowych bez konieczności jego transportu.

Zgodnie z art. 7 ust. 1 pkt 2 ustawy OZE, działalność gospodarczą w zakresie biogazu lub biometanu, polegająca na wytwarzaniu biogazu na potrzeby wytwarzania biometanu lub na wytwarzaniu biometanu z biogazu, zwana „działalnością gospodarczą w zakresie biogazu lub biometanu”, jest działalnością regulowaną w rozumieniu ustawy – Prawo przedsiębiorców i wymaga wpisu do rejestru wytwórców wykonujących działalność gospodarczą w zakresie biogazu lub biometanu, zwanego „rejestrem wytwórców biogazu”.

Analiza potencjału produkcji biometanu w Polsce przedstawiona w raporcie „Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce” [6] autorstwa Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) ujawnia znaczące możliwości rozwoju tego sektora energetyki. Szacowany realny potencjał inwestycyjny na poziomie 3,2 mld m³ rocznie w pełni zaspokaja prognozowane zapotrzebowanie systemu energetycznego (1,5–2 mld m³) oraz przemysłu chemicznego (około 2 mld m³).

2.4.5 Kluczowe akty prawne i regulacje

1. Ustawa z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu (Dz.U. 2023 poz. 1597, z późn. zm.);
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 października 2023 r. w sprawie szczegółowej listy substratów możliwych do wykorzystania w biogazowni rolniczej (Dz.U. 2023 poz. 2230);
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2022 poz. 1902);
4. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652.

2.4.6 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

W procesie mapowania potencjału dla biogazowni i biometanowni należy:

KROK 1

A. Zmapować odrębnie następujące rodzaje wsadu do instalacji:

- 1) produkty uboczne i odpady pochodzące z rolnictwa (odchody zwierzęce odrębnie od resztek pożywnych),
- 2) produkty uboczne i odpady przemysłu przetwórstwa rolno-spożywczego,
- 3) bioodpady komunalne selektywnie zbierane, w tym odpady gastronomiczne i przeterminowaną żywność,
- 4) osady ściekowe z komunalnych oczyszczalni ścieków.

B. Zmapować lokalizacje o potencjale biogazowym spełniające jedno z następujących kryteriów:

- 1) Zmapować gminy posiadające największe gospodarstwa hodowlane w podziale na trzy kategorie DJP:



- a. Kategoria I: do 210 DJP,
- b. Kategoria II: 210-700 DJP,
- c. Kategoria III: powyżej 700 DJP;

2) Gminy bez produkcji zwierzęcej, ale posiadające dostęp do alternatywnych substratów (np. pozostałości pogorzelnianych) umożliwiającących osiągnięcie potencjału mocy wytwórczej powyżej 50 kW.

C. Uwzględnić aspekt ekonomiczny dla biogazu/biometanu oraz wyrazić jako wielkość dostępnego potencjału na poziomie danej gminy [MWh paliwa/rok].

KROK 2

A. Po wyselekcjonowaniu gmin o największym potencjale, należy w wytypowanych gminach lub gminach sąsiadujących dokonać typowania optymalnych lokalizacji dla biogazowni/biometanowni uwzględniając co najmniej jeden ze scenariuszy (Scenariusz 1 lub Scenariusz 2).

Scenariusz 1:

Mapowanie terenu inwestycyjnego dla OZE w promieniu do 10 km od lokalizacji GPZ (Głównych Punktów Zasilających).

- wskazać od 1 do 3 najbliższych GPZ (Główny Punkt Zasilający) w wytypowanej gminie lub gminach sąsiadujących;
- w przypadku gdy Główny Punkt Zasilający (GPZ) oraz optymalny teren inwestycyjny znajdują się w sąsiedniej gminie (przy czym teren musi leżeć w promieniu 10 kilometrów od GPZ), transport substratów podlega następującemu ograniczeniu: długość trasy transportowej substratów z gminy z potencjałem biogazowym do lokalizacji planowanej instalacji w gminie sąsiedniej nie może być większa niż 30 kilometrów.
- w raporcie należy uwzględnić planowane moce przyłączeniowe wskazywane przez operatorów dla danego GPZ.

lub

Scenariusz 2:

Mapowanie terenu inwestycyjnego w określonej odległości od sieci gazowej w danej gminie lub gminach sąsiednich.

- odległość do 3 km od sieci gazowej – lokalizacja preferowana;
- odległość od sieci gazowej 3-5 km – lokalizacja optymalna;
- odległość od sieci gazowej 5-10 km – lokalizacja dopuszczalna;
- Transport substratów z gminy posiadającej potencjał biogazowy do sąsiedniej gminy (gdzie znajduje się sieć gazowa i planowana lokalizacja biogazowni/biometanowni) jest dozwolony tylko przy zachowaniu

29

maksymalnej odległości 30 kilometrów między miejscem pozyskania substratów a planowaną instalacją.

- B. W ramach mapowanych terenów z kroku 2 punkt A uwzględnić zapisy Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego: na mapie potencjału. W pierwszej kolejności wskazać te obszary, które dopuszczają lokalizację dla danego źródła OZE, tj. biogazowni i/lub biometanowni w obowiązujących zapisach Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego oraz planach ogólnych.
- C. Na mapowanych terenach z kroku 2 punkt A uwzględnić istniejącą i planowaną zabudowę mieszkaniową oraz wskazać odległość od zabudowy mieszkaniowej.
- D. Na mapowanych terenach z kroku 2 punkt A wskazać klasy gruntów oraz uzasadnić ich wybór z uwagi na moc instalacji (zapis art. 14 ust. 6a ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz z uwagi na ustawę z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu, które znacząco upraszczają proces inwestycyjny i tworzą sprzyjające warunki dla rozwoju biogazowni rolniczych do 1 MW i powyżej 1 MW).
- E. Na mapowanych terenach z kroku 2 punkt A uwzględnić lokalizację i moc elektryczną istniejących biogazowni, składowisk odpadów, oczyszczalni ścieków.
- F. Na mapowanych terenach z kroku 2 punkt A uwzględnić wymagany bezpośredni dostęp do drogi.
- G. Na mapowanych terenach z kroku 2 punkt A uwzględnić aspekty środowiskowe w przypadku mocy instalacji określone w Ustawie o ułatwieniach dla biogazowni rolniczych. Dotyczy to zarówno planowanej mocy instalacji, jak i powierzchni terenu w hektarach, jaką zajmie biogazownia. [7]

Mapowanie potencjału wskaże gminy oraz w ramach gmin precyzyjne tereny inwestycyjne, zawierające numery ID działek ewidencyjnych dla każdego wyznaczonego obszaru. Dane przestrzenne zostaną udostępnione w formacie kompatybilnym z www.geoportal.gov.pl.

2.5 Energia geotermalna

2.5.1 Definicja i zastosowanie

Energetyka geotermalna wykorzystuje naturalne ciepło magazynowane pod powierzchnią Ziemi. Jądro Ziemi stale generuje ciepło poprzez rozpad pierwiastków radioaktywnych, a ciepło to można wykorzystać za pomocą systemów geotermalnych, aby zapewnić ogrzewanie, chłodzenie, podgrzewanie wody i wytwarzanie energii elektrycznej.

W zależności od rodzaju, głębokości i temperatury ośrodka geologicznego, z którego pozyskiwana jest energia geotermalna, możemy wyróżnić:

- geotermię niskotemperaturową – najpłytsze poziomy wodonośne, do głębokości ok. 100–300 m oraz stosunkowo niskie temperatury. Do eksploatacji niezbędne są gruntowe pompy ciepła;

- geotermię średnitemperaturową – ok. 3 km głębokości, wody termalne dostępne poprzez otwory wiertnicze mogą być wykorzystywane bezpośrednio lub ich praca może być wspomagana innymi źródłami ciepła. Wykorzystuje się je głównie na potrzeby sieci ciepłowniczych;
- geotermię wysokotemperaturową – głębokie systemy gorących skał, wykorzystując energię cieplną zawartą w górotworze, nawet powyżej 100°C. Temperatury powyżej 150–160°C pozwalają na efektywną produkcję energii elektrycznej ze źródeł geotermalnych.

Gruntowe pompy ciepła (GPC), ang. Ground Source Heat Pumps (GSHP), są używane do przenoszenia ciepła między gruntem a obiektem budowlanym. Te systemy działają w konfiguracji zamkniętej lub otwartej, w zależności od geologii miejsca i zapotrzebowania budynku na energię.

W systemach zamkniętych cyrkuluje płyn roboczy, który charakteryzuje się niską temperaturą zamarzania. Sonda pozyskuje energię cieplną zmagazynowaną w podłożu skalnym, pracując przy temperaturze stałej podłoża – niepodlegającej zbyt dużym wahaniom, ogrzewając lub chłodząc płyn. Następnie płyn ten jest ponownie wprowadzany do budynku, aby albo pochłaniać ciepło (do chłodzenia), albo uwalniać ciepło (do ogrzewania).

Systemy otwarte wykorzystują wodę gruntową (podziemną) bezpośrednio ze studni, stawów, jezior lub ciepłe ścieki z oczyszczalni, która jest pompowana do systemu w celu przenoszenia ciepła. Po użyciu woda jest albo zwracana do pierwotnego źródła, albo odprowadzana zgodnie z przepisami ochrony środowiska.

Zimą systemy geotermalne pobierają ciepło z podłoża skalno-gruntowego i pompują je do obiektu budowlanego, natomiast latem system działa odwrotnie, przenosząc ciepło z obiektu budowlanego do gruntu, aby zapewnić chłodzenie. Pompa ciepła działa jako centralny element tego procesu, zapewniając efektywny transfer i dystrybucję energii w całym budynku.

Geotermia głęboka oparta jest na technologii wykorzystywania energii cieplnej zgromadzonej w głębszych warstwach Ziemi. Wyróżniamy kilka technologii m.in.:

- tradycyjne systemy hydrotermalne – wykorzystują ciepło wód termalnych, np. dwuotworowo, tzw. dublet geotermalny. Wydobywanie wody odbywa się przy wykorzystaniu dwóch otworów wiertniczych: jednego wydobywczego i jednego chłonnego. Wydobyta woda termalna przekazywana jest do wymiennika, a następnie po schłodzeniu zatłaczana jest z powrotem pod powierzchnię;
- systemy binarne – zamknięte obiegi;
- systemy HDR (Hot Dry Rock czyli gorące, suche skały – pozyskiwanie energii cieplnej wnętrza Ziemi z suchych gorących skał, w naturalnych warunkach praktycznie nie zawierających wody i nieprzepuszczających jej [9];
- EGS (Enhanced (Engineered) Geothermal Systems czyli niekonwencjonalne systemy geotermalne) – pozyskanie energii z suchych gorących skał, wspomaganych niewielkim dopływem wód.

W zależności od wykorzystanego systemu wymagane są odwierty na głębokość od 1 do ok. 3 kilometrów w przypadku eksploatacji wód termalnych lub głębsze w przypadku technologii HDR/EGS.

Energię geotermalną można również wykorzystywać do podgrzewania wody w budynkach mieszkalnych, a także do dodatkowych zastosowań, takich jak ogrzewanie wody w basenach, do celów leczniczych czy też np. hodowli alg, ryb.

Inwestycje geotermalne wiążą się z ryzykiem ekonomicznym. Kluczowym źródłem tego ryzyka są czynniki geologiczne i hydrogeologiczne, które nie zawsze są dostatecznie zbadane. Niewystarczające rozpoznanie tych warunków może prowadzić do braku oczekiwanych rezultatów, takich jak np. uzyskanie wód o wymaganych parametrach do eksploatacji. Ryzyko to utrzymuje się na wysokim poziomie aż do momentu wykonania odwiertu, który umożliwia dokładną ocenę rzeczywistych parametrów wód.

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) bada zagadnienie geotermii kompleksowo <https://www.pgi.gov.pl/>.

PIG-PIB udostępnia dane dotyczące:

1. Występowania wód termalnych w Polsce;
2. Temperatury wód termalnych;
3. Głębokości występowania zbiorników geotermalnych;
4. Potencjału energetycznego oraz geotermalnego złóż;
5. Warunków geologicznych;
6. Parametrów hydrogeologicznych.

Dane są dostępne w:

1. Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG);
2. Centralnej Bazy Danych Hydrologicznych (CBDH);
3. Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI);
4. Atlasach Geotermalnych;
5. Mapach geologicznych;
6. Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin.

Dostęp do danych możliwy jest przez stronę internetową PIG-PIB [8] oraz po kontakcie z odpowiednimi komórkami Instytutu.

2.5.2 Geotermia głęboka

2.5.2.1 Stan wykorzystania w Polsce

Energia geotermalna w Polsce stanowi efektywne źródło ciepła zarówno pod względem ekonomicznym, jak i ekologicznym. Polska dysponuje stosunkowo dużymi zasobami tej energii, które można wykorzystać do ogrzewania. Produkcja energii elektrycznej z systemów geotermalnych na tą chwilę nie znalazła zastosowania w Polsce, ze względu na zróżnicowanie wód termalnych na terenie kraju (30°C–120°C). W najbliższej przyszłości systemy geotermalne w Polsce powinny być wykorzystywane przede wszystkim do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz do rekreacji i balneologii. [10]

Lokalizacja	Temperatura wody na wypływie [°C]	Max. wydajność wody [m³/h]	Mineralizacja wody [g/dm³]	Zainstalowana cieplna moc geotermalna [MWt]	Całkowita zainstalowana moc cieplna [MWt]	Produkcja ciepła geotermalnego [TJ]
Mszczonów	42	60	0,5	3,7	8,3	14
Poddębice	68	252	0,4	10	10	51,2
Podhale	82-86	960	2,5	40,7	109,1	652,8
Pyrzyce	61	360	120	6	22	70,2
Stargard	83	180	140	12,6	12,6	186
Uniejów	68	120	6-8	3,2	7,4	21
Toruń	61	bd	bd	18*	bd	40*
Koło	84	257	95	11	46	bd**
Sieradz	52	249	0,006	1,1	28	bd**

Tabela 1. Ciepłownie Geotermalne w Polsce. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie oficjalnych i powszechnie dostępnych danych pochodzących ze stron internetowych poszczególnych ciepłowni

*Oszacowanie po otwarciu ciepłowni w 2022 [11]

**Ciepłownia geotermalna jest w fazie rozruchu technologicznego, dane zostaną udostępnione w 2025 r. Źródło informacji Geotermii Koło, 25.11.2024.

2.5.2.2 Kluczowe akty prawne rekomendowane w procesie mapowania

Akty prawne, które mogą mieć wpływ począwszy od wstępnych analiz, poprzez realizację budowy, aż po eksploatację instalacji:

1. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2024 poz. 1290, z późn. zm.)
 - definiuje przepisy w związku z wykonywaniem otworowych wymienników ciepła, co należy do kategorii robót geologicznych. Przede wszystkim, jeżeli otwory mają być realizowane na terenach objętych obszarem górniczym lub ich głębokość przekracza 30 metrów, wymagane jest opracowanie projektu robót geologicznych;
 - uwzględnia regulacje prawne w przypadku, gdy planowana inwestycja może kolidować z obszarem górniczym;
 - ustala warunki sporządzenia planu ruchu górniczego. Plan ruchu zakładu górniczego nie musi być sporządzony jedynie w dwóch przypadkach gdy koncesję na eksploatację złoża udzielił starosta, a ponadto spełnione są

dodatkowe wymagania (obszar złoża powyżej 2 ha, wydobywanie poniżej 20 000 m³ rocznie oraz prowadzenie działalności metodą odkrywkową), lub gdy roboty geologiczne służące poszukiwaniu lub rozpoznawaniu złóż kopalin wykonywane są bez użycia środków strzałowych na głębokości do 100 m poza obszarem górniczym. W takim przypadku ruch zakładu górniczego prowadzi się na podstawie warunków określonych w koncesji albo decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych;

2. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. 2024 poz. 1087, z późn. zm.)
 - reguluje zasady ochrony zasobów wodnych oraz oddziaływanie na jakość ujmowanych wód;
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska
 - precyzuje wymogi w kwestii przypadkowego zanieczyszczenia środowiska, np. wycieki z instalacji niebezpiecznych dla środowiska płynów;
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2023 poz. 1724)
 - stanowi podstawę prawną dla analizy wpływu projektu na środowisko, zdrowie ludzi, zasoby wody, florę i faunę oraz krajobraz;
5. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym
 - określa przeznaczenie i sposoby zagospodarowania oraz warunki zabudowy terenu, dla zgodności inwestycji z polityką przestrzenną danej gminy;
6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 2024 poz. 725)
 - uwzględnia regulacje prawne w zakresie zgłoszeń budowlanych. Wykonanie wymiennika ciepła nie wymaga pozwolenia budowlanego, ale wymagane jest zgłoszenie robót budowlanych do urzędu gminy;
7. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne
 - zawiera m.in. informacje o budowie, eksploatacji i sprzedaży energii;
8. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii
 - zawiera m.in. definicje, systemy wsparcia, koncesje, obowiązki w zakresie monitorowania i raportowania;
9. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej
 - opisuje zgodność inwestycji z celami polityki energetycznej.



2.5.2.3 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Najważniejsze czynniki, które należy uwzględnić na tym etapie to:

1. dostępność zasobów geotermalnych,
2. dostęp do infrastruktury, charakterystyka infrastruktury,
3. dostępne moce przyłączeniowe,
4. wpływ na środowisko,
5. zgodność z regulacjami prawnymi.

2.5.2.4 Dostępność zasobów geotermalnych

Dostępność zasobów geotermalnych jest jednym z kluczowych elementów decydujących o lokalizacji instalacji geotermalnej, a ocena tego czynnika wymaga szczegółowych badań i analiz. Aby ustalić odpowiednią lokalizację inwestor może posłużyć się ogólnodostępnymi mapami geologicznymi oraz szczegółowymi analizami lokalnymi.

Wykonawca mapowania potencjału lokalizacji dla odnawialnego źródła energii zobowiązany jest do uwzględnienia w procesie mapowania opracowań, danych i warstw umieszczonych w serwisie Państwowego Instytutu Geologicznego prezentującego zestaw danych przestrzennych dotyczących zasobów geotermalnych (Rozdział 4).

2.5.2.5 Dostępność infrastruktury

Dostępność infrastruktury ma bezpośredni wpływ na koszty budowy, czas realizacji i późniejsze działanie instalacji.

System dystrybucji ciepła. Jeśli instalacja ma zasilać sieć ciepłowniczą, ważna jest bliskość istniejącej infrastruktury ciepłowniczej (takiej jak magistrale ciepłownicze) oraz możliwość podłączenia jej do odbiorców, np. w budynkach mieszkalnych, przemysłowych lub obiektach publicznych. W Polsce istnieje 1214 ciepłowni o mocy >1 MW, wykorzystujących węgiel kamienny, które zlokalizowane są w 851 miejscowościach, z czego 491 miejscowości znajduje się w zasięgu występowania najbardziej perspektywicznych zbiorników wód geotermalnych. Część z nich posiada korzystne parametry 90/70°C do zainstalowania energii geotermalnej. [12]

2.5.2.6 Wpływ na środowisko

Mimo że geotermia jest uważana za jedną z bardziej ekologicznych metod pozyskiwania energii, odwierty geotermalne mogą wywołać określone oddziaływanie na lokalne ekosystemy. Z tego powodu w procesie mapowania potencjału z energii geotermalnej rekomenduje się w pierwszej kolejności analizę terenów poza obszarami Natura 2000.

2.5.3 Geotermia płytka

2.5.3.1 Stan wykorzystania w Polsce

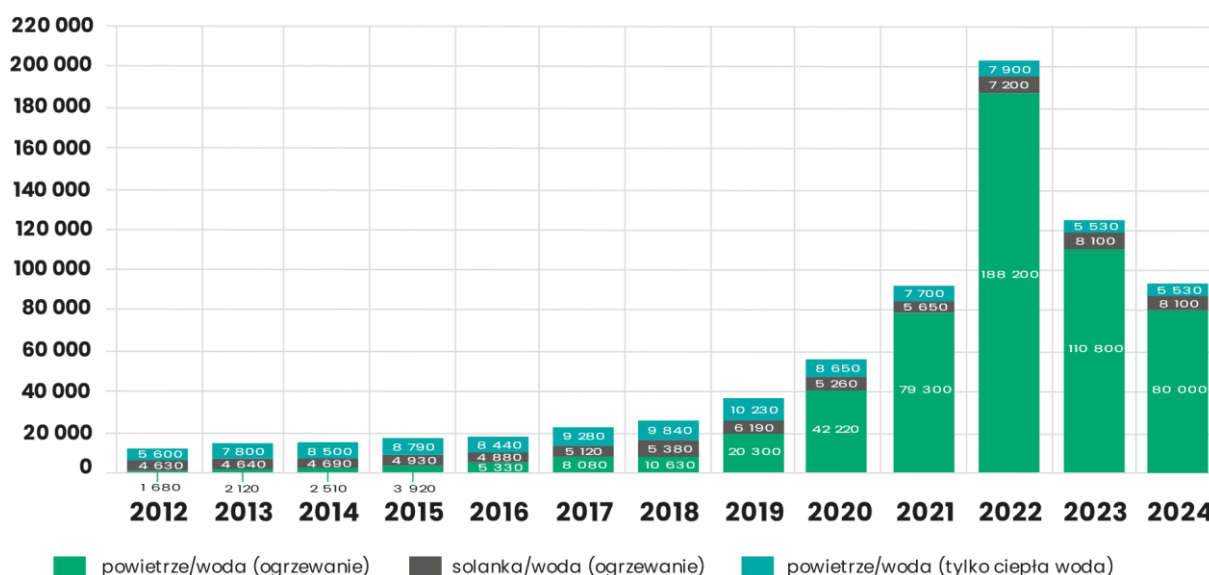
Za geotermię płytką (niskotemperaturową) uznawane są źródła energii geotermalnej, gdzie temperatura nie jest wystarczająca, aby odzyskać energię cieplną bez zastosowania



technologii gruntowych pomp ciepła. Jest to metoda działająca w oparciu o stabilną temperaturę gruntu oraz skał i wykorzystywana w celu ogrzewania (i/lub chłodzenia) zarówno domów jednorodzinnych, jak i całych osiedli, budynków użyteczności publicznej czy komercyjnych lub przemysłowych oraz magazynowania ciepła w górotworze. Dolnym źródłem ciepła (DZC) mogą być wymienniki horyzontalne, wymienniki koszowe, fundamenty energetyczne (tzw. termoaktywne elementy posadowienia) oraz najbardziej popularne w Polsce otworowe wymienniki ciepła (OWC).

Kluczowe dane odnośnie pomp ciepła w Polsce zebrane są w europejskim raporcie: "The geothermal industry enjoyed growing market development, but the journey from niche to mainstream energy demands a robust framework based on critical components": <https://www.egec.org/media-publications/egec-releases-the-2023-geothermal-market-report/>.

Dostępne najnowsze informacje o sprzedanych pompach ciepła zebranych przez Port PC:



Rysunek 3. Liczba sprzedanych pomp ciepła w latach 2012–2023 oraz dane prognostyczne na rok 2024 [13]

2.5.3.2 Potencjał w Polsce

Państwowy Instytut Geologiczny przeprowadził realizację prac w ramach zadania pn. „Ocena potencjału energetycznego i uwarunkowań środowiskowych dla wsparcia zrównoważonego rozwoju geotermii niskotemperaturowej” oraz kontynuowanego zadania „Mapa Potencjału Geotermii Niskotemperaturowej, zadanie ciągłe Etap I”. Wynikiem jest dokument kluczowy dla optymalizacji planowania systemów gruntowych pomp ciepła oraz ich bezpiecznej dla środowiska instalacji i eksploatacji. Dla wybranych otworów z bazy danych CBDG (o głębokości powyżej 100 m) wyznaczono efektywną przewodność termiczną $leff$ [W/m*K] w przedziale głębokościowym 0÷100m. Dzięki temu powstała mapa punktowa potencjału geotermii niskotemperaturowej dla obszaru Polski. Parametryzacja została przeprowadzona na podstawie tabel przeliczeniowych przewodności cieplnej z Wytycznych PORT PC, 2013. W projekcie pilotażowym przedstawiono wyniki z bazy danych CBDH. [14]



Na podstawie "Instrukcji wykonywania map potencjału i uwarunkowań środowiskowych geotermii niskotemperaturowej" powstały mapy potencjału dla 6 obszarów w Polsce (m.in. okolice Warszawy, Wrocławia, Puław). W ostatnich latach przeprowadzono również projekt TransGeoTherm – Energia geotermalna dla rozwoju transgranicznego Regionu Nisy oraz Geoplasma CE – obszar Krakowa oraz Wałbrzycha. Wyniki są dostępne na portalach.

2.5.3.3 Kluczowe akty prawne rekomendowane w procesie mapowania

1. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze;
2. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne;
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska;
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko;
5. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane
7. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;
8. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
9. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej.

2.5.3.4 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Lokalizacja gruntuwej pompy ciepła (GPC) ma kluczowe znaczenie dla jej efektywności, wydajności i kosztów eksploatacji. Właściwe wybranie miejsca, w którym będzie instalowany system, zapewnia optymalne działanie systemu grzewczego. W procesie mapowania potencjału należy wziąć pod uwagę:

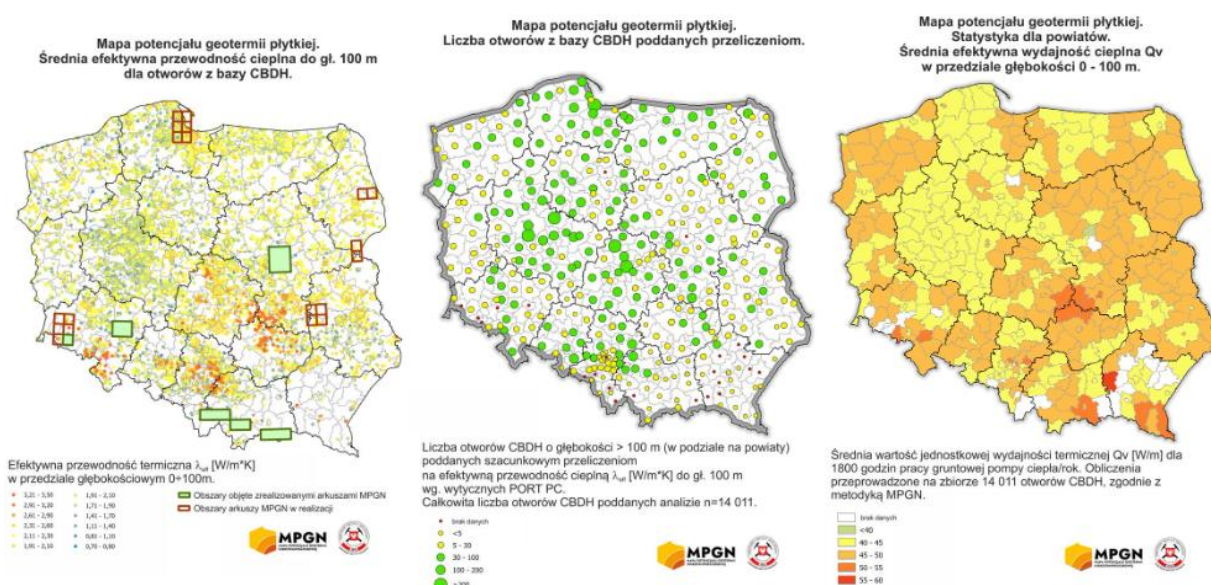
1. Rodzaj gruntu lub skały. Grunt lub skała muszą mieć odpowiednią zdolność do przewodzenia ciepła. W przypadku gruntów, najlepsze wyniki uzyskuje się w osadach o wysokiej przewodności cieplnej, takich jak gleby gliniaste, piaski, żwiry czy woda gruntowa. Natomiast w piaskach o niskiej wilgotności lub w glebach organicznych wymiana ciepła może być mniej efektywna.
2. Niezagospodarowaną przestrzeń. Gruntowe pompy ciepła wymagają dużej powierzchni do instalacji kolektorów poziomych lub odwiertów pionowych. Przykładowo:
 - dla kolektorów poziomych średnio potrzeba około 300–500 m² przestrzeni.
 - dla odwiertów pionowych zwykle wystarczy mniej powierzchni, ale konieczne są głębokie odwierty (zwykle od 50 do 150 metrów w głąb ziemi).
3. Zagospodarowanie przestrzenne (zależnie technologii OZE). Zapisy w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego.
4. Topografię terenu. Dla instalacji kolektorów poziomych idealne są tereny o równym lub lekko nachylonym terenie. Zbyt strome lub nierówne tereny mogą utrudniać wykonanie wykopów lub odwiertów. W przypadku terenów górzystych instalacja odwiertów pionowych może być korzystniejsza.

W przypadku geotermii płytkiej należy wykorzystać mapy wymienione w rozdziale 2.5.3.2 oraz zobrazowane poniżej na **Rysunku 4**. "Mapy potencjału geotermii płytkiej Państwowego Instytutu Geologicznego" [58].

PIG-PIB prowadzi bieżące badania i systematycznie uzupełnia dane. Wersja interaktywna map jest dostępna pod linkiem na stronie Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego. [14]

Efektywność przewodności termicznej przedstawiona jest na mapie w postaci punktów, których rozmieszczenie nie jest równomierne na terenie Polski. Z tego względu opracowano również mapę przedstawiającą liczbę otworów oraz średnią wydajność termiczną w podziale na powiaty

Mapy potencjału Państwowego Instytutu Geologicznego:



Rysunek 4. Mapy potencjału geotermii płytkiej Państwowego Instytutu Geologicznego [58]

Dane przestrzenne zostaną udostępnione w formacie kompatybilnym z geoportal.gov.pl.



2.6 Energia wodna

2.6.1 Definicja i zastosowanie

Elektrownie przepływowe wykorzystują naturalny przepływ rzek. Energia potencjalna i kinetyczna wody, przepływając przez turbinę, jest zamieniana na energię mechaniczną. Turbina zaś sprzężona jest z prądnicą wytwarzającą energię elektryczną. Pracują one w sposób ciągły, zatem nie jest możliwa regulacja mocy wytwarzanej energii. [15]

Aktualna liczba hydroelektrowni w Polsce to 576, a ich łączna moc wynosi 984,68 MW.

Województwo	Liczba elektrowni wodnych	Średnia moc elektrowni wodnych [MW]
dolnośląskie	81	1,05
pomorskie	60	0,48
warmińsko-mazurskie	51	0,29
małopolskie	47	4,00
opolskie	40	0,91
zachodniopomorskie	34	0,40
lubuskie	33	3,44
kujawsko-pomorskie	26	8,05
wielkopolskie	25	0,49
łódzkie	24	0,45
mazowieckie	19	1,16
śląskie	17	2,12
świętokrzyskie	17	0,13
podkarpackie	12	17,43
lubelskie	6	0,15
podlaskie	5	0,12

Tabela 2. Istniejące elektrownie wodne bez mikroinstalacji prosumenckich według danych URE [16]



2.6.2 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Najważniejsze kryteria, które należy uwzględnić:

1. dostępny przepływ wody,
2. dostępny spad niwelacyjny,
3. Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego – analiza MPZP powinna zostać przeprowadzona dwuetapowo. W pierwszej kolejności należy zbadać tereny objęte Miejscowymi Planami Zagospodarowania Przestrzennego, które zgodnie z zapisami MPZP dopuszczają lokalizację hydroelektrowni. Jeśli ta analiza nie przyniesie satysfakcjonujących rezultatów, badanie należy rozszerzyć o pozostałe obszary nieposiadające przeznaczenia dla hydroelektrowni w MPZP lub nieobjęte MPZP, które spełniają kryteria określone w niniejszym dokumencie,
4. wykorzystanie istniejących obiektów piętrzących wodę,
5. informacje o gatunkach chronionych ryb zagregowanych w Standardowych Danych (GDOŚ),
6. zgodność z regulacjami prawnymi:
 - Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne;
 - Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
 - Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
 - Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne.

Wytwarzanie energii elektrycznej we wszystkich elektrowniach wodnych zależy od dostępnego przepływu wody i spad niwelacyjnego. To sprawia, iż produkcja energii w dużej mierze zależy od lokalizacji elektrowni. Po pierwsze wymagany jest pewny i wystarczający przepływ wody. Po drugie warunki topograficzne miejsca muszą umożliwiać koncentrację stopniowego spadku rzeki w jednym miejscu w sposób zapewniający spad wystarczający do generacji energii. Spad ten można wytworzyć za pomocą zapór lub prowadząc wodę w sztucznym kanale, np. biegnącym wzdłuż do rzeki, lecz charakteryzującym się niskimi stratami spad w porównaniu z naturalnym ciekim. Spad taki, jest również dostępny przy istniejących już budowlach wodnych. Spad niwelacyjny dla małych elektrowni wodnych wynosi do 10 m, dla pozostałych, bardziej wydajnych instalacji od 10 m. W przypadku małych elektrowni wodnych wartość minimalnego przepływu szacuje się od 0,5–2 m³/s. Może być nawet mniej, przy większych spadach można instalować turbiny o przepłyku tylko 0,1 m³/s.

Istotna również jest zmienność przepływu sezonowa i wieloletnia. Im wyższa wartość powyższych parametrów tym bardziej potencjalna lokalizacja jest atrakcyjna. Oba te parametry mają zasadnicze znaczenie przy doborze miejsca budowy elektrowni wodnej.

W procesie mapowania potencjału należy w pierwszej kolejności uwzględnić tereny objęte Miejscowymi Planami Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP), które posiadają zapisy dopuszczające lokalizację hydroelektrowni, ze względu na uproszczoną i krótszą ścieżkę realizacji inwestycji na tych obszarach. Nie wyklucza to jednak z procesu mapowania



terenów bez odpowiednich zapisów w MPZP dotyczących hydroelektrowni oraz terenów nieobjętych MPZP.

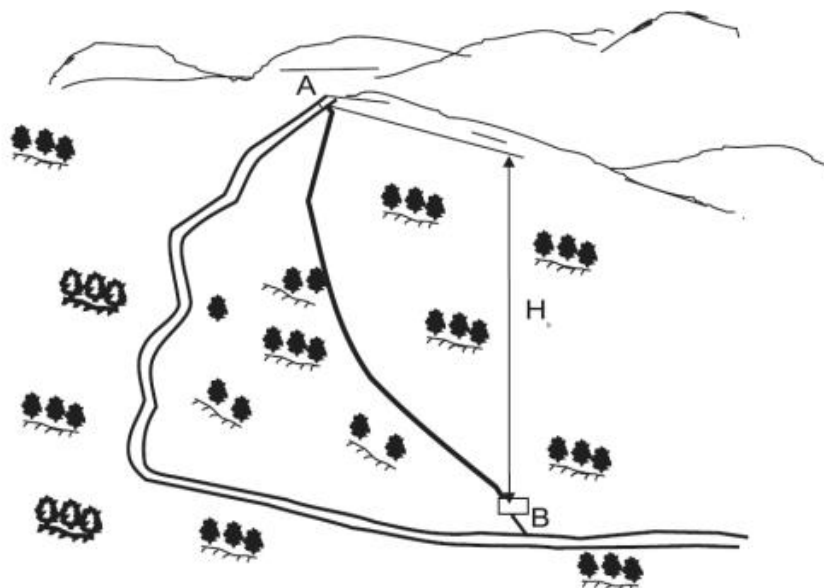
Przykładem dokumentu planistycznego zawierającego tereny przeznaczone pod elektrownie wodne jest Uchwała Nr XIX/149/2016 Rady Miejskiej w Makowie Mazowieckim z dnia 21 czerwca 2016 r.

(https://edziennik.mazowieckie.pl/api/eli/acts/POL_WOJ_MZ/2016/6983/text.pdf).

W procesie mapowania należy wykluczyć obszary występowania gatunków objętych ochroną częściową i całkowitą, eliminując je z analizy potencjału lokalizacyjnego za wyjątkiem istniejących budowli (budowa przyjazowych elektrowni wodnych przy już istniejących obiektach) potencjalnie poprawiających stan i potencjał ekologiczny.

W zakresie rozwoju hydroenergetyki w Polsce, zarówno organizacje branżowe, jak i organy państwowe wskazują przede wszystkim na potrzebę wykorzystania istniejących obiektów piętrzących wodę, a zarządzanych w imieniu Skarbu Państwa przez PGW Wody Polskie. Budowa małych elektrowni wodnych na już istniejących obiektach ogranicza do minimum wpływ na środowisko. Umożliwiają bieżące monitorowanie jakości wody i jej stanu. [59] "Małe elektrownie wodne zabezpieczają punkty czerpania wody i wiodące do nich drogi dojazdowe. Obiekty najczęściej wyposażone są w przepławki, dzięki czemu można zachować ciągłość morfologiczną koryta dla organizmów wodnych. Dzięki zamontowaniu specjalnych krat oczyszczają wodę ze stałych śmieci do niej wrzucanych. Prostota urządzeń zamontowanych w MEW nie tylko skraca czas jej wykonania, ale także zapewnia wysoką niezawodność i długą żywotność. Małe elektrownie wodne nie wymagają licznych personelu, a mogą nawet być kierowane zdalnie, co znacząco obniża ich koszty eksploatacyjne. MEW redukują znacząco emisję gazów cieplarnianych i produkują praktycznie czystą energię elektryczną od momentu ich uruchomienia. Poprzez zagospodarowanie istniejących zaniedbanych stopni wodnych można tworzyć miejsca wypoczynku i rekreacji oraz prowadzić działalność edukacyjną dla okolicznych mieszkańców za pomocą np. tablic informacyjnych uświadamiających lokalnej społeczności jakie korzyści niosą ze sobą małe elektrownie wodne. Podczas remontu czy przebudowy starych obiektów, stare elementy można przekazać do muzeów i skansenów." [18]

Wyznaczanie przepływów wody:



Rysunek 5. Szkic koncepcyjny do budowy elektrowni wodnej [17]

Najbardziej promowane powinny być przyjazowe elektrownie wodne, które nie wyprowadzają wody poza koryto cieku, co umożliwia zachowanie naturalnego reżimu wodnego. Woda wykorzystana w elektrowni jest odprowadzana na dolne stanowisko jazu i może być wykorzystana jako przepływ nienaruszalny.

Na rysunku pokazano, w jaki sposób woda płynąca z punktu A do punktu B, o rzędnych Z_A i Z_B , zamienia energię potencjalną związaną z różnicą poziomów na energię kinetyczną. Strata ta występuje niezależnie od tego, czy woda płynie cieką wodną, czy też przez otwarty kanał, rurociąg zasilający i turbinę. Energia potencjalna tracona w jednostce czasu to tzw. moc surowa, którą można wyrazić za pomocą równania:

$$P = Q \cdot H_g \cdot \gamma$$

gdzie

P oznacza moc traconą przez wodę w kW

Q – natężenie przepływu w m^3/s

H_g – spad brutto w m, $H_g = Z_A - Z_B$

γ – ciężar właściwy wody ($9,81 \text{ kN/m}^3$)

Woda może podążać korytem rzeki, tracąc energię wskutek tarcia i turbulencji, co powoduje nieznaczny wzrost jej temperatury, przy czym jest to praktycznie pomijalny aspekt. Może też płynąć z punktu A do B przez kanał doprowadzający nazywany kanałem derywacyjnym o małych oporach hydraulicznych, z elektrownią wodną na jego końcu. Energia potencjalna zgromadzona na górnym stanowisku elektrowni, zamieniana jest na energię kinetyczną wody przepływającej przez turbiny w elektrowni wodnej, gdzie większość tej energii jest zamieniana na energię mechaniczną w postaci obrotów turbiny, napędzającej generator produkujący energię elektryczną. Celem projektanta jest redukcja kosztów budowy przy zachowaniu jak największej ilości mocy dostępnej do napędu generatora. W celu oceny potencjału hydroenergetycznego niezbędna jest znajomość zmian przepływu w ciągu roku oraz dostępnego spadku brutto.” [17]

Dane przestrzenne zostaną udostępnione w formacie kompatybilnym z geoportal.gov.pl.



3 Infrastruktura towarzysząca

3.1 Sieci przesyłowe i dystrybucyjne

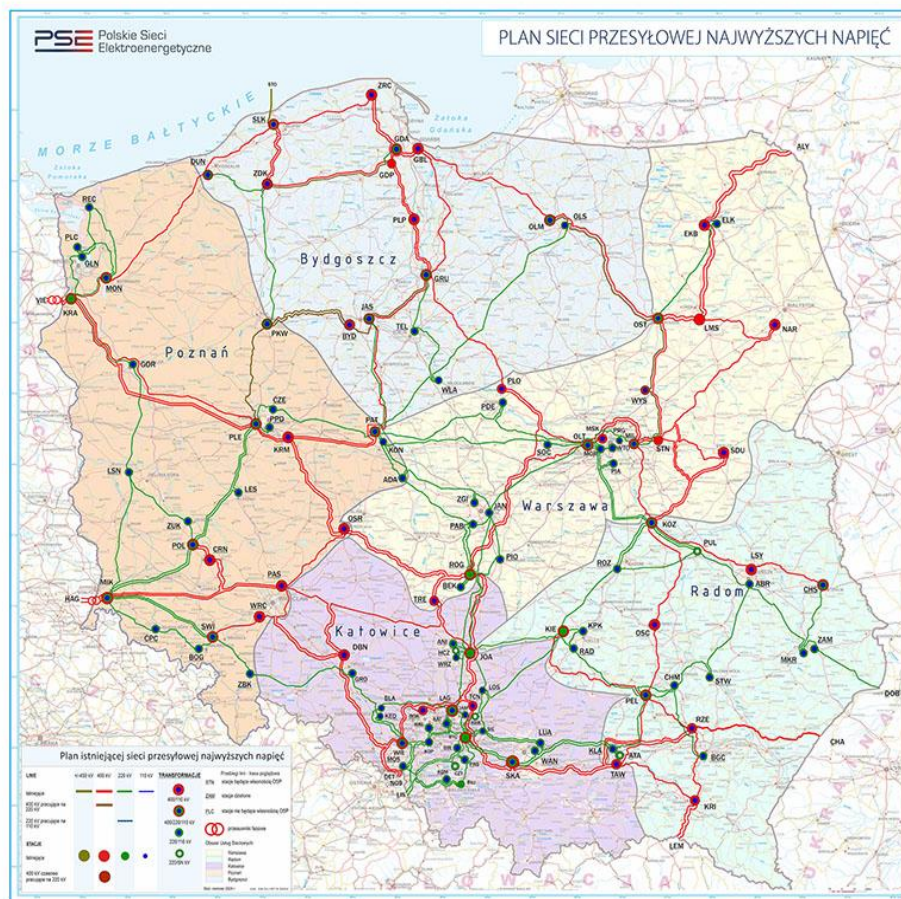
3.1.1 Definicje

Sieci przesyłowe i dystrybucyjne to kluczowe elementy infrastruktury elektroenergetycznej, odpowiedzialne za transport energii elektrycznej od miejsca jej wytworzenia do odbiorców końcowych. Podzielone są na dwa główne poziomy [60, 61, 62]:

1. Sieci przesyłowe: sieci wysokiego i najwyższego napięcia (zwykle powyżej 110 kV), które transportują energię elektryczną na duże odległości, zazwyczaj z elektrowni do głównych stacji rozdzielczych. W Polsce za zarządzanie siecią przesyłową odpowiada operator systemu przesyłowego (OSP), którym są Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE). Sieci przesyłowe są kluczowe dla stabilności systemu elektroenergetycznego i umożliwiają przesyłanie dużych ilości energii elektrycznej między regionami, a także z zagranicy.
2. Sieci dystrybucyjne: sieci średniego i niskiego napięcia (do 110 kV), które odbierają energię z sieci przesyłowych i rozpraszają ją do odbiorców końcowych, takich jak gospodarstwa domowe, firmy i instytucje. Za zarządzanie sieciami dystrybucyjnymi odpowiadają operatorzy systemów dystrybucyjnych (OSD). Sieci te obejmują transformatory i linie dystrybucyjne, których zadaniem jest dostosowanie napięcia do poziomów bezpiecznych dla odbiorców.

Razem sieci przesyłowe i dystrybucyjne tworzą zintegrowany system, który zapewnia ciągłość, stabilność i efektywność dostaw energii elektrycznej.

Szczegółowa mapa sieci elektroenergetycznej w Polsce jest dostępna pod źródłem [19], a plan sieci przesyłowej najwyższych napięć znajduje się poniżej.



Rysunek 6. Mapa istniejącej sieci elektroenergetycznej najwyższego napięcia [63]

W odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie na energię oraz dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii, tradycyjne sieci elektroenergetyczne ewoluują w kierunku tzw. Smart Grid, czyli inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Smart Grid to zaawansowany system zarządzania energią, który integruje nowoczesne technologie informatyczne i komunikacyjne z infrastrukturą przesyłową i dystrybucyjną, takie jak internetowe technologie komunikacyjne, rozproszone systemy komputerowe i związane z nimi czujniki oraz oprogramowanie [20].

Przykładowe funkcjonalności oferowanych przez systemy Smart Grid obejmują [21]:

- Automatyczną detekcję i reakcję na awarie;
- Dynamiczne zarządzanie przepływem energii;
- Zaawansowane systemy pomiarowe czasu rzeczywistego;
- Integracja odnawialnych źródeł energii;
- Zarządzanie popytem na energię.

Smart Grid w Polsce



Spółka Energa-Operator SA pozyskała ponad 166 mln złotych z POLiŚ 2014–2020 na inwestycje w inteligentną sieć elektroenergetyczną. Projekt polegał na instalacji inteligentnego systemu opomiarowania i automatyzacji sieci. Przebudowa była realizowana na objętym koncesją obszarze działania dostawcy Energa-Operator SA w województwie łódzkim, wielkopolskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, pomorskim i warmińsko-mazurskim. Spółka Tauron Dystrybucja SA, dzięki dofinansowaniu z Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w wysokości ponad 3,9 mln złotych, realizowała koncepcję sieci inteligentnej na terenie województwa śląskiego i łódzkiego [21].

W Polsce w maju 2024 roku podpisano umowy o dofinansowanie na rozwój technologii Smart Grid w ramach Funduszy Europejskich dla Polski Wschodniej (FEPW) [22]. Wschodnia Polska wyróżnia się szczególnie szybkim tempem wzrostu produkcji energii z OZE oraz wyższym udziałem zielonej energii w ogólnym bilansie wytwarzania energii (13-krotny wzrost w 2022 r. w stosunku do 2005 r., w kraju – prawie 10-krotny) oraz 2 razy wyższym udziałem takiej energii w stosunku do ogółu wyprodukowanej energii (w 2022 r. dla kraju – 21%, w PW – 42%).

Pierwsze projekty współfinansowane z FEPW, o wartości łącznie blisko 280 mln zł, realizowane są przez operatorów systemów dystrybucyjnych (PGE Dystrybucja i Energa-Operator). Ich celem jest rozwój inteligentnych sieci, które umożliwią większy udział OZE w miksie energetycznym oraz poprawę efektywności i stabilności systemu energetycznego.

3.1.2 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Lokalizacja nowych instalacji OZE wiąże się z koniecznością uwzględnienia struktury sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Czynniki, które w szczególności warto brać pod uwagę to:

1. Struktura źródeł energii przyłączonych do sieci. Istotnym czynnikiem jest rodzaj źródeł energii (takich jak instalacje fotowoltaiczne wykorzystujące energię promieniowania słonecznego czy farmy wiatrowe przekształcające energię wiatru), które są już przyłączone do sieci. Sieci przesyłowe i dystrybucyjne muszą być odpowiednio dopasowane do niestabilnej produkcji energii z OZE, co wiąże się z koniecznością wzmocnienia infrastruktury w miejscach, gdzie energia wytwarzana jest w dużych ilościach (np. obszary z wysokim nasłonecznieniem lub wietrznością).
2. Ograniczenia w przepływie energii. Warto także zwrócić uwagę na obszary, gdzie występują wąskie gardła przesyłowe, czyli miejsca, w których występują ograniczenia przepustowości sieci. W takich lokalizacjach szczególnie ważne jest wzmocnienie infrastruktury sieciowej, aby mogła ona sprawnie przyjąć i przesyłać energię z nowo przyłączonych źródeł OZE oraz umożliwić dystrybucję energii z magazynów.
3. Warunki przyłączenia. Z kolei analiza warunków przyłączenia (publikowane przez niektórych operatorów oraz PSE) jest kluczowa dla rozwoju nowych inwestycji w OZE oraz magazyny energii. Wydane warunki przyłączenia pozwalają określić, w jakich regionach istnieje już wystarczająca pojemność sieci przesyłowych



i dystrybucyjnych, aby przyjąć nowe źródła energii. Należy zwrócić uwagę na obszary o dużym zapotrzebowaniu na energię, gdzie sieć już jest obciążona oraz na regiony z silnym potencjałem wiatrowym lub słonecznym, gdzie mogą powstawać farmy OZE.

W miarę jak w Polsce rośnie udział odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym, operatorzy sieci muszą dostosowywać infrastrukturę do nowych wyzwań. Zwiększenie przepustowości sieci przesyłowych i dystrybucyjnych oraz ich modernizacja stanowią niezbędne kroki, by umożliwić stabilną integrację OZE. Dodatkowo, rozwój inteligentnych sieci i technologii magazynowania energii umożliwi bardziej efektywne zarządzanie przepływami energii, poprawiając stabilność systemu elektroenergetycznego.

3.2 Magazyny energii elektrycznej

3.2.1 Definicja

Magazyny energii elektrycznej (BESS – Battery Energy Storage Systems) to urządzenia lub systemy służące do przechowywania energii elektrycznej i udostępniania jej w późniejszym czasie, gdy jest to potrzebne. Magazynowanie energii odgrywa kluczową rolę w nowoczesnych systemach elektroenergetycznych, zwłaszcza z dużym udziałem odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna i wiatrowa, które są zależne od warunków pogodowych.

Typowe technologie magazynowania energii elektrycznej to baterie litowo-jonowe – powszechnie stosowane zarówno w urządzeniach przenośnych, jak i na dużą skalę w magazynach energii dla sieci elektroenergetycznych. Obecnie w Polsce jest to najpopularniejszy wariant wykorzystywany w magazynach energii elektrycznej.

Rola magazynów energii:

1. Dostarczanie rezerwy mocy do KSE,
2. Ograniczanie krótkoterminowych fluktuacji mocy źródeł OZE,
3. Wyrównywanie profilu pracy źródeł OZE,
4. Ekwiwalent rozbudowy sieci zapewniający jej odłożenie w czasie,
5. Zapewnienie wymaganej mocy i pojemności dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych,
6. Wyrównywanie obciążenia w instalacjach zarządzania popytem,
7. Zapewnienie wymaganej szybkości zmian mocy dostarczanej przez źródła wytwórcze (rampa),
8. Świadczenie usług systemowych bilansowania (frequency ancillary services),
9. Świadczenie usług systemowych niezwiązanych z bilansowaniem (non-frequency ancillary services, np. usuwanie problemów napięciowych w sieciach dystrybucyjnych),



10. Realizacja arbitrażu cenowego na hurtowym rynku energii elektrycznej (electric energy time shift).

3.2.2 Stan wykorzystania magazynowania energii elektrycznej w Polsce

W Polsce systemy magazynowania energii elektrycznej znajdują się na wczesnym etapie rozwoju, ale ich rola i popularność szybko rośnie. Rozwój magazynów energii elektrycznej w Polsce jest napędzany przez wzrost udziału odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza fotowoltaiki i energetyki wiatrowej, które wymagają stabilizacji ze względu na zmienny charakter produkcji energii.

Wraz z dynamicznym rozwojem technologii oraz rosnącymi potrzebami stabilizacji sieci energetycznych, magazyny energii elektrycznej stają się integralnym elementem polskiego sektora energetycznego. Zarówno duże systemy przyłączane do sieci przesyłowych, jak i mniejsze instalacje lokalne, odgrywają coraz większą rolę w zwiększaniu elastyczności i niezawodności dostaw energii. Obecnie rynek magazynowania energii w Polsce obejmuje:

1. Inwestycje w magazyny energii. Kilka dużych projektów związanych z BESS zostało już zrealizowanych, głównie przez największych graczy na rynku energetycznym, takich jak Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. i Tauron Dystrybucja S.A. PSE prowadzi projekty pilotażowe i inwestuje w BESS w celu stabilizacji pracy sieci przesyłowej (np. BME Bystra). Natomiast Tauron testuje magazyny przy swoich instalacjach fotowoltaicznych (np. BME Lubachów).
2. Małe i średnie magazyny energii. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się domowe oraz przemysłowe instalacje fotowoltaiczne z lokalnymi magazynami energii, szczególnie bateriami litowo-jonowymi. Firmy i gospodarstwa domowe instalują BESS, by zwiększyć autokonsumpcję energii, co jest korzystne w obliczu zmieniających się taryf i rosnących kosztów energii.
3. Projekty pilotażowe i innowacje. Rozwijane są projekty pilotażowe, takie jak instalacje BESS zintegrowane z farmami wiatrowymi i fotowoltaicznymi, które testują sposoby efektywnego zarządzania produkcją i konsumpcją energii.

Na bazie informacji udostępnionych przez PSE (stan na 31.10.2024 r.), przedstawia się listę magazynów energii elektrycznej planowanych do przyłączenia do sieci przesyłowej w podziale na województwa [23].

3.2.3 Kluczowe akty prawne

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;
2. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
3. Ustawa z dnia 14 kwietnia 2023 r. o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych oraz inwestycji towarzyszących, (Dz.U. 2023 poz. 1113, z późn. zm.);
4. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 21 października 2021 r. w sprawie rejestru magazynów energii elektrycznej (Dz.U. 2021 poz. 2010).



3.2.4 Wymogi techniczne mapowania: kryteria

Lokalizacja magazynów energii elektrycznej jest kluczowym czynnikiem w optymalnym wykorzystaniu ich potencjału i skutecznej integracji z systemem elektroenergetycznym, szczególnie w przypadku współpracy z odnawialnymi źródłami energii. Poniżej przedstawiono kluczowe kryteria lokalizacyjne dla magazynów energii:

1. Bliskość dużych farm fotowoltaicznych, wiatrowych oraz innych odnawialnych źródeł energii. Umieszczenie magazynów energii w pobliżu dużych farm PV, wiatrowych jest korzystne, ponieważ umożliwia bezpośrednie magazynowanie nadwyżek energii produkowanej w szczytowych okresach słonecznych/dużej wietrzności. Dzięki temu lokalne sieci elektroenergetyczne są odciążone, a producenci energii mogą ubiegać się o większą liczbę warunków przyłączenia.
2. Bliskość punktów przyłączeniowych o dużej przepustowości. Lokalizacja magazynów energii powinna uwzględniać dostępność punktów przyłączeniowych zdolnych do obsługi dużej mocy. Magazyny usytuowane w miejscach z odpowiednią infrastrukturą przyłączeniową będą mogły wydajniej przesyłać energię do sieci, co pozwoli na lepsze bilansowanie systemu i stabilizację napięcia.
3. Minimalizacja strat przesyłu i poprawa stabilności sieci. Magazyny energii powinny być lokalizowane w miejscach, gdzie mogą najbardziej efektywnie zmniejszać straty związane z przesyłem energii i wspierać stabilność lokalnych odcinków sieci. Umieszczanie ich w pobliżu obszarów z dużymi obciążeniami lub w miejscach często narażonych na przeciążenia sieci pomaga zwiększyć niezawodność dostaw i poprawia jakość energii w systemie.

Warto wskazać też czynniki, których uwzględnienie w doborze lokalizacji magazynów energii powinno zapewnić większą efektywność i optymalizację działania systemu elektroenergetycznego, jak udostępniane plany sieciowe PSE, czy potencjał wyłączanych bloków węglowych.

Moc zainstalowana w magazynach energii w Polsce przedstawia się następująco [24]:

- 166 MW mocy zainstalowanej w stacjonarnych magazynach energii w technologii bateryjnej, z czego około 130 MW znajduje się w rękach odbiorców przemysłowych, w tym przedsiębiorstw i rolnictwa;
- 110 MW w ok. 11 tys. przydomowych magazynach energii w technologii bateryjnej.

Łączna moc zainstalowana w magazynach bateryjnych wynosi zatem 276 MW. Dodatkowo, w Polsce funkcjonują także elektrownie szczytowo-pompowe, których łączna moc zainstalowana wynosi 1767,6 MW.

Zgodnie z dokumentami „Projekt Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r.” oraz „Polityka energetyczna Polski do 2040 r.”, analiza dla sektora elektroenergetycznego z uwzględnieniem zmiany sytuacji polityczno-gospodarczej po inwazji Rosji na Ukrainę, przewiduje następujący scenariusz odnośnie mocy zainstalowanej w magazynach energii, w tym w elektrowniach szczytowo-pompowych (ESP):

- 2030 r. – 5,5 GW;
- 2040 r. – 11 GW.



Dokument ten nie dokonuje jednak rozróżnienia pomiędzy magazynami zintegrowanymi z siecią a pozostałymi magazynami energii elektrycznej.

Dodatkowo, aby określić optymalne miejsca dla budowy magazynów energii, warto wziąć pod uwagę dostępne źródła informacji, które mogą wskazać miejsca, gdzie w przyszłości mogą powstać farmy OZE oraz magazyny energii:

1. Dostępność danych o przyłączeniach. Istnieją systemy i rejestry, które gromadzą informacje o podmiotach ubiegających się o przyłączenie do sieci elektroenergetycznych, w tym farmy OZE i magazyny energii. Analiza tych danych pozwala zidentyfikować obszary o dużym potencjale inwestycyjnym i wskazać lokalizacje, które są już przygotowane pod nowe przyłączenia.
2. Wydane warunki przyłączenia. W kontekście rozwoju infrastruktury elektroenergetycznej, wnioski o przyłączenie do sieci oraz uzyskanie zgody (lub istniejąca już umowa o przyłączenie do sieci, np. raport PSE) stanowią cenne źródło informacji o miejscach, gdzie planowane są inwestycje w nowe źródła energii. Warto zwrócić uwagę na te lokalizacje, gdyż mogą one stać się kluczowe dla rozwoju magazynów energii w przyszłości.
3. W procesie mapowania terenu dla magazynów energii, należy uwzględnić odległości od zabudowań mieszkalnych oraz GPZ. Rekomendacje odległościowe dla magazynów o określonej mocy są zawarte w poniższej tabeli.

Napięcie GPZ [kV]	Moc max [MW]	Powierzchnia dla inwestycji [ha]	Odległość od zabudowy mieszkaniowej [m]	Odległość od GPZ [km]
<110	8	0,2	10	5
110	150	3	195	5
220	300	6	390	5
400	500	10	650	5

Tabela 3. Moc magazynu energii a odległość od zabudowy mieszkaniowej i optymalna powierzchnia terenu inwestycyjnego. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie przeprowadzonych analiz terenu dla inwestorów oraz prac z ekspertami ds. energetyki i magazynowania energii (BESS)



3.3 Magazyny ciepła

3.3.1 Definicja i zastosowanie

Magazyny ciepła to instalacje służące do przechowywania energii cieplnej.

Cytując Raport Instytutu Energetyki Odnawialnej: "szacuje się, że potencjał magazynowania ciepła w sektorze ciepłowniczym wynosi 57,4 GWh/dobę, a przy uwzględnieniu ograniczeń technicznych i dostępności terenu realny potencjał to 6651 GWh/rok. Warto zaznaczyć, że największy potencjał posiadają przedsiębiorstwa ciepłownicze o mocy 10–50 MW, których w Polsce jest aż 178. Z jednej strony zatem dzięki zastosowaniu magazynów ciepła możliwe jest osiągnięcie systemu efektywnego energetycznie, ale, co równie ważne, umożliwienie lokalnej konsumpcji nadwyżek generowanych przez źródła OZE bez nadmiernego obciążania sieci energetycznych." [25]

Magazyny ciepła pełnią określone funkcje w systemach energetycznych. Umożliwiają m.in. magazynowanie nadwyżek z przedsiębiorstw ciepłowniczych, ciepła odpadowego, odnawialnych źródeł energii, których dostępność jest zmienna w czasie. Zapewniają stabilizację systemów grzewczych poprzez wyrównywanie obciążeń i utrzymanie ciągłości dostaw ciepła w okresach szczytowego zapotrzebowania. W systemach elektroenergetycznych pełnią funkcję bufora – przejmują nadwyżki energii elektrycznej, przekształcając je w ciepło w okresach nadprodukcji. Funkcje te wpływają na optymalizację kosztów ogrzewania.

Magazyny ciepła można podzielić na kilka głównych kategorii:

- A. ze względu na czas magazynowania:
 - 1. Krótkoterminowe (dobowe/godzinowe),
 - 2. Sezonowe (długoterminowe);
- B. ze względu na technologię (na podstawie)
 - 1. TTES (Tank Thermal Energy Storage) – magazyny ciepła w specjalnie wykonanych zbiornikach naziemnych bądź podziemnych,
 - 2. PTES (Pit Thermal Energy Storage) – magazyny ciepła w specjalnie wykonanych zbiornikach przypowierzchniowych,
 - 3. BTES (Borehole Thermal Energy Storage) – otworowe magazyny ciepła,
 - 4. ATES (Aquifer Thermal Energy Storage) – magazyny ciepła w warstwie wodonośnej;
- C. ze względu na zastosowanie:
 - 1. Domowe,
 - 2. Komercyjne,
 - 3. Przemysłowe,
 - 4. Ciepłownicze.

Raport "Mapa drogowa dla rynku magazynów ciepła w Polsce" Instytutu Energetyki Odnawialnej [25] określa scenariusze rozwoju magazynów do 2030 roku, w tym:

- 1. Potencjał w mieszkalnictwie: 6,6 mln buforów ciepła o łącznej pojemności dobowej 53 GWh i rocznej 19 TWh,



2. Potencjał w ciepłownictwie systemowym: około 200 magazynów sezonowych PTES o łącznej pojemności 6651 GWh/rok.

Obliczenia potencjału przejmowania nadwyżek OZE:

1. Magazyny dobowe w ogrzewnictwie: możliwość przejęcia 5 GW mocy OZE i magazynowania 4,2 TWh energii rocznie,
2. Magazyny sezonowe w ciepłownictwie: możliwość przejęcia 12,7 GW mocy OZE i magazynowania 11,5 TWh energii rocznie.

3.3.2 Kluczowe akty prawne

Przepisy odnoszące się do magazynów ciepła są rozproszone w różnych aktach prawnych, regulacyjnych oraz zadaniach odpowiedzialnych państwowych służb geologicznych. W czasie przygotowywania obecnego dokumentu istnieją plany uwzględnienia kwestii dotyczących magazynów energii ATES i BTES w zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze. Wkład merytoryczny jest obecnie w przygotowaniu. Dodatkowo dostępne są już opracowywania ocen możliwości magazynowania energii cieplnej BTES, PTES/TTES, EF i ATES [26, 27]. Ramy prawne wyznaczają zarówno regulacje unijne jak i krajowe.

Regulacje unijne:

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1735 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram środków na rzecz wzmocnienia europejskiego ekosystemu produkcji technologii neutralnych emisyjnie i zmieniające rozporządzenie (UE) 2018/1724 (Tekst mający znaczenie dla EOG);
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652;
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE.

Prawo krajowe:

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;
2. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze;
3. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2024 r. poz. 725).



3.3.3 Wymogi techniczne mapowania: kryteria i źródła danych

Proponowane mapowanie potencjału magazynów ciepła opiera się na lokalizacji magazynów sezonowych i wymaga uwzględnienia poniższych kryteriów:

- Obszar mapowania powinien obejmować teren w promieniu 3 km od istniejących ciepłowni systemowych.
- Na tym obszarze należy zidentyfikować działki o powierzchni minimalnej 1-1,5 ha pod sam magazyn ciepła oraz opcjonalnie dodatkowe 2-12 ha pod instalacje OZE.
- Teren powinien być płaski lub umożliwiać niwelację.
- Tereny niespełniające kryteriów geologicznych należy wykluczyć z analizy zgodnie z wytycznymi zawartymi w opracowaniach: "Mapa drogowa dla rynku magazynów ciepła w Polsce" Instytutu Energetyki Odnawialnej, "Wstępna ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w poziomach wodonośnych na obszarze Polski (ATES)" oraz "Ocena możliwości i warunków magazynowania energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF)".
- Obszarami, które należy wykluczyć z lokalizacji magazynów ciepła są tereny podlegające ochronie środowiskowej, obszary objęte formami ochrony przyrody, obszary Natura 2000 oraz inne obszary chronione na podstawie przepisów o ochronie przyrody i środowiska.
- Trzecią grupę kryteriów, które należy wziąć pod uwagę są kryteria infrastrukturalne: odległość od Głównego Punktu Zasilającego (GPZ), ciepłowni, dostęp do odpowiednich dróg dojazdowych, możliwość przyłączenia do sieci ciepłowniczej.
- Preferowane są działki rolne klasy IV-VI, tereny przemysłowe i poprzemysłowe.
- Istotna jest zgodność planowanej inwestycji z Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego oraz bliskość istniejącej infrastruktury technicznej.

Proces mapowania powinien przebiegać etapowo: od identyfikacji ciepłowni systemowych, przez wyznaczenie stref buforowych 3 km, analizę nakładania się warstw wykluczających, po identyfikację terenów spełniających kryteria preferowane.

Rekomendowane źródła danych w procesie mapowania:

1. Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) [28];
2. Mapy hydrogeologiczne (przepływ wód gruntowych i poziom wód gruntowych);
3. Bazy danych PIG-PIB: Centralna Baza Danych Geologicznych (CBDG), Centralna Baza danych Hydrogeologicznych (CBDH), Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI);
4. PIG-PIB przekroje/dane geologiczne i miąższości warstw istotne do ustalenia efektywności cieplnej [29];
5. Numeryczny Model Terenu (NMT) [30];
6. Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP);
7. „Ocena możliwości i warunków magazynowania energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF)”;
8. Wstępna ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w poziomach wodonośnych na obszarze Polski (ATES).



3.4 Infrastruktura przyłączeniowa

3.4.1 Definicje

Infrastruktura przyłączeniowa to zestaw urządzeń i instalacji technicznych umożliwiających przyłączenie nowych źródeł energii (takich jak farmy wiatrowe, fotowoltaiczne) lub odbiorców końcowych (np. przedsiębiorstw, gospodarstw domowych) do istniejącej sieci elektroenergetycznej. Infrastruktura ta zapewnia fizyczne i techniczne połączenie nowych jednostek z siecią, umożliwiając przesył i dystrybucję energii elektrycznej.

Elementy infrastruktury przyłączeniowej:

- Linie przyłączeniowe – linie energetyczne wysokiego, średniego lub niskiego napięcia, które łączą źródło energii lub odbiorcę z główną siecią elektroenergetyczną.
- Transformatory – urządzenia służące do zmiany napięcia prądu elektrycznego, aby dostosować go do wymagań sieci i odbiorcy.
- Stacje elektroenergetyczne – punkty w sieci, gdzie energia jest rozdzielana, a jej parametry są dostosowywane (np. napięcie, częstotliwość) w zależności od potrzeb przyłączenia.
- Rozdzielnice – urządzenia umożliwiające bezpieczne rozdzielanie energii elektrycznej i jej dystrybucję na dalsze odcinki sieci lub bezpośrednio do odbiorców.
- Systemy ochrony i sterowania – technologie zapewniające bezpieczne działanie infrastruktury przyłączeniowej, takie jak zabezpieczenia przeciążeniowe, wyłączniki oraz automatyka zabezpieczająca.
- Infrastruktura przyłączeniowa zapewnia:
 - Integrację nowych źródeł energii, umożliwiając włączenie do sieci nowych źródeł, w tym odnawialnych, co wspiera rozwój zielonej energii.
 - Bezpieczeństwo dostaw, zapewniając stabilne i bezpieczne dostarczanie energii do odbiorców.
 - Elastyczność i skalowalność, dzięki czemu pozwala na rozbudowę sieci elektroenergetycznej i dostosowanie jej do rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną.

Grupy przyłączeniowe klasyfikują przyłączenia nowych źródeł energii lub odbiorców energii w zależności od ich mocy, charakterystyki obciążenia oraz wpływu na stabilność i bilans energetyczny w sieci. Każde przyłączenie, niezależnie od tego, czy dotyczy źródła energii czy odbiorcy, jest przyporządkowywane do odpowiedniej grupy na podstawie jego parametrów technicznych i wymaganych warunków przyłączenia [31].

Podział grup przyłączeniowych [31, 32]:

- grupa II – podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane bezpośrednio do sieci o napięciu znamionowym 110 kV,



- grupa III – podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane bezpośrednio do sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz niższym niż 110 kV,
- grupa IV – podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane bezpośrednio do sieci o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV oraz mocy przyłączeniowej większej niż 40 kW lub prądzie znamionowym zabezpieczenia przedlicznikowego w torze prądowym większym niż 63 A,
- grupa V – podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane bezpośrednio do sieci o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV oraz mocy przyłączeniowej nie większej niż 40 kW i prądzie znamionowym zabezpieczenia przedlicznikowego w torze prądowym nie większym niż 63 A,
- grupa VI – podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane do sieci poprzez tymczasowe przyłącze, które będzie na zasadach określonych w Umowie zastąpione przyłączem docelowym, lub podmioty, których urządzenia, instalacje i sieci są przyłączane do sieci na czas określony, lecz nie dłuższy niż 1 rok. Napięcie znamionowe, o którym mowa powyżej określa się w miejscu dostarczania energii elektrycznej.

3.4.2 Stan wykorzystania w Polsce

To, na co należy zwrócić uwagę w kontekście infrastruktury przyłączeniowej w Polsce, to mikroinstalacje, które stanowią istotny element OZE w kraju [33]. Mikroinstalacje to najmniejsze instalacje OZE przyłączone do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV, które zgodnie z definicją ustawową posiadają łączną moc zainstalowaną elektryczną nie większą niż 50 kW oraz ewentualnie moc osiągalną cieplną w skojarzeniu nie większą niż 150 kW.

- Według informacji opublikowanych w dniu 02.05.2024 r. przez Urząd Regulacji Energetyki, w Polsce funkcjonuje ponad 1.4 miliona mikroinstalacji OZE, a ich moc zainstalowana przekroczyła 11,3 GW. Dominują prosumenckie instalacje fotowoltaiczne.
- Zgodnie z raportem, na koniec 2023 roku do sieci elektroenergetycznych w Polsce przyłączono 1 403 875 mikroinstalacji produkujących energię elektryczną, o łącznej zainstalowanej mocy wynoszącej niemal 11,3 GW. Ponad 98% tych instalacji było wykorzystywanych przez prosumentów, którzy posiadali 1 386 792 mikroinstalacje.
- W 2023 roku mikroinstalacje dostarczyły do sieci dystrybucyjnych ponad 7,3 TWh energii elektrycznej, z czego niemal cała energia (99,7%) pochodziła z energii promieniowania słonecznego. Ponad 98% (7,1 TWh) tej energii zostało wprowadzone do sieci przez prosumentów.
- W porównaniu do poprzednich lat, w 2023 roku odnotowano niewielki spadek udziału prosumentów w całkowitej energii wprowadzonej do sieci przez wszystkich wytwórców mikroinstalacji. W poprzednich latach udział prosumentów stopniowo



rósł, osiągając na koniec 2022 roku poziom 98,1%, podczas gdy w 2023 roku spadł nieznacznie do 97,7%.

Dodatkowo, można uzyskać informację o stanie przyłączy oraz podmiotach ubiegających się o przyłączenie do źródeł sieci elektroenergetycznej u konkretnych operatorów [34].

3.5 Systemy zarządzania energią

3.5.1 Definicja

Systemy zarządzania energią (ang. Energy Management Systems, EMS) to zintegrowane rozwiązania technologiczne i informacyjne, które umożliwiają monitorowanie, kontrolę i optymalizację zużycia oraz wytwarzania energii w budynkach, zakładach przemysłowych, sieciach elektroenergetycznych i instalacjach odnawialnych źródeł energii [35, 36]. Celem tych systemów jest poprawa efektywności energetycznej, obniżenie kosztów operacyjnych, redukcja emisji oraz zwiększenie stabilności i bezpieczeństwa energetycznego.

Domowe systemy zarządzania energią (ang. Home Energy Management Systems, HEMS) stanowią szczególną kategorię EMS, dedykowaną indywidualnym gospodarstwom domowym. HEMS monitorują i zarządzają zużyciem energii w budynkach mieszkalnych, uwzględniając działanie urządzeń domowych, mikroinstalacji OZE oraz, w niektórych przypadkach, systemów magazynowania energii [35, 36]. W ramach tych systemów możliwa jest optymalizacja pracy urządzeń domowych pod kątem godzin największej produkcji energii, co pozwala na obniżenie kosztów i zwiększenie samowystarczalności energetycznej. Dodatkowo HEMS mogą współpracować z inteligentnymi licznikami, dostarczając mieszkańcom szczegółowych danych o bieżącym i historycznym zużyciu energii, co wspiera świadome zarządzanie konsumpcją energii oraz efektywne korzystanie z taryf dynamicznych.

Kluczowe funkcje systemów zarządzania energią [35, 37]:

- Monitorowanie i analiza zużycia energii – systemy EMS zbierają i analizują dane dotyczące zużycia energii w czasie rzeczywistym, identyfikując obszary o największym zużyciu oraz potencjalne straty energii.
- Optymalizacja zużycia energii – na podstawie analizy danych systemy EMS wprowadzają automatyczne lub ręczne działania, takie jak regulacja pracy urządzeń, zarządzanie obciążeniem lub czasowe ograniczenie zużycia w okresach szczytowego zapotrzebowania.
- Integracja z OZE – EMS wspierają integrację odnawialnych źródeł energii, takich jak instalacje fotowoltaiczne czy turbiny wiatrowe, umożliwiając efektywne zarządzanie produkcją i jej magazynowanie.
- Zarządzanie magazynami energii – EMS współpracują z magazynami energii, by zapewniać stabilne dostawy podczas szczytowego zapotrzebowania oraz przechowywać nadwyżki energii.



- Prognozowanie i planowanie – zaawansowane systemy zarządzania energią przewidują przyszłe zużycie oraz produkcję energii, co pomaga w planowaniu działań w długim okresie oraz w dynamicznym dostosowywaniu zużycia do warunków pogodowych czy zmian cen energii.

3.5.2 Korzyści

Dla przedsiębiorstw:

- Optymalizacja kosztów operacyjnych. Systemy zarządzania energią pozwalają na precyzyjną kontrolę i analizę zużycia energii w przedsiębiorstwie. Dzięki temu firmy mogą zidentyfikować obszary generujące najwyższe koszty i wdrożyć środki obniżające zużycie energii, co prowadzi do istotnych oszczędności operacyjnych.
- Lepsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. EMS umożliwia maksymalne wykorzystanie własnych źródeł odnawialnych, np. paneli słonecznych czy turbin wiatrowych, poprzez odpowiednie zarządzanie ich integracją z siecią lub systemami magazynowania. Dzięki temu firmy mogą obniżyć koszty zakupu energii z zewnętrznych źródeł.
- Efektywność energetyczna i zrównoważony rozwój. Poprawa efektywności energetycznej poprzez wdrożenie EMS wspiera cele związane ze zrównoważonym rozwojem oraz obniża ślad węglowy przedsiębiorstwa, co jest coraz ważniejsze z punktu widzenia społecznej odpowiedzialności biznesu.
- Strategiczne planowanie zakupu energii. EMS umożliwia lepsze zarządzanie zakupami energii, uwzględniając np. korzystniejsze taryfy godzinowe i optymalne momenty do zakupu energii. Dzięki tym rozwiązaniom przedsiębiorstwa mogą uniknąć szczytowych opłat i zoptymalizować swoje wydatki na energię.
- Łatwość integracji z istniejącą infrastrukturą. Systemy EMS są elastyczne i skalowalne, co sprawia, że mogą być wdrażane zarówno w małych, jak i dużych przedsiębiorstwach bez potrzeby kosztownej modernizacji istniejącej infrastruktury.

Dla indywidualnych użytkowników:

- Oszczędności na rachunkach za energię. Dzięki monitorowaniu zużycia i inteligentnemu zarządzaniu energią domowe systemy HEMS pomagają gospodarstwom domowym minimalizować koszty energii, np. poprzez korzystanie z urządzeń w godzinach tańszych taryf lub maksymalne zużycie energii z instalacji OZE.
- Zwiększona samowystarczalność energetyczna. HEMS pozwalają na bardziej efektywne korzystanie z przydomowych źródeł energii i systemów magazynowania, co może zwiększyć niezależność energetyczną oraz zabezpieczyć dom przed przerwami w dostawie energii.
- Łatwy dostęp do danych o zużyciu. HEMS oferują użytkownikom dokładne informacje o zużyciu energii, co pozwala lepiej zarządzać konsumpcją, a także wspiera podejmowanie decyzji o inwestycjach w nowe urządzenia lub systemy magazynowania.



- Ochrona środowiska. Korzystanie z HEMS wspiera bardziej świadome zarządzanie energią i ogranicza marnowanie energii, co przyczynia się do zmniejszenia śladu węglowego gospodarstwa domowego i promuje postawy proekologiczne.
- Komfort i automatyzacja. Domowe systemy HEMS często oferują możliwość automatycznego sterowania urządzeniami, co nie tylko poprawia komfort użytkowników, ale także zapewnia bardziej efektywne zużycie energii, dostosowując zużycie do realnych potrzeb i aktualnych warunków.

3.5.3 Kryteria lokalizacji

Dla przedsiębiorstw:

- Bliskość źródeł generacji i odbiorców. Systemy EMS najlepiej instalować w lokalizacjach blisko źródeł energii, takich jak panele fotowoltaiczne czy turbiny wiatrowe, aby efektywnie zarządzać generacją i konsumpcją. Bliskość głównych odbiorników energii (np. zakładów produkcyjnych) pozwala również na szybką i skuteczną optymalizację zużycia.
- Dostępność infrastruktury elektroenergetycznej. Lokalizacja powinna mieć dobrą infrastrukturę elektroenergetyczną (rozdzielnice, transformatory), co umożliwi szybkie przyłączenie EMS i łatwiejszą integrację z siecią.
- Strefy o dużym zużyciu energii. Systemy EMS mogą przynieść większe korzyści w lokalizacjach o dużym zapotrzebowaniu na energię (np. zakłady przemysłowe, hale magazynowe), umożliwiając lepsze zarządzanie przepływami energii i optymalizację kosztów.
- Bliskość infrastruktury magazynowania energii. W miejscach, gdzie planuje się lub istnieją magazyny energii, instalacja EMS pozwala na lepsze zarządzanie zasobami, minimalizację strat oraz stabilizację dostaw energii.
- Dostęp do sieci transmisyjnej i dystrybucyjnej. Optymalnie EMS powinno być zlokalizowane tam, gdzie można w łatwy sposób podłączyć się do sieci, umożliwiając zarządzanie przepływem energii oraz dostęp do większych możliwości przyłączeniowych.

Dla indywidualnych użytkowników:

- Dostępność lokalnych źródeł energii odnawialnej. HEMS są najefektywniejsze, gdy mogą monitorować i optymalizować produkcję z własnych źródeł energii, np. instalacji fotowoltaicznych lub turbin wiatrowych.
- Bliskość lokalnych magazynów energii. Jeśli dom posiada magazyn energii (np. baterię litowo-jonową), HEMS pozwala na optymalne zarządzanie poborem z magazynu, szczególnie w okresach wyższych cen energii lub niskiej produkcji energii z OZE.
- Dostępność infrastruktury komunikacyjnej (np. internetu). Systemy HEMS działają efektywnie dzięki bieżącemu dostępowi do danych i połączeniu z siecią. Instalacja



HEMS w lokalizacjach o stabilnym dostępie do internetu umożliwia lepsze monitorowanie i zarządzanie urządzeniami.

- Warunki techniczne budynku. Budynki przystosowane do zarządzania energią powinny mieć odpowiednią infrastrukturę wewnętrzną, taką jak systemy rozdzielcze umożliwiające dokładny monitoring i zarządzanie przepływem energii w gospodarstwie.
- Wskaźniki lokalnego zużycia energii. Wysokie zużycie energii w gospodarstwie domowym zwiększa efektywność inwestycji w HEMS. Takie systemy szczególnie poleca się dla domów o wysokim zapotrzebowaniu na energię, gdzie istnieją możliwości optymalizacji kosztów.

Kryteria: infrastruktura towarzysząca				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1	Infrastruktura techniczna	BDOT10k	2024	Bliskość linii średniego lub wysokiego napięcia do przyłączenia, dostępność i rodzaj GPZ, odległość od drogi dojazdowej/gruntowej, odległość od GPZ
2	Istniejące farmy fotowoltaiczne	Open Street Map, Ortofotomapa, zdjęcia satelitarne	2024	Wskazanie miejsc z istniejącymi farmami fotowoltaicznymi w celu wykonania instalacji hybrydowych
3	Istniejące farmy wiatrowe	Open Street Map, Ortofotomapa, zdjęcia satelitarne	2024	Wskazanie miejsc z istniejącymi farmami wiatrowymi w celu wykonania instalacji hybrydowych
4	Istniejące magazynów energii elektrycznej	Tauron Dystrybucja S.A.	2024	Uwzględnić i raportować odległość



Kryteria: infrastruktura towarzysząca				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
5	Istniejące magazynów energii elektrycznej	ENEA	2024	Uwzględnić i raportować odległość
6	Istniejące magazynów energii elektrycznej	ENERGA	2024	Uwzględnić i raportować odległość
7	Istniejące magazynów energii elektrycznej	IE.ON	2024	Uwzględnić i raportować odległość
8	Istniejące magazynów energii elektrycznej	PGE	2024	Uwzględnić i raportować odległość
9	Identyfikacja istniejącej infrastruktury przyłączeniowej	Open Street Map	2024	Uwzględnić i raportować odległość
10	Identyfikacja istniejących obiektów infrastruktury przyłączeniowej	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k)	2024	Uwzględnić i raportować odległość
11	Identyfikacja planowanej infrastruktury przyłączeniowej	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.	2024	Uwzględnić
12	Wąskie gardła przesyłowe i obszary o dużej generacji energii	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.	2024	Uwzględnić
13	Wydane warunki przyłączenia	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.	2024	Uwzględnić
14	Zabudowa mieszkaniowa	GUGiK – EGIB, BDOT10k	2024	Uwzględnienie odległości rekomendowanych w Rozdziale 3.

Tabela 4. Kryteria pomocnicze związane z wyznaczaniem lokalizacji infrastruktury towarzyszącej.



4 Instrukcje mapowania potencjału produkcji energii odnawialnej

W nawiązaniu do zapisu pkt 1.3 niniejszego dokumentu Wykonawca mapowania w swojej pracy będzie kierował się założeniami szerzej opisanymi w rozdziale 2 oraz rozdziale 3. Ponadto zgodnie z zapisami przytoczonego punktu 1.3:

„W przypadku braku dostępu do danych w ramach zasobów otwartych (open data) lub wątpliwości dotyczących wyboru źródła danych czy parametrów kalkulacyjnych mocy wytwórczej OZE, Wykonawca wystąpi do Zamawiającego z wnioskiem o konsultację. W ramach konsultacji Zamawiający wskaże alternatywne źródło danych, umożliwi dostęp do wymaganych danych lub zapewni wsparcie eksperckie. Wykonawca załączy do wyników mapowania warstwy danych dotyczące potencjału OZE dostarczone przez zainteresowane podmioty m.in. Lasy Państwowe, OSD.”

Opisane powyżej podejście pozwoli zachować aktualność i wartość merytoryczną dokumentu uwzględniając zmiany prawne oraz tworzone, nowe opracowania dot. mapowanych technologii, jak też dostęp do specjalistycznych danych.

Wykonawca mapowania zobowiązany jest uwzględnić założenia ogólne, odnoszące się do każdej technologii opisywanej w specyfikacji technicznej oraz przed przystąpieniem do mapowania przedstawić finalną listę kryteriów oceny potencjału OZE do uzgodnienia z Zamawiającym.

1. Obliczenia muszą być wykonane dla każdego rodzaju OZE osobno,
2. Należy uwzględnić specyfikę każdego rodzaju OZE,
3. Wyniki będą przedstawione w jednostkach mocy [MW] i [MWh], chyba, że w Rozdziale 2 opisano inaczej.

Dodatkowo Wykonawca mapowania w ramach przyjętego i realizowanego zlecenia:

1. powinien przedstawić metodologię obliczeń mocy wytwórczej,
2. powinien uzasadnić wybór parametrów i przyjętych założeń technicznych,
3. ma możliwość wykorzystania wszystkich lub wybranych parametrów z zaproponowanej listy; dopuszcza się wprowadzenie dodatkowych parametrów wraz z podaniem uzasadnienia.



4.1 Mapowanie potencjału energii słonecznej: fotowoltaika na lądzie

4.1.1 Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych

Kryteria: FOTOWOLTAIKA NA LĄDZIE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1	Formy ochrony przyrody według ustawy o ochronie przyrody	GDOŚ	2024	Wykluczenie form ochrony przyrody, jeżeli takie wykluczenia definiuje ustawa, wraz z buforami
2	Infrastruktura techniczna	BDOT10k, Dane operatorów energii	2024	Bliskość linii średniego lub wysokiego napięcia do przyłączenia, dostępność i rodzaj GPZ. Dla każdej instalacji PV o określonej mocy należy zachować odpowiednią odległość od Głównego Punktu Zasilania (GPZ) według zasady: maksymalnie 1 km na każdy 1 MW mocy instalacji.
3	Istniejąca i planowana lądowa fotowoltaika	Open Street Map, ortofotomapa, zdjęcia satelitarne, raporty branżowe, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A	2024	Wykluczenie terenów zajętych przez instalacje PV
4	Klasa bonitacyjna gruntów	GUGiK – EGiB	2024	Wykluczenie przydatnych rolniczo klas bonitacyjnych



Kryteria: FOTOWOLTAIKA NA LĄDZIE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
5	Lasy	BDOT10k	2024	Wykluczenie terenów zalesionych innych niż będących w zasobach Lasów Państwowych i wskazanych przez Lasy Państwowe jako warstwa uzupełniająca dla procesu mapowania
6	Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego oraz Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego	GUGiK – MPZP BIP, Urzędy gminy – Studium	1 tydzień przed mapowaniem	Kwalifikowanie terenów przyzwalających na realizację instalacji OZE lub PV
7	Moce przyłączeniowe	Operatorzy energii w Polsce (PGE, Energa, Enea, Tauron i E.ON) oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A	2024	Raportowanie informacji o dostępnych oraz przyznanych mocach przyłączeniowych dla danego GPZ. W celu uzyskania aktualnych danych, Wykonawca mapowania ma możliwość wnioskować do Zlecającego o udostępnienie danych w dyspozycji operatorów systemów przesyłowych (OSP) i operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD).
8	Powierzchnia i topografia terenu	GUGiK – NMT, NMPT		Preferowane nachylenie stoku w kierunku południowym lub płaskie
9	Rzeki i strumienie	BDOT10k	2024	Wykluczenie terenów rzek i strumieni
10	Strefa archeologiczna	BDOT10k	2024	Wykluczenie terenów chronionych kulturowo



Kryteria: FOTOWOLTAIKA NA ŁĄDZIE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
11	Tereny osuwiskowe	Państwowy Instytut Geologiczny, rejestry Starostw Powiatowych	2024	Wykluczenie terenów zagrożonych ruchami mas ziemnych
12	Tereny zalewowe	Wody Polskie	2024	Wykluczenie terenów zagrożonych powodzią raz na 10 lat i raz na 100 lat
13	Warunki nasłonecznienia	Propozycje: PVGIS, NASA POWER Data Access Viewer, Global Solar Atlas, IMGW,	2024	Wykorzystanie najbardziej optymalnych parametrów nasłonecznienia
14	Wody powierzchniowe	BDOT10k	2024	Wykluczenie wód powierzchniowych
15	Wojskowa infrastruktura krytyczna	BDOT10k	2024	Wykluczyć tereny poligonów, infrastruktury wojskowej
16	Zabudowa mieszkaniowa	GUGiK – EGiB, BDOT10k	2024	Wykluczenie istniejących i planowanych budynków mieszkalnych

Tabela 5. Kryteria oceny potencjału instalacji fotowoltaicznych na Łądzie

4.1.2 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Lista proponowanych parametrów:

- P_s – średnie nasłonecznienie [W/m^2]
- A – powierzchnia paneli słonecznych na danym terenie [m^2]
- η – sprawność paneli słonecznych [%; np. 0.15 dla 15%]
- t – czas ekspozycji na słońce w skali roku [h]

Przykład wzoru:





$$E_s = (P_s \cdot A \cdot \eta \cdot t) / 1000000$$



4.2 Mapowanie potencjału energii wiatrowej: instalacje lądowe

4.2.1 Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych

Kryteria: WIATROWE INSTALACJE LĄDOWE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1	Formy ochrony przyrody według ustawy o ochronie przyrody	GDOŚ	2024	Wykluczenie lub wykluczenie i zachowanie odpowiednich odległości od granic Parków Narodowych (zgodnie z obowiązującym prawem na moment mapowania), Rezerwatów, Obszarów Specjalnej Ochrony Natura 2000 (w których przedmiotem ochrony są nietoperze lub celem ochrony są ptaki), Parków Krajobrazowych, Obszarów Chronionego Krajobrazu, Specjalnych Obszarów Ochrony, Zespołów Przyrodniczo-Krajobrazowych oraz Pomników Przyrody, szlaki migracyjne ptaków i nietoperzy, występowanie gatunków chronionych (SFD).
2	Infrastruktura drogowa, kolejowa, tramwajowa	BDOT10k	2024	Uwzględnienie bezpośredniego dostępu do sieci drogowej oraz odległości od osi dróg samochodowych: autostrad, dróg ekspresowych, dróg głównych ruchu przyspieszonego, dróg głównych. Uwzględnienie odległości od infrastruktury kolejowej i tramwajowej.



Kryteria: WIATROWE INSTALACJE LĄDOWE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
3	Infrastruktura techniczna	BDOT10k	2024	Odległość od infrastruktury elektroenergetycznej: i) Odległość od osi linii energetycznej najwyższych napięć zgodnie z obowiązującym prawem na moment wykonywania mapowania, ii) odległość od osi linii energetycznej wysokiego napięcia, iii) odległość od GPZ wg przelicznika: 1 MW instalacji = maksymalnie 1 km od GPZ; maksymalna odległość mapowanego obszaru od GPZ to 40 km dla największych instalacji iii) wskazanie od 1 do 4 najbliższych GPZ wraz z nazwą, mocami, statusem funkcjonowania (funkcjonujący/planowany).
4	Istniejące farmy wiatrowe	Open Street Map, ortofotomapa, zdjęcia satelitarne, GUNB	2024	Wykluczenie terenów zajętych przez działające lub planowane farmy wiatrowe
5	Klasa bonitacyjna gruntów	GUGiK – EGİB	2024	Wykluczenie przydatnych rolniczo klas bonitacyjnych I, II, III.
6	Lasy	BDOT10k	2024	Z analizy należy wykluczyć tereny zalesione, tereny leśne niebędące lasami oraz aleje i szpalery drzew. Wyjątek stanowią obszary znajdujące się w zasobach Lasów Państwowych i oznaczone przez nie jako warstwa uzupełniająca dla procesu mapowania o ile taka warstwa zostanie dostarczona.



Kryteria: WIATROWE INSTALACJE LĄDOWE				
1	2	3	4	
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz	
				Odległość od terenów zalesionych zostanie ustalona na podstawie buforów określonych w Ustawie wiatrakowej. W przypadku braku takich zapisów w ustawie, odległości te zostaną określone w trakcie procedury Oceny oddziaływania na środowisko (OOS) i wydawania Decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych (DUŚ).
7	Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego oraz Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego	GUGiK – MPZP BIP, Urzędy gminy – Studium	1 tydzień przed mapowaniem	Kwalifikowanie terenów przyzwalających na realizację instalacji lądowej energetyki wiatrowej
8	Moce przyłączeniowe	Operatorzy energii w Polsce (PGE, Energa, Enea, Tauron i E.ON) oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A	2024	Raportowanie informacji o dostępnych oraz przyznanach mocach przyłączeniowych dla danego GPZ. W celu uzyskania aktualnych danych, Wykonawca Mapowania ma możliwość wnioskować do Zlecającego o udostępnienie danych w dyspozycji operatorów systemów przesyłowych (OSP) i operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD).
9	Obszary wodne	BDOT10k	2024	Wykluczenie i raportowanie odległości od wody: od brzegów rzek, brzegów jezior (naturalnych i sztucznych), stawów rybnych o powierzchni większej niż 0,1 ha, brzegów innych zbiorników i





Kryteria: WIATROWE INSTALACJE LĄDOWE			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
			cieków wodnych wykorzystywanych przez nietoperze.
10	Powierzchnia i topografia terenu	GUGiK – NMT, NMPT	Preferowane tereny płaskie
11	Tereny chronione kulturowo	BDOT10k, MPZP, Studium	2024 Wykluczenie terenów chronionych kulturowo, stref archeologicznych
12	Tereny osuwiskowe	Polski Instytut Geologiczny, rejestry Starostw Powiatowych	2024 Wykluczenie terenów zagrożonych ruchami mas ziemnych
13	Tereny zalewowe	Wody Polskie	2024 Wykluczenie terenów zagrożonych powodzią raz na 10 lat i raz na 100 lat
14	Wietrzność	Propozycje: National Renewable Energy Laboratory (NREL), Global Wind Atlas, New European Wind Atlas, Vortex, The Wind Power	2024 Wykorzystanie najbardziej optymalnych parametrów wietrzności
15	Wody powierzchniowe	BDOT10k	2024 Wykluczenie



Kryteria: WIATROWE INSTALACJE LĄDOWE				
1	2	3	4	
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych /Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz	
16 Zabudowa mieszkaniowa	GUGiK – EGiB	2024	Wykluczenie istniejącej i planowanej zabudowy mieszkaniowej wraz z buforami przewidzianymi w ustawie[38] z dnia 9 marca 2023 r. o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw. Wykluczenie budynków mieszkalnych i otoczenia. Wskazać tereny zgodnie ze scenariuszem A. obowiązującymi przepisami, tj. z buforem 700 m oraz scenariuszem B zgodnie z rozpatrywanymi zmianami odległościowymi, tj. 500 m.	

Tabela 6. Kryteria oceny potencjału energii wiatrowej na lądzie

4.2.2 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Energia wiatrowa

Lista proponowanych parametrów

- ρ – gęstość powietrza na wysokości 125 m nad poziomem morza [kg/m^3]
- A – powierzchnia łopaty wirnika [m^2 , πr^2 , gdzie r to promień wirnika]
- v – średnia prędkość wiatru na wysokości 125 m nad poziomem morza w skali roku [m/s]
- η – sprawność turbin wiatrowych [%; np. 0.50 dla 50%]
- t – czas pracy turbiny w skali roku [s]
- $f()$ – funkcja krzywej mocy dla zadanej prędkości wiatru
- n – ilość turbin na danym terenie [szt.]

Przykład wzoru (wykorzystano 5 z 7 parametrów):

$$E_w = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot \eta \cdot t \right) / 3600000000 \text{ [MWh]}$$



4.3 Mapowanie potencjału energii wiatrowej: instalacje morskie

4.3.1 Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych

Wykonawca mapowania powinien w głównej mierze bazować na danych wynikających z planowania przestrzennego i wyznaczonych w nim możliwych akwenów do lokowania MFW.

Kryteria: WIATROWE INSTALACJE MORSKIE			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1 Planowanie przestrzenne	Plan zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, wód morskich oraz wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (PZPPOM)	2024	Kwalifikowanie obszarów przeznaczonych na rozwój morskiej energetyki wiatrowej. Akweny o funkcji podstawowej „pozyskanie energii odnawialnej”
2 Sztuczne wyspy, konstrukcje i urządzenia	https://sipam.gov.pl/geoserver/SIPAM/wms/	aktualna	Układ: EPSG:4326

Tabela 7. Kryteria oceny potencjału wiatrowych instalacji morskich

4.3.2 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Nie dotyczy.

4.4 Mapowanie potencjału energii z biogazu i biometanu

Kryteria: BIOGAZOWNIE I BIOMETANOWNIE			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1 Formy ochrony przyrody według ustawy o ochronie przyrody	GDOŚ	2024	Wykluczenie form ochrony przyrody
2 Infrastruktura techniczna	BDOT10k,	2024	Kwalifikowanie teren, jeśli znajduje się w odległości nieprzekraczającej 10 kilometrów od Głównego Punktu Zasilania (GPZ) lub w odległości maksymalnie 10 kilometrów od istniejącej sieci gazowej.
3 Klasa bonitacyjna gruntów	GUGiK, starostwa powiatowe - EGİB	2024	Wykluczenie przydatnych rolniczo klas bonitacyjnych zgodnie z przepisami, w tym wyjątkami.
4 Mapa potencjału dla biometanowni	Powszechny Spis Rolny (PSR)	2020 oraz 2022-2023	Materiał pomocniczy
5 Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego	GUGiK - MPZP	Aktualność na 1 tydzień przed mapowanie m	Wykluczenie terenów zabraniających realizację instalacji OZE.
6 Moce przyłączeniowe	Operatorzy energii w Polsce (PGE, Energa, Enea, Tauron i E. ON) oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.	2024, dane za ostatni kwartał poprzedzający mapowanie	Raportowanie informacji o dostępnych oraz przyznanych mocach przyłączeniowych dla danego GPZ. W celu uzyskania aktualnych danych, Wykonawca Mapowania ma możliwość wnioskować do Zlecającego o



Kryteria: BIOGAZOWNIE I BIOMETANOWNIE				
	1	2	3	4
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
				udostępnienie danych w dyspozycji operatorów systemów przesyłowych (OSP) i operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD).
7	Nadwyżkowa słoma zbożowa w gminach	Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB)	2023 oraz 2024	Analiza potencjału podaży biomasy w 2024 r. na poziomie krajowym i regionalnym
8	Pogłowie zwierząt w gminach, ilość stad, struktura obszarowa gospodarstw	Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR)	2024	Zmapować gminy posiadające największe gospodarstwa hodowlane w podziale na trzy kategorie DJP: Kategoria I: do 210 DJP Kategoria II: 210–700 DJP Kategoria III: powyżej 700 DJP
9	Raport z wyników	Powszechny Spis Rolny (PSR)	2020 oraz dane 2022–2023	Pomocniczo do mapy potencjału dla biometanowni
10	Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR)	2024	Pomocnicze mapy potencjału technicznego biogazu i biometanu
11	Strefa archeologiczna	Dane Otwarte	2024	Wykluczenie terenów chronionych kulturowo
12	Struktura agrarna, struktura pogłowia zwierząt,	Główny Urząd Statystyczny (GUS)	2024	Informacji odnośnie szczegółowych kryteriów Udziela Zamawiający



Kryteria: BIOGAZOWNIE I BIOMETANOWNIE			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
powierzchnia zasiewów			
13 Tereny osuwiskowe	PIG-PIB, rejestry Starostw Powiatowych		Wykluczenie terenów zagrożonych ruchami mas ziemnych
14 Tereny zalewowe	Wody Polskie		Wykluczenie terenów zagrożonych powodzią raz na 10 lat, raz na 100 lat
15 Transport substratu	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Odległość transportu substratów z gminy, w której zidentyfikowano potencjał biogazowy, do gminy, gdzie zlokalizowany jest GPZ lub sieć gazowa nie może przekraczać 30 kilometrów.

Tabela 8. Kryteria oceny potencjału energii z biogazu i biometanu



4.4.1 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Energia z biogazu i biometanu

Lista proponowanych parametrów:

- n – liczba gmin [szt.]
- V_{gminy} – roczny potencjał biogazu gminy [m^3]
- LHV – wartość opałowa biogazu [MWh/m^3]
- η – sprawność instalacji przetwarzającej biogaz [%; np. 0.35 dla 35%]

Przykład wzoru:

$$E_{bg} = \sum_i^n V_{gminy} \cdot LHV \cdot \eta \quad [MWh]$$

4.5 Mapowanie potencjału energii geotermalnej

4.5.1 Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych

Kryteria: GEOTERMIA GŁĘBOKA			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1 Dane dot. infrastruktury technicznej	Dane udostępnione przez zamawiającego		Wykluczenie sieci ciepłowniczych o wyższych parametrach. Parametry sieci (zasilanie/powrót) wynoszące 90/70°C są korzystniejsze z perspektywy wykorzystania energii geotermalnej
2 Formy ochrony przyrody według Ustawy o ochronie przyrody	GDOŚ	2024	Wykluczenie form ochrony przyrody
3 Główny Użytkowy Poziom Wodonośny,	Mapy Hydrogeologiczne Polski	2024	Występowanie i hydrodynamika, wrażliwość i jakość wód

74



Kryteria: GEOTERMIA GŁĘBOKA			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
Pierwszy Poziom Wodonośny	w skali 1:50 000		
4 Granice obszarów i terenów górniczych	MIDAS PIG-PIB	2024	Wykluczenie istniejących obszarów górniczych
5 Miejskowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego	GUGiK-Krajowa Integracja Miejskowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego	Aktualność na 1 tydzień przed mapowaniem	Wykluczenie terenów zabraniających realizację instalacji OZE.
6 Osuwiska i tereny zagrożone	PIG-PIB, rejestry Starostw Powiatowych	2024	Wykluczenie terenów zagrożonych ruchami mas ziemnych
7 Składowiska odpadów	GUGiK	2024	Wykluczenie terenów które mogą bezpośrednio wpłynąć na zanieczyszczenie wód gruntowych
8 Tereny zalewowe	Wody Polskie	2024	Wykluczenie terenów, które mogą bezpośrednio wpłynąć na zanieczyszczenie wód gruntowych
9 Wody lecznicze, termalne, solanki	PIG-PIB	2023	Wykluczenie obszarów ochrony uzdrowiskowej
10 Wody powierzchniowe	GUGiK	2024	Wykluczenie wód powierzchniowych
11 Zbiorniki wód podziemnych i ich obszarów ochronnych	PIG-PIB	2024	Wykluczenie obszarów ochrony wód podziemnych



Kryteria: GEOTERMIA GŁĘBOKA			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
12 Złoża kopalin i obszarów koncesyjnych	Bank Wód Mineralnych	2023	Wykluczenie złóż kopalin wymagających szczególnej ochrony
13 Złoża surowców mineralnych	MIDAS PIG-PIB	2024	Wykluczenie obszarów występowania surowców mineralnych

Tabela 9. Kryteria oceny potencjału energii geotermalnej głębokiej

Źródła danych: GEOTERMIA GŁĘBOKA			
1	2	3	4
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie/Komentarz
1 Bilans zasobów złóż kopalin	Państwowej Służby Geologicznej, Państwowego Instytutu Geologicznego, Państwowego Instytutu Badawczego	2023	Podstawowe informacje o 14 918 złożach kopalin, ich udokumentowanych zasobach, stanie zagospodarowania oraz wielkości wydobywania.
2 Mapa gęstości ziemskiego strumienia ciepłego	www.pig.gov.pl	2009	J. Szewczyk, D. Gientka,
3 Mapa zagospodarowania wód podziemnych	https://www.pgi.gov.pl/geotermia/mapa-zagospodarowania-wod.html		
4 Otwory i punkty badawcze	PIG-PIB	2024	Lokalizacja punktów pomiarowych. Otwory i punkty badawcze
5 Pobory – baza danych	PIG-PIB	2024 co rok	Dane o poborze rejestrowanym z ujęć wód podziemnych, które mogą zmniejszyć wydajność instalacji



Źródła danych: GEOTERMIA GŁĘBOKA				
1	2	3	4	
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie/Komentarz	
6	Potencjał energetyczny i surowcowy wód termalnych i leczniczych termalnych	https://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/13366-optymalne-lokalizacje-dla-rozwoju-geotermii-na-nizu-polskim.html	2021	Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych i leczniczych termalnych w wybranych obszarach zurbanizowanych wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania
7	Temperatury oraz głębokość pokładów, mapa mineralizacji wód, mapy potencjalnych wydajności otworów wiertniczych	Atlasy geotermalne	2006–2013	Opracowanie potencjału dla technologii wykorzystania wód termalnych.

Tabela 10. Źródła danych oceny potencjału złóż geotermalnych dla energii geotermalnej głębokiej

Kryteria: GEOTERMIA PŁYTKA				
1	2	3	4	
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Komentarz/Zastosowanie	
1	Formy ochrony przyrody według ustawy o ochronie przyrody	GDOŚ	2024	Wykluczenie form ochrony przyrody
2	Główny Użytkowy Poziom Wodonośny, Pierwszy Poziom Wodonośny	Mapy Hydrogeologiczne Polski w skali 1:50 000	2024	Występowanie i hydrodynamika, wrażliwość i jakość wód
3	Granice obszarów i terenów górniczych	MIDAS PIG-PIB	2024	Wykluczenie istniejących obszarów górniczych





Kryteria: GEOTERMIA PŁYTKA				
1	2	3	4	
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Komentarz/Zastosowanie	
4 Granice zbiorników wód podziemnych i ich obszarów ochronnych	PIG-PIB	2024	Wykluczenie obszarów ochrony wód podziemnych	
5 Granice złóż kopalin i obszarów koncesyjnych	Bank Wód Mineralnych	2023	Wykluczenie złóż kopalin wymagających szczególnej ochrony	
6 Instrukcja wykonywania map potencjału i uwarunkowań środowiskowych geotermii niskotemperaturowej.	PIG-PIB	2023	Kwalifikowanie terenów wyznaczonych w ramach map potencjału geotermii niskotemperaturowej. http://geoportal.pgi.gov.pl/css/atlas_y_gi/images/publikacje/mpgn-instrukcja.pdf oraz http://geoportal.pgi.gov.pl/css/atlas_y_gi/images/publikacje/mpgn-instrukcja-zalaczniki.pdf	
7 Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego	GUGiK	Aktualność na 1 tydzień przed mapowaniem	Wykluczenie terenów zabraniających realizację instalacji OZE	
8 Mokradła	Instytut Melioracji i Użytków Zielonych	2024	Wykluczenie terenów podmokłych	
9 Osuwiska i tereny zagrożone	PIG-PIB, rejestry Starostw Powiatowych	2024	Wykluczenie terenów zagrożonych ruchami mas ziemnych	
10 Składowiska odpadów oraz hałdy	GUGiK, https://geologia.pgi.gov.pl/haldy/ oraz MPZP, SUIKZP	2024	Wykluczenie terenów, które mogą bezpośrednio wpłynąć na zanieczyszczenie wód gruntowych	
11 Tereny zalewowe	Wody Polskie	2024	Wykluczenie terenów, które mogą bezpośrednio	

Kryteria: GEOTERMIA PŁYTKA			
1	2	3	4
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Komentarz/Zastosowanie
			wpłynąć na zanieczyszczenie wód gruntowych
12 Wody lecznicze, termalne, solanki	PIG-PIB	2023	Wykluczenie obszarów ochrony uzdrowiskowej
13 Wody powierzchniowe	GUGiK	2024	Wykluczenie wód powierzchniowych
14 Zabudowa mieszkaniowa	GUGiK	2024	Wykluczenie gęstej zabudowy mieszkaniowej która nie pozwoli na wykonanie głębokich odwiertów
15 Zainstalowane GPC	PIG-PIB – geotermia	2024	Istniejące instalacje geotermalne w sąsiedztwie mogące zmniejszyć wydajność instalacji
16 Złoża surowców mineralnych	MIDAS PIG-PIB	2024	

Tabela 11. Kryteria oceny potencjału energii geotermalnej płytkiej

Źródła danych: GEOTERMIA PŁYTKA			
1	2	3	5
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie /Komentarz
1 Energia geotermalna dla rozwoju transgranicznego Regionu Nysy	PIG-PIB + LFULG.	2014	projekt TransGeoTherm – mapy potencjału geotermii płytkiej dla obszaru transgranicznego Nysy (Zgorzelec / Goerlitz) https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22756/documents/30951



Źródła danych: GEOTERMIA PŁYTKA				
1	2	3	5	
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie /Komentarz	
2	Geotermia	https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/?page=Geotermia	2024	
3	Gęstość strumienia cieplnego	Artykuł: Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach Autorzy <u>Szewczyk J.</u> , <u>Gientka D.</u>	2009	Mapa gęstości strumienia cieplnego na obszarze Polski. Opracowanie potencjału dla technologii HDR i EGS
4	Mapa potencjału płytkiej geotermii	PIG-PIB + AGH + konsorcjum międzynarodowe		Projekt Interreg GeoPlasma CE – obszar Krakowa oraz Wałbrzych; https://msip.um.krakow.pl/kompozycje/?config=config_geoplasma-ce.json https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/walbrzych-broumov
5	MPGN – mapa możliwości wykonania otworowych wymienników ciepła z uwzględnieniem uwarunkowań środowiskowych	PIG-PIB – geotermia	2024	Dodatek do map MPGN mapa możliwości wykonania otworowych wymienników ciepła z uwzględnieniem uwarunkowań środowiskowych. Opracowana dla wybranych miast w Polsce na podstawie warunków środowiskowych pozwalających na lokalizację GPC, warunkową lokalizację lub przeciwwskazania. Mogą służyć jako wzór do opracowania mapy dla całej Polski.



Źródła danych: GEOTERMIA PŁYTKA				
1	2	3	5	
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie /Komentarz	
6	MPGN – przewodność termiczna [W/m*K] do głębokości 100 m. . p.p.t.	PIG-PIB – geotermia	2024	Otworki hydrogeologiczne. Profile otworów z bazy CBDH są podstawą do opracowania przewidywanego profilu geologicznego w projekcie robót geologicznych. Warstwa ta jest opracowana na podstawie 14 011 otworów z bazy CBDH przeliczonych na potencjał geotermalny wyrażony średnią efektywną przewodnością cieplną na podstawie wytycznych PORT PC. Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła. Część 1. Dolne źródła ciepła, Wydanie 1. Kraków 2013.
7	Przewodność termiczna	PIG-PIB – geotermia	2024	MPGN – przewodność termiczna; Punktowa mapa potencjału geotermii płytkiej
8	Wilgotności gruntów mineralnych	“Wpływ wilgotności gruntów mineralnych na wartość efektywnej przewodności termicznej na podstawie wyników pomiarów laboratoryjnych” A. Łukawska	2020	Wyniki laboratoryjnych pomiarów Przewodności termicznej różnych typów gruntów spoistych i niespoistych (próbki formowane). Przewodność termiczna różnych typów gruntów.





Źródła danych: GEOTERMIA PŁYTKA			
1	2	3	5
Źródło	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie /Komentarz
9 Mapa zagospodarowania wód podziemnych	PIG-PIB	2021	Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce - Obszary perspektywiczne dla ujmowania wód. Lokalizacja złóż leczniczych termalnych i solanek. Potencjalna lokalizacja ujmowania źródeł geotermalnych, wód mineralnych

Tabela 12. Źródła danych oceny potencjału złóż geotermalnych dla energii geotermalnej płytkiej

W kontekście mapowania potencjału geotermii, Wykonawca Mapowania zwróci uwagę, że:

1. Geotermalne warstwy informacyjne powstały na podstawie numerycznego modelowania 3D oraz analiz przestrzennych GIS. Wyniki tych prac przedstawione w postaci map i warstw informacyjnych są rezultatem obliczeń geostatystycznych i z założenia nie zawsze są tożsame z warunkami rzeczywistymi. PIG-PIB nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie ewentualne straty i utracone korzyści, wynikające z korzystania z udostępnianych informacji.
2. Dane z projektu Mapa Potencjału Geotermii Niskotemperaturowej (MPGN) mogą podlegać bieżącej aktualizacji. Wynika to z napływu nowych danych geologicznych, optymalizacji algorytmów obliczeniowych oraz harmonizacji nowo powstających arkuszy map z już istniejącymi arkuszami sąsiadującymi.
3. Wykorzystywanie map potencjału geotermii niskotemperaturowej nie zwalnia z formalno-prawnego obowiązku sporządzenia projektu robót geologicznych wykonywanych w celu pozyskiwania ciepła Ziemi (PRG) oraz powykonawczej dokumentacji geologicznej.
4. Pełen obraz czynników wpływających na wydajność energetyczną otworowych wymienników ciepła (OWC) powinien zostać opracowany przez uprawnionego geologa projektującego i dokumentującego dolne źródło systemu gruntowych pomp ciepła. W PRG należy m.in. określić przewidywane profile OWC oraz opisać i uzasadnić ich liczbę oraz uzyskaną moc instalacji w kW. Należy również opracować projekt geologiczno-techniczny OWC, czyli przewidywaną konstrukcję otworów



wiertniczych. Poprawnie wykonany PRG pozwala na zapewnienie odpowiedniego zapasu mocy cieplnej i chłodniczej wykonanych instalacji OWC. Należy zaznaczyć, że mapy potencjału geotermii niskotemperaturowej powstają na podstawie numerycznego modelowania 3D oraz analiz przestrzennych GIS. Wyniki tych prac przedstawione w postaci map i warstw informacyjnych są rezultatem obliczeń geostatystycznych i z założenia stanowią wyłącznie przybliżony obraz warunków rzeczywistych i, co za tym idzie, nie zastępują one szczegółowej, lokalnej analizy prowadzonej dla rozpatrywanej inwestycji (lokalizacji) na etapie projektowania robót geologicznych

i sporządzania PRG.

5. Szczegóły na: http://geoportal.pgi.gov.pl/css/atlas_y_gi/images/publikacje/mpgn-instrukcja.pdf

4.5.2 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Lista proponowanych parametrów:

- m – strumień masy wody/medium termicznego [kg/s]
- c_p – ciepło właściwe medium [J/kg·K]
- ΔT – różnica temperatur między źródłem geotermalnym a otoczeniem [K lub °C]
- η – sprawność systemu geotermalnego [%; np. 0.15 dla 15%]
- t – czas pracy systemu w skali roku [s]

Przykład wzoru:

$$E_g = (m \cdot c_p \cdot \Delta T \cdot \eta \cdot t) / 3600000000 \quad [\text{MWh}]$$

4.6 Mapowanie potencjału energii wodnej

4.6.1 Kryteria oceny potencjału oraz źródła danych

Kryteria: ENERGIA WODNA				
	1	2	3	5
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
1	Budowle hydrotechniczne	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) oraz administrator cieku.	2024	Uwzględnienie budowli hydrotechnicznych (jaz ruchomy lub zastawka piętrząca, jaz stały, śluza, zapora)
2	Gatunki chronione	Standardowe Formularze Danych, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska	2024	Wykluczenie terenów występowania gatunków chronionych całkowicie i częściowo za wyjątkiem istniejących budowli (budowa przyjazowych elektrowni wodnych przy już istniejących obiektach) potencjalnie poprawiających stan i potencjał ekologiczny
3	Infrastruktura techniczna	BDOT10k, Dane operatorów energii	2024	Uwzględnić i raportować odległość do linii średniego lub wysokiego napięcia do przyłączenia, dostępność i rodzaj GPZ.
4	Istniejące hydroelektrownie	Urząd Regulacji Energetyki,	2024	Wykaz istniejących elektrowni wodnych



Kryteria: ENERGIA WODNA			
1	2	3	5
Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
	Małe Elektrownie Wodne s.c., European Renewable Energies Federation (RESTOR Hydro Map), baza danych Wód Polskich z kwartalnych oświadczeń z wydziałów Energetyki i wydziałów współpracy z użytkownikami wód Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.		
5 Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego	GUGiK	Aktualność na 1 tydzień przed mapowaniem	Identyfikacja w pierwszej kolejności planów z przeznaczeniem terenu pod elektrownie wodne. Nie wyklucza to jednak z procesu mapowania terenów bez odpowiednich zapisów w MPZP dotyczących hydroelektrowni.



Kryteria: ENERGIA WODNA				
	1	2	3	5
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /Komentarz
6	Moce przyłączeniowe	Operatorzy energii w Polsce (PGE, Energa, Enea, Tauron i E. ON) oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A	2024	Raportowanie informacji o dostępnych oraz przyznanych mocach przyłączeniowych dla danego GPZ. W celu uzyskania aktualnych danych, Wykonawca mapowania ma możliwość wnioskować do Zlecającego o udostępnienie danych w dyspozycji operatorów systemów przesyłowych (OSP) i operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD).
7	Numeryczny Model Terenu (NMT)	Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK)	aktualny	Wyznaczenie najkorzystniejszych lokalizacji spadu niwelacyjnego. Odczyt powinien być weryfikowany w stosunku do lokalizacji najbliższego wodowskazu. Jeżeli na cieku jest brak wodowskazu odczyty powinny być weryfikowane w stosunku do pory roku i obszaru zlewu.



Kryteria: ENERGIA WODNA				
	1	2	3	5
	Kryteria oceny potencjału do uwzględnienia w procesie mapowania (alfabetycznie)	Źródło danych (Warstwy danych/Raporty)	Wymagana aktualność danych	Zastosowanie parametru /komentarz
8	Obiekty topograficzne	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k)	2024	Uwzględnienie istniejących obiektów topograficznych kolidujących z możliwością budowy hydroelektrowni
9	Przepływ wody [m ³ /s]; Lokalizacje stacji hydrologicznych	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB)	do 2024	Wyznaczenie lokalizacji o największym przepływie wody sezonowym i wieloletnim. W pierwszej kolejności zaleca się rozpatrywać lokalizacje z już istniejącą infrastrukturą. Należy skupić się na poszukiwaniu lokalizacji o najmniejszej ingerencji w środowisko naturalne.
10	Sieć wodna	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (MPHP10k)	2024	Identyfikacja sieci wodnej (rzek)

Tabela 13. Kryteria oceny potencjału energii wodnej

4.6.2 Parametry kalkulacji potencjału wytwórczego

Lista proponowanych parametrów:

- η – sprawność elektrowni wodnej [%, np. 0.8 dla 80%]
- ρ – gęstość wody [kg/m^3]
- g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2]
- h – różnica wysokości [m]
- Q – przepływ wody [m^3/s]
- t – czas pracy systemu w skali roku [s]

Przykład wzoru:

$$E_w = (\eta \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot Q \cdot t) / 3600000000 \quad [\text{MWh}]$$

5 Aspekty techniczne mapowania potencjału produkcji energii odnawialnej

5.1 Wymogi techniczne dla mapy zasobów

Odpowiednie przygotowanie danych jest kluczowe dla zapewnienia zgodności z przepisami, standardami oraz technologicznymi wymaganiami systemu Geoportal (www.geoportal.gov.pl). Rozdział ten opisuje szczegółowe wytyczne dotyczące usług udostępniania danych, formatów plików, a także procedur ich weryfikacji i walidacji przed publikacją w zasobach Geoportalu. Celem jest zapewnienie spójności, łatwej dostępności i przydatności dla użytkowników infrastruktury informacji przestrzennej.

5.1.1 Dostępność cyfrowa i możliwość zintegrowania z geoportal.gov.pl

Aby warstwa danych była możliwa do zintegrowania z Geoportalem[39], powinna spełniać określone standardy i formaty zgodne z infrastrukturą informacji przestrzennej. Zazwyczaj oznacza to, że dane powinny być przygotowane w formacie zgodnym z usługami sieciowymi, takimi jak WMS (Web Map Service), WMTS (Web Map Tile Service) lub WFS (Web Feature Service). Dodatkowo, dane powinny być georeferencyjne i zgodne z obowiązującymi standardami geodezyjnymi i kartograficznymi.

Szczegółowe informacje na temat wymagań i sposobów integracji danych z Geoportalem można znaleźć w sekcji dotyczącej usług sieciowych na stronie Geoportalu[40]. Poniżej znajduje się omówienie usług rekomendowanych dla danych geoprzestrzennych.

a) Usługi przeglądania WMS i WMTS

Web Map Service (WMS) to międzynarodowy standard udostępniania danych przestrzennych w postaci rastrowej. W zapytaniu do serwera WMS podaje się parametry

88



mapy (m.in. żądane warstwy, obszar geograficzny, układ współrzędnych). W odpowiedzi przesyłany jest obraz mapy (np. w formacie JPEG, PNG, GIF), wygenerowany przez serwer na podstawie danych zawartych w bazach danych przestrzennych lub plikach do transferu danych geograficznych. Standardy techniczne dostępne są na stronie OGC[41].

Web Map Tile Service (WMTS) to międzynarodowy standard udostępniania danych przestrzennych w postaci rastrowych, predefiniowanych fragmentów mapy – tzw. kafli. WMTS dzieli mapę na kafelki na podstawie poziomu powiększenia i zasięgu mapy. Te z kolei są przechowywane na serwerze i można uzyskać do nich dostęp za pośrednictwem klienta lub przeglądarki internetowej. Zastosowanie takiego rozwiązania przyspiesza odpowiedź usługi na zapytanie użytkownika o fragment mapy, ponieważ zwracana jest już wcześniej przygotowana grafika (w przeciwieństwie do usługi WMS, która generuje plik graficzny każdorazowo po otrzymaniu takiego zlecenia). Standardy techniczne dostępne są na stronie OGC[42].

b) Usługa pobierania WFS

Usługa WFS (Web Feature Service) służy do pobierania danych w postaci wektorowej, na podstawie kryteriów zdefiniowanych przez użytkownika. Dzięki WFS użytkownicy mogą pobierać dane geograficzne (np. punkty, linie, poligony) i pracować na nich bezpośrednio w swoich aplikacjach GIS (Geographic Information System). Formatem służącym do przekazywania danych zazwyczaj jest Geography Markup Language (GML). Międzynarodowe standardy techniczne dostępne są na stronie OGC[43].

c) Usługa pobierania WCS

WCS (Web Coverage Service) jest usługą pobierania danych przestrzennych, zapisanych w modelu rastrowym. Wykorzystując usługę WCS użytkownik pobiera dane w postaci rastra – siatki pikseli, gdzie każdy z nich może mieć pewną wartość atrybutu. Międzynarodowe standardy techniczne dostępne są na stronie OGC[44].

d) Usługa pobierania ATOM

Usługa ATOM w kontekście geoinformacji to standard opracowany przez OGC[45], który umożliwia łatwe udostępnianie danych przestrzennych w formie katalogów lub zbiorów danych. ATOM został zaadaptowany do tworzenia kanałów zawierających metadane oraz odnośniki do konkretnych danych przestrzennych (np. warstw WFS, WCS czy WMS). Standard ATOM jest wykorzystywany głównie do dystrybucji metadanych i linków do zasobów danych przestrzennych w sposób, który jest czytelny zarówno dla maszyn, jak i ludzi. Usługa ATOM służy do pobierania predefiniowanych zestawów (lub elementów zestawów) danych, bez potrzeby definiowania parametrów zbiorów przez użytkownika. Predefiniowany zestaw danych lub wcześniej wydzielona część zestawu danych jest pobierana w całości bez możliwości zmiany zawartości, kodowania czy układu współrzędnych. W celu ułatwienia interakcji z usługami ATOM, w Geoportalu udostępniono prototyp aplikacji klienta usług ATOM [46].

e) Usługa API

Usługa API jest to biblioteka javascript umożliwiającą osadzenie mapy na stronie html oraz wywołanie funkcji pozwalającej na wyszukanie lokalizacji punktu adresowego na podstawie danych adresowych lub bezpośrednio wskazanie lokalizacji punktu o zadanych



współrzędnych i wyróżnienie go na mapie w postaci markera/pinezki wraz z wyświetleniem informacji tekstowej w dymku. Sposób użycia biblioteki wraz z przykładami użycia Geoportal opisuje na stronie [47] oraz w załączonym dokumencie Dokumentacja usługi API v 1.06 [48].

f) Usługa INSPIRE

Usługi sieciowe INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) [49] udostępniają zharmonizowane dane przestrzenne przygotowane w modelach danych wymaganych przez Komisję Europejską. Interfejsy usług sieciowych INSPIRE zostały opisane w specyfikacjach technicznych, np. dla usług przeglądania (WMS, WMTS) [50] i pobierania (WFS, ATOM)[51].

Możliwość integracji zapewnia przygotowanie warstwy danych jako przynajmniej jedna z wymienionych usług. Wybór odpowiedniej metody zależy od specyfiki danych oraz celu, jaki autor chce osiągnąć.

Dla integracji z modułem mapowym Geoportalu niezbędne jest udostępnienie danych za pośrednictwem usług sieciowych przeglądania WMS lub WMTS. Usługi muszą wspierać widoczność w układzie współrzędnych EPSG:2180, który jest podstawowym układem współrzędnych dla map Geoportalu. W przypadku usługi WMTS konieczne jest przygotowanie tzw. kafli w w/w układzie, a także zastosowanie odpowiednich poziomów skali. W sekcji Edukacja, Geoportal oferuje dokument omawiający możliwości integracji z usługami danych przestrzennych. [64]

5.1.2 Walidacja danych

Walidacja publikowanych danych przestrzennych może odbywać się za pomocą zestawu standardów, narzędzi i procesów mających na celu zapewnienie zgodności z wymaganiami technicznymi oraz jakościowymi. Dokładne procedury walidacji mogą zależeć od rodzaju danych i specyfikacji technicznych. W procesie tym można wydzielić kilka kluczowych etapów:

1. Walidacja metadanych[52]

Geoportal sprawdza zgodność metadanych z wymaganiami INSPIRE oraz innymi międzynarodowymi standardami. Walidacja obejmuje:

- obecność wymaganych pól: np. tytuł, opis, zasięg przestrzenny, skala, prawa dostępu,
- zgodność formatów: metadane muszą być dostarczone w odpowiednich standardach, np. XML z użyciem schematu INSPIRE,
- poprawność referencji: np. zgodność z systemami odniesienia (WGS 84 (EPSG:4326) dla INSPIRE).

2. Walidacja danych przestrzennych [53, 54]

Geoportal przeprowadza kontrolę jakości danych przestrzennych w celu wykrycia błędów topologicznych i zapewnienia zgodności z modelem danych. Proces ten może obejmować:



- sprawdzanie integralności geometrii: np. brak samoprzecięć, poprawne poligony,
- zgodność atrybutów z modelem danych INSPIRE: dane muszą być reprezentowane zgodnie z wymaganymi specyfikacjami tematycznymi,
- format danych: np. walidacja plików w GML, GeoJSON lub innym wymaganym formacie.

3. Walidacja usług sieciowych [53]

Publikowane usługi (WMS, WMTS, WFS, WCS) są weryfikowane pod kątem:

- zgodności z OGC: np. poprawność odpowiedzi serwera na zapytania GetCapabilities,
- dostępności i wydajności: np. testy czasów odpowiedzi i dostępności usług,
- poprawności stylizacji (w przypadku usług przeglądania WMS, WMTS): zgodność z ustalonymi symbolami i paletami kolorów.

4. Procedury manualne i ocena ekspercka

Można przeprowadzić ręczne kontrole przez specjalistów, którzy oceniają:

- zgodność danych z ich opisem w metadanych,
- sensowność i jakość informacji przestrzennej.

5. Walidacja ciągła

Publikacja danych nie kończy procesu walidacji. Geoportal może regularnie sprawdzać dane pod kątem:

- aktualności,
- stabilności usług sieciowych,
- dostosowania do nowych wymagań technicznych.

5.1.3 Integracja z procedurami planistycznymi

Publikowanie i udostępnianie danych przestrzennych w sposób standardowy i interoperacyjny sprawia, że są one łatwo włączane do systemów planistycznych, zapewniając ich dostępność dla wszystkich zainteresowanych. Wyzwania w tym procesie to:

- Integracja różnych źródeł danych. Wiele danych przestrzennych pochodzi z różnych źródeł i może mieć różne formaty. Kluczowe jest zapewnienie ich kompatybilności i łatwości w integracji.
- Aktualność danych. Planowanie na podstawie danych przestrzennych wymaga ciągłego ich aktualizowania, aby decyzje były oparte na najnowszych informacjach.
- Złożoność analiz przestrzennych. Przeprowadzanie analiz przestrzennych w kontekście planowania wymaga zaawansowanego przetwarzania danych, a także wiedzy specjalistycznej w zakresie modelowania przestrzennego.

Preferowane formaty danych przestrzennych:

A: Formaty wektorowe:

Shapefile (ESRI Shapefile)	.shp, .shx, .dbf (obowiązkowe) .prj, .sbn, .sbx, .fbn, .fbx, .ain, .aih, .ixs, .mxs, .atx, .shp.xml, .cgp, .qix (opcjonalne)
GeoJSON (JavaScript Object Notation with Geographical features)	.geojson
TopoJSON (JavaScript Object Notation with geospatial Topology)	.json, .topojson
GML (Geography Markup Language)	.gml
KML (Keyhole Markup Language), KMZ (Keyhole Markup Language Zipped)	.kml, .kmz
DXF (Drawing Exchange Format), DWG (Drawing AutoCAD)	.dxf, .dwg
SVG (Scalable Vector Graphics)	.svg

Tabela 13. Formaty wektorowe.

B. Formaty rastrowe:

GeoTIFF (Tagged Image File Format with Georeferencing)	.tif, .tiff
JPEG2000 (Joint Photographic Experts Group from 1997–2000)	.jp2
PNG (Portable Network Graphics), JPG (Joint Photographic Experts Group)	.png, .jpg, .jpeg
BIL (Band Interleaved by Line), BIP (Band Interleaved by Pixel), BSQ (Band Sequential)	.bil, .bip, .bsq

Tabela 14. Formaty rastrowe

Bazy danych przestrzennych:

PostGIS	rozszerzenie dla PostgreSQL
SQLite, Spatialite	
GeoPackage	.gpkg

Tabela 15. Bazy danych przestrzennych

Formaty wymiany danych:

CSV (Comma Separated Values)	.csv
XML (Extensible Markup Language)	.xml

Tabela 16. Formaty wymiany danych

W zależności od wybranej usługi serwowania danych, należy wybrać kompatybilne formaty udostępniania danych przestrzennych.

5.1.4 Harmonogram aktualizacji

Aktualizacja warstw danych w Geoportalu często zależy od typu danych oraz źródeł, z których pochodzą. Różne typy danych mogą mieć różne źródła i harmonogramy aktualizacji, które są ustalane na podstawie dostępności nowych danych, zmian w infrastrukturze geodezyjnej, czy też decyzji administracyjnych. Na przykład, dane dotyczące granic administracyjnych mogą być aktualizowane w oparciu o zmiany prawne, podczas gdy dane topograficzne mogą być aktualizowane na podstawie nowych pomiarów geodezyjnych. Główne zasoby danych, takie jak ewidencja gruntów i budynków (EGiB), uzbrojenie terenu (GESUT), czy bazy danych topograficznych (BDOT), są aktualizowane w różnym tempie, w zależności od działań organów odpowiedzialnych za ich prowadzenie i utrzymanie. Każda warstwa danych może mieć swoje specyficzne wymagania i procedury aktualizacji. W przypadku danych przestrzennych aktualizacje są zazwyczaj prowadzone etapowo, aby uwzględnić nowe dane zebrane przez lokalne jednostki administracyjne i inne instytucje zajmujące się geodezją i kartografią.

Wykonawca mapowania powinien określić harmonogram aktualizacji dla każdej z warstw, bazując na zasilających je danych źródłowych.



5.2 Rozwój warstw danych

Rozwój warstw danych w Geoportalu to proces dynamiczny, którego celem jest nieustanne wzbogacanie i aktualizacja zasobów informacji przestrzennej. W rozdziale omówione zostaną kluczowe aspekty związane z oceną jakości i wiarygodności danych, integracją nowych źródeł oraz wprowadzaniem technologicznych ulepszeń.

5.2.1 Jakość i wiarygodność danych

Geoportal może określać stopień jakości i wiarygodności danych poprzez różne metody i standardy, które są stosowane w procesie zbierania, przetwarzania i udostępniania danych. Poniżej kilka punktów mających na celu ocenę jakości i wiarygodności danych:

1. Źródła danych. Dane pochodzące z wiarygodnych i oficjalnych źródeł, takich jak instytucje rządowe czy agencje geodezyjne, powszechnie uznawane są za bardziej wiarygodne.
2. Standardy techniczne. Stosowanie międzynarodowych standardów, takich jak te opracowane przez Open Geospatial Consortium (OGC), pomaga w zapewnieniu jakości danych.
3. Procesy walidacji. Dane mogą być poddawane procesom walidacji, które sprawdzają ich zgodność z określonymi standardami i wymaganiami.
4. Aktualizacje i przeglądy. Regularne aktualizacje i przeglądy danych mogą pomóc w utrzymaniu ich aktualności i dokładności.
5. Metadane. Geoportal może udostępniać metadane, które zawierają informacje o pochodzeniu, dacie pozyskania, dokładności i innych aspektach jakości danych.

4.2.2 Kompletność danych

Geoportal stara się zapewnić jak najwyższą jakość i kompletność danych, jednak wciąż mogą wystąpić sytuacje, w których są one niepełne. W przypadku niekompletnych danych na mapach Geoportalu, zastosowanie znajdują różne wizualne wskazówki. Oto kilka sposobów na zobrazowanie takich sytuacji:

1. Przerwy w danych. Na mapie mogą być widoczne przerwy lub luki w danych, które wskazują na brakujące informacje.
2. Inne kolory lub symbole. Niekompletne dane mogą być oznaczone innymi kolorami lub symbolami.
3. Komunikaty informacyjne. W niektórych przypadkach, po najechaniu kursorem na obszar z brakującymi danymi, może pojawić się odpowiedni komunikat informacyjny.
4. Warstwa informacyjna. Geoportal może również udostępniać dodatkową warstwę informacyjną zawierającą szczegóły dotyczące statusu danych.



Dane źródłowe potrzebne do zbudowania mapy mogą wymagać osobnego przetworzenia, aby ich format stał się odpowiedni dla zasilenia zasobów Geoportalu. W takich przypadkach należy:

- ocenić możliwości przetwarzania danych,
- zaproponować metodę dla dokonania takiej operacji,
- przetworzyć dane do odpowiedniego formatu,
- dokonać walidacji zbioru.

6 Wymagania dokumentacyjne

6.1 Dokumentacja procesu przygotowania danych

Wymagania:

1. Źródła danych. Wykonawca musi wskazać konkretne źródła danych wykorzystywanych do tworzenia mapy. Należy także wskazać metodologię ich pozyskiwania.
2. Dokumentacja metodyki. Wymagane jest przedstawienie szczegółowej metodyki zbierania, przetwarzania i przygotowywania danych (np. wykorzystanie narzędzi GIS, metod analizy przestrzennej).
3. Aktualność danych. Wykonawca ma obowiązek wskazania daty pochodzenia danych i ich częstotliwości aktualizacji, by zapewnić, że wykorzystane informacje są aktualne i odpowiednie do wykonania zadania.
4. Dokumentowanie zmian. Wszelkie zmiany w procesie zbierania i przetwarzania danych muszą być szczegółowo dokumentowane. Każda aktualizacja danych powinna być rejestrowana, a zmiany powinny być opisywane.

6.2 Dokumentacja procesu mapowania

Wymagania:

1. Metodyka mapowania. Wykonawca ma obowiązek dostarczenia szczegółowego opisu metodologii stosowanej w procesie mapowania terenów, w tym kryteriów wyboru obszarów oraz użytych narzędzi GIS i innych technologii.
2. Kroki procesu mapowania. Proces mapowania powinien być dokładnie opisany w kontekście wszystkich etapów, w tym:
 - wstępne badanie danych (np. klasyfikacja gruntów, uwarunkowania geograficzne),
 - wykorzystanie modeli numerycznych (np. do oceny charakterystyki OZE),
 - weryfikacja wyników (np. poprzez porównanie z danymi terenowymi).



3. Wykorzystane technologie. Wymagane jest szczegółowe opisanie użytych technologii, takich jak oprogramowanie GIS, systemy informacji geograficznej, a także algorytmy do analizy danych przestrzennych.
4. Dokumentowanie założeń. Wszystkie założenia, które przyjęto przy mapowaniu, takie jak rozdzielczość danych, zakres czasowy czy uwarunkowania geograficzne, muszą być udokumentowane i uzasadnione.

6.3 Dokumentacja dla mapy zasobów

Wymagania:

1. Prezentacja danych. Wykonawca powinien opracować dokładną dokumentację dotyczącą wizualizacji mapy zasobów, w tym powinny zawierać się:
 - skala mapy, legenda, jednostki miary,
 - wykorzystywanie różnych warstw danych,
 - technologia prezentacji wyników (np. interaktywne mapy online, dostępne formaty plików),
 - wartości zasobów OZE. Dokumentacja powinna zawierać informacje o sposobie obliczania wartości zasobów OZE, wraz z uzasadnieniem metodologicznym dla każdej infrastruktury.
2. Porównanie wyników. Mapy zasobów powinny być porównywalne między różnymi obszarami, by umożliwić ocenę ich potencjału względem innych terenów pod względem efektywności wytwarzania energii.

6.4 Dokumentacja rezultatów

Wymagania:

1. Tabela wyników dla każdej technologii. Wykonawca ma dostarczyć szczegółowe tabele z wynikami oceny potencjału dla każdej z rozważanych technologii OZE, z uwzględnieniem poszczególnych parametrów (np. średnia moc, powierzchnia).
2. Analiza wyników. Tabele powinny być poprzedzone krótką analizą wyników, wskazującą mocne i słabe strony poszczególnych technologii na danym obszarze.
3. Porównanie scenariuszy. Dokumentacja powinna obejmować także porównanie wyników uzyskanych z różnych scenariuszy (np. w zależności od sezonu, lokalizacji, infrastruktury).
4. Wizualizacja wyników. Wszystkie wyniki muszą być odpowiednio przedstawione w formie tabel, wykresów, map, aby ułatwić ich interpretację przez decydentów.



6.5 Bezpieczeństwo danych

Wymagania:

1. Ochrona danych wrażliwych. Wykonawca zapewni kompleksową ochronę danych wrażliwych, w szczególności dotyczących własności gruntów, infrastruktury krytycznej oraz danych osobowych. W ramach zabezpieczeń Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania wymogów RODO w zakresie przetwarzania danych osobowych oraz wdrożenia technicznych środków bezpieczeństwa. Obejmują one szyfrowanie danych podczas przesyłania i przechowywania, stosowanie bezpiecznych protokołów komunikacji (SSL), wykorzystanie sieci VPN, implementację uwierzytelniania dwuskładnikowego oraz zabezpieczenie dostępu do systemów i baz danych.
2. Zgodność z regulacjami prawnymi. Wszystkie procesy związane z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i przechowywaniem danych muszą być zgodne z obowiązującymi przepisami krajowymi i unijnymi, w tym z RODO, ustawą o ochronie danych osobowych oraz innymi regulacjami dotyczącymi ochrony środowiska i zarządzania danymi geograficznymi. Wykonawca powinien przygotować raporty zgodności, które będą stanowiły dowód, że wszystkie procesy spełniają wymagania prawne dotyczące ochrony danych.
3. Dostępność i kontrola dostępu. Wykonawca powinien zapewnić, że tylko uprawnione osoby mają dostęp do danych. Każdy dostęp powinien być monitorowany, rejestrowany i kontrolowany. Określone powinny być role i uprawnienia użytkowników, a także procedury dostępu do różnych typów danych. Należy zapewnić mechanizmy audytu dostępu (np. logowanie wszystkich prób dostępu, generowanie raportów z aktywności użytkowników) oraz zapewnić audyt wewnętrzny w celu wykrywania i eliminowania nieautoryzowanego dostępu.
4. Audyt i monitoring. Wykonawca powinien zrealizować system audytu oraz monitoringu procesów związanych z przechowywaniem i przetwarzaniem danych, aby zapewnić ich integralność. Wykonawca powinien określić częstotliwość przeprowadzania audytów bezpieczeństwa danych oraz wskazać odpowiedzialne osoby za monitorowanie tych procesów.

6.6 Standardy i dobre praktyki

Niniejszy rozdział w punktach przytacza najważniejsze aspekty [55, 56, 57] dobrze stworzonej dokumentacji technicznej.

1. Prostota: Żargon charakterystyczny dla danej branży, terminy oraz pojęcia muszą być opisane tak, aby rozumiały je wszystkie osoby zaangażowane w projekt. Dobrym rozwiązaniem będzie przygotowanie glosariusza.



2. Zwięzłość: Dokumentacja techniczna powinna być jak instrukcja obsługi – konkretna, czytelna, rozwiewać wątpliwości, prowadzić użytkownika krok po kroku. Jej zawartość powinna zostać opisana w możliwie najkrótszy i najmniej skomplikowany sposób.
3. Styl pisania: Powinien być techniczny i rzeczowy. Należy stosować treściwe zdania bez upiększeń. Całość musi być czytelna, przejrzysta i logiczna.
4. Możliwość nawigacji: Najskuteczniejszym sposobem na zapewnienie odpowiedniej struktury i hierarchii jest tworzenie dokumentacji z jasno określonymi sekcjami, artykułami oraz odnośnikami do najważniejszych zagadnień.
5. Śledzenie zmian: Warto korzystać z narzędzi oferujących wersjonowanie.

7 Wykaz dodatkowych dokumentów

7.1 Bibliografia

- [1] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32023L2413>, Parlament Europejski i Rada (UE), 2023.
- [2] <https://www.gov.pl/web/klimat/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu>, Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2024.
- [3] <https://www.pse.pl/home>, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.
- [4] <https://www.gov.pl/web/morska-energetyka-wiatrowa/program-rozwoju-morskich-farm-wiatrowych>, Program Rozwoju Farm Wiatrowych.
- [5] https://www.umgdy.gov.pl/plan_morski/dane-gis-planu-zagospodarowania-przestrzennego-polskich-obszarow-morskich/, Urząd Morski w Gdyni, Dane GIS Planu zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich, 2021.
- [6] Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 2024.
- [7] Ustawa z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu
- [8] <https://www.pgi.gov.pl/dane-geologiczne/geologiczne-bazy-danych.html>, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.



- [9] A. Wójcicki, Hot Dry Rocks w Polsce, <https://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/4911-hot-dry-rocks-w-polsce.html>, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, 2013.
- [10] D. G. J. Szewczyk, Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach, 2009.
- [11] M. H. B. Kępińska, Przegląd wykorzystania Energii geotermalnej w Polsce w Latach 2022–2023, 2023.
- [12] Wieloletni Program Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce <https://www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce>, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021.
- [13] Pompy ciepła w erze taryf dynamicznych, https://portpc.pl/pdf/12Kongres/1.3_Prezentacja_Pawel_Lachman.pdf, PORT PC, 2024.
- [14] Projekt Mapa Potencjału Geotermii Niskotemperaturowej, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, <https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/?page=Geotermia>.
- [15] E. Przybyło, Elektrownie wodne, <https://www.uwm.edu.pl/kolektory/energia-wody/elektprzep.html>.
- [16] Instalacje odnawialnych źródeł energii, <https://www.ure.gov.pl/pl/oze/potencjal-krajowy-oze/8108,Instalacje-odnawialnych-zrodel-energii-stan-na-30-czerwca-2024-r.html>, Urząd Regulacji Energetyki, 2024.
- [17] A. Henke. M. Kaniecki. J. Steller, Jak zbudować małą elektrownię wodną? Przewodnik inwestora, <https://www.trmew.pl/baza-wiedzy/poradniki/>, 2010.
- [18] K. Michałkiewicz, J. Szymenderski, K. Budnik, Wady i zalety użytkowania elektrowni wodnych, <https://sin.put.poznan.pl/files/download/48976>, 2022.
- [19] Mapa sieci elektroenergetycznej w Polsce, <https://ebin.josm.pl/electricity/#6.38/52.221/20.122>, 2024.
- [20] Smart Grid – Inteligentne sieci elektroenergetyczne w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego, https://www.parp.gov.pl/images/wydarzenia/Izabela_Zylinska_Smart_Grid_Inteligentne_sieci_elektroenergetyczne_w_zapewnianiu_bezpieczestwa_energetycznego.pdf, 2024.

- [21] Smart Grids, <https://www.gov.pl/attachment/5dd256e6-b753-4eba-bb68-6d1eb3b15608>, 2024.
- [22] Rozwój inteligentnych sieci energetycznych w Polsce Wschodniej, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/rozwoj-inteligentnych-sieci-energetycznych-w-polsce-wschodniej-pierwsze-umowy-o-dofinansowanie-podpisane>, 2024.
- [23] https://www.pse.pl/documents/20182/51490/Wykaz_MME_SD_ODB_planowanych_do_przylaczenia_do_sieci_przesylowej.pdf, Informacja na temat magazynów energii elektrycznej, systemów dystrybucyjnych i instalacji odbiorczych planowanych do przyłączenia do sieci przesyłowej, 2023.
- [24] Stan magazynów energii w Polsce, <https://globenergia.pl/11-tysiecy-magazynow-energii-o-pojemnosci-138-mwh-przydomowe-magazyny-energii-w-liczbach-pod-koniec-2023/>, 2024.
- [25] Mapa drogowa dla rynku magazynów ciepła w Polsce, <https://ieo.pl/raporty>.
- [26] M. Żeruń, et al. Ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w górotworze za pomocą systemów zamkniętych (BTES, PTES/TTES, EF) w wybranych lokalizacjach na terenie Polski – zadanie państwowej służby geologicznej (psg), VIII Ogólnopolski Kongres Geotermalny, Kraków, 2024.
- [27] Wstępna ocena możliwości magazynowania energii cieplnej w poziomach wodonośnych na obszarze Polski (ATES). Kryteria dopasowane są do różnych technologii.
- [28] Baza Danych Obiektów Topograficznych BDOT10k, <https://www.geoportal.gov.pl/dane/baza-danych-obiektow-topograficznych-bdot10k/>, 2024.
- [29] PIG-PIB przekroje/dane o glebie i o miąższości warstw istotne do ustalenia efektywności cieplnej, <https://www.pgi.gov.pl/>, 2024.
- [30] Numeryczny Model Terenu NMT, <https://www.geoportal.gov.pl/pl/dane/numeryczny-model-terenu-nmt/>, 2024.
- [31] Definicje grup przyłączy, <https://energa-operator.pl/przylaczenie-do-sieci/definicje>, 2024.



- [32] Informacje o grupach przyłączeniowych, <https://www.ure.gov.pl/pl/konsumenci/faq-czesto-zadawane-py/energia-elektryczna/12232,Co-to-jest-grupa-przylaczeniowa.html>, 2024.
- [33] Mikroinstalacje odnawialnych źródeł energii w Polsce, <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/11796,W-Polsce-funkcjonuje-juz-ponad-14-mln-mikroinstalacji-OZE.html>, 2024.
- [34] Informacje o stanie przyłączy, <https://energa-operator.pl/przylaczenie-do-sieci/informacje-o-stanie-przylaczen>, 2024.
- [35] Systemy zarządzania energią elektryczną, <https://www.energa.pl/zielone-pojecie/oszczedzanie/zarzadzanie-energia-w-domu>, 2024.
- [36] Systemy zarządzania energią elektryczną w branży fotowoltaicznej, <https://sunergo.pl/blog/system-zarzadzania-energia-hems-i-ems/>, 2024.
- [37] Czym jest system zarządzania energią?, <https://www.gridx.ai/knowledge/what-is-an-energy-management-system>, 2024.
- [38] Ustawa z dnia 9 marca 2023 r. o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw
- [39] <https://www.geoportal.gov.pl>, Geoportal Krajowy.
- [40] <https://www.geoportal.gov.pl/pl/usluga/>, Usługi Geoportalu Krajowego.
- [41] OGC WMS Standard, <https://www.ogc.org/publications/standard/wms/>.
- [42] OGC WMTS Standard, <https://www.ogc.org/publications/standard/wmts/>.
- [43] OGC WFS Standard, <https://www.ogc.org/publications/standard/wfs/>.
- [44] OGC WCS Standard, <https://www.ogc.org/publications/standard/wcs/>.
- [45] OGC OWC Standard, <https://www.ogc.org/publications/standard/owc/>.
- [46] ATOM Standard, <https://mapy.geoportal.gov.pl/iMapLite/atomExplorer/>.
- [47] iMapLite API Standard, <http://mapy.geoportal.gov.pl/iMapLite/doc/>.
- [48] Dokumentacja usługi API, <https://www.geoportal.gov.pl/wp-media/2023/10/Dokumentacja-uslugi-API-wersja-1.06.pdf>.
- [49] INSPIRE Standard, https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/index_en.



- [50] INSPIRE Service, https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/technical-guidance-implementation-inspire-view-services_en.
- [51] INSPIRE Service, https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/technical-guidance-implementation-inspire-download-services_en.
- [52] Walidator danych, <https://www.geoportal.gov.pl/pl/aplikacje/walidator-metadanych/>.
- [53] Walidator usług i danych, <https://www.geoportal.gov.pl/pl/aplikacje/walidator-uslug-i-danych/>.
- [54] Wtyczka QGIS do walidacji danych, <https://www.geoportal.gov.pl/aktualnosci/wtyczka-qgis-do-walidacji-i-kontroli-danych-gml-4/>.
- [55] <https://medium.com/blog-transparent-data/jak-napisa%C4%87-dobr%C4%85-dokumentacj%C4%99-techniczn%C4%85-aplikacji-porady-i-konkretne-przyk%C5%82ady-5708ae2ea4ef>, Jak napisać dobrą dokumentację techniczną aplikacji? Porady i konkretne przykłady, 2018.
- [56] <https://l-a-b-a.pl/blog/398-7-wskazowek-ktore-pomoga-ci-w-tworzeniu-dokumentacji-technicznej>, 7 wskazówek, które pomogą ci w tworzeniu dokumentacji technicznej, 2023.
- [57] https://mfiles.pl/pl/index.php/Dokumentacja_techiczna, Encyklopedia Zarządzania, Dokumentacja techniczna.
- [58] G. R. i. in, Zadanie państwowej służby geologicznej – Ocena potencjału energetycznego i uwarunkowań środowiskowych dla wsparcia zrównoważonego rozwoju geotermii niskotemperaturowej, <https://www.pgi.gov.pl/inzynierska/1-geologia-inzynierska/gi-projekty/15624-mapa-potencjalu-geotermii-niskotemperaturowej.html#efekty>, 2017–2022.
- [59] E. Malicka, Elektrownie wodne w Polsce, <https://wodnesprawy.pl/elektrownie-wodne-w-polsce-wedlug-danych-urzedu-reg/>, 2022.
- [60] Czym się różni sieć dystrybucyjna od sieci przesyłowej?, <https://e-magazyny.pl/baza-wiedzy/czym-sie-rozni-siec-dystrybucyjna-od-sieci-przesylowej/>, 2024.

- [61] Krajowa sieć elektroenergetyczna – analiza stanu i zagrożeń funkcjonowania, <https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/krajowa-siec-elektroenergetyczna--analiza-stanu-i-zagrozen-funkcjonowania>, 2023.
- [62] Informacje o systemie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, <https://www.pse.pl/obszary-dzialalnosci/krajowy-system-elektroenergetyczny/informacje-o-systemie>, 2024.
- [63] Istniejący plan sieci elektroenergetycznej najwyższych napięć w Polsce, <https://www.pse.pl/obszary-dzialalnosci/krajowy-system-elektroenergetyczny/plan-sieci-elektroenergetycznej-najwyzszych-napiec/istniejaca>, 2024.
- [64] Geoportal <https://www.geoportal.gov.pl/edukacja>

7.2 Spis tabel i rysunków

Rysunek 1. Biogazownie w Polsce w 2024 r. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie danych z rejestru przedsiębiorstw energetycznych posiadających wpis do rejestru wytwórców energii w małej instalacji – publikacja zgodnie z art. 11 ustawy o odnawialnych źródłach energii, <https://rejstry.ure.gov.pl/>;

Rysunek 2. Biogazownie rolnicze w Polsce według województw. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie otwartych danych z rejestru wytwórców biogazu rolniczego z dn. 29.10.2024 r.;

Rysunek 3. Liczba sprzedanych pomp ciepła w latach 2012–2023 i wstępna prognoza na rok 2024 r.;

Rysunek 4. Mapy potencjału geotermii płytkiej Państwowego Instytutu Geologicznego;

Rysunek 5. Szkic koncepcyjny do budowy elektrowni wodnej;

Rysunek 6. Mapa istniejącej sieci elektroenergetycznej najwyższego napięcia;

Tabela 1. Ciepłownie Geotermalne w Polsce. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie oficjalnych i powszechnie dostępnych danych pochodzących ze stron internetowych poszczególnych ciepłowni;

Tabela 2. Istniejące elektrownie wodne bez mikroinstalacji prosumenckich według danych URE;



Tabela 3. Moc magazynu energii a odległość od zabudowy mieszkaniowej i optymalna powierzchnia terenu inwestycyjnego. Źródło: Opracowanie własne Wykonawcy na podstawie przeprowadzonych analiz terenu dla inwestorów oraz prac z ekspertami ds. energetyki i magazynowania energii (BESS);

Tabela 4. Kryteria pomocnicze związane z wyznaczaniem lokalizacji infrastruktury towarzyszącej;

Tabela 5. Kryteria oceny potencjału instalacji fotowoltaicznych na lądzie;

Tabela 6. Kryteria oceny potencjału energii wiatrowej na lądzie;

Tabela 7. Kryteria oceny potencjału wiatrowych instalacji morskich;

Tabela 8. Kryteria oceny potencjału energii z biogazu i biometanu;

Tabela 9. Kryteria oceny potencjału energii geotermalnej płytkiej;

Tabela 10. Źródła danych dla energii geotermalnej głębokiej;

Tabela 11. Kryteria oceny potencjału energii geotermalnej płytkiej;

Tabela 12. Źródła danych dla energii geotermalnej płytkiej;

Tabela 13. Kryteria oceny potencjału energii wodnej;

Tabela 14. Formaty wektorowe;

Tabela 15. Formaty rastrowe;

Tabela 16. Bazy danych przestrzennych;

Tabela 17. Formaty wymiany danych.

7.3 Wykaz aktów prawnych

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652;
2. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu;
3. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
4. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska;
5. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
6. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych;
7. Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych;



8. Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej;
9. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie przyjęcia planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000;
10. Ustawa z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu;
11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 października 2023 r. w sprawie szczegółowej listy substratów możliwych do wykorzystania w biogazowni rolniczej;
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów;
13. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze;
14. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne;
15. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska;
16. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko;
17. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
18. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;
19. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej;
20. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2024 r. poz. 725);
21. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1735 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram środków na rzecz wzmocnienia europejskiego ekosystemu produkcji technologii neutralnych emisyjnie i zmieniające rozporządzenie (UE) 2018/1724 (Tekst mający znaczenie dla EOG);
22. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE.