



OCENA POTENCJAŁU INWESTYCYJNEGO DLA DATA CENTERS NA POMORZU ZACHODNIM

**RAPORT KOŃCOWY Z ANALIZY
UWARUNKOWAŃ PRZESTRZENNYCH,
INFRASTRUKTURALNYCH
I ENERGETYCZNYCH REGIONU
W KONTEKŚCIE ROZWOJU SEKTORA
CENTRÓW DANYCH**

SZCZECIN 2025

**Publikacja wykonana na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego
Województwa Zachodniopomorskiego, Centrum Inicjatyw Gospodarczych**

Autorzy:

Małgorzata Piskórz

Michał Stokowski

Karolina Thakker

Agnieszka Gajda

Informacja o projekcie:

Przedmiot zamówienia został realizowany w ramach projektu pn. „Pomorze Zachodnie – nowy wymiar innowacji”, ze środków Funduszy Europejskich dla Pomorza Zachodniego 2021–2027, Priorytet 1 – Fundusze Europejskie na rzecz przedsiębiorczego Pomorza Zachodniego, Działanie 1.4 Wzmocnienie procesu przedsiębiorczego odkrywania i rozwój ekosystemu innowacji. Numer projektu: FEPZ.01.04-IZ.00-0001/24.



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Prawa autorskie:

Wszelkie prawa majątkowe do niniejszego opracowania, w tym prawa do korzystania i rozporządzania utworem w całości lub w części, na wszystkich polach eksploatacji, przysługują Urzędowi Marszałkowskiemu Województwa Zachodniopomorskiego.

Miejsce i rok: Szczecin, 2025

STRESZCZENIE

W dobie intensywnych zmian technologicznych i geopolitycznych województwo zachodniopomorskie dostrzega rosnące znaczenie infrastruktury cyfrowej jako jednego z kluczowych elementów rozwoju i odporności regionu. Centra danych stają się ważną częścią współczesnych gospodarek, zapewniając podstawy działania internetu, sztucznej inteligencji oraz przetwarzania dużych ilości danych, a tym samym wspierają rozwój nowoczesnych usług w regionie. Pomorze Zachodnie, ze względu na swoje uwarunkowania, posiada potencjał do pełnienia funkcji zaplecza dla infrastruktury cyfrowej w skali ponadregionalnej, który do tej pory nie został w pełni wykorzystany.

Potencjał regionu wynika głównie z jego położenia geograficznego, warunków klimatycznych, infrastruktury energetycznej oraz dostępności inwestycyjnej. Czynniki te w dłuższej perspektywie pozwalają ograniczać koszty funkcjonowania centrów danych i jednocześnie sprzyjają rozwojowi bardziej przyjaznych dla środowiska rozwiązań, określanych jako „zielone centra danych”.

Jednym z wyróżników województwa zachodniopomorskiego są jego możliwości w zakresie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, szczególnie z farm wiatrowych i instalacji fotowoltaicznych. Od kilku lat produkcja energii z OZE przewyższa zapotrzebowanie regionu. Energochłonne inwestycje, takie jak data center, mogą zawierać długoterminowe umowy na dostawy energii po stabilnych cenach. Sprzyja to ograniczaniu kosztów działalności oraz umacnia stopniowe przejście centrów danych w kierunku zeroemisyjności i neutralności środowiskowej. Profil energetyczny regionu wzmocniają prowadzone inwestycje w magazynowanie energii oraz modernizację sieci przesyłowych, których celem jest zwiększenie niezawodności sieci dystrybucyjnej i poprawa stabilności systemu.

Wielu inwestorów poszukuje obecnie lokalizacji, które pozwalają wykorzystywać naturalne warunki klimatyczne do obniżania kosztów funkcjonowania obiektów. W praktyce oznacza to m.in. możliwość chłodzenia za pomocą chłodnego powietrza z zewnątrz zamiast energochłonnych systemów klimatyzacji. Takie rozwiązania odpowiadają za znaczną część oszczędności energii. Pomorze Zachodnie charakteryzuje się stosunkowo długim okresem niższych temperatur i niewielką liczbą dni upalnych, co sprzyja stosowaniu takich rozwiązań. Dodatkowym atutem regionu są znaczne zasoby wodne, które w sprzyjających warunkach mogą wspierać projektowanie bardziej efektywnych (np. hybrydowych) systemów chłodzenia.

Istotne znaczenie ma również dostępność wykwalifikowanych pracowników oraz zaplecza transportowego. W regionie działa kilka uczelni wyróżniających się w kontekście rozwoju branży centrów danych, a udział absolwentów kierunków technicznych jest relatywnie wysoki w porównaniu z innymi częściami kraju. Zaplecze kadrowe rozwinięte w obszarze energii odnawialnej może dodatkowo wspierać rozwój „zielonych centrów danych”. Mobilność specjalistów również nie powinna stanowić wyzwania. Lotnisko Szczecin–Goleniów oferuje ograniczoną liczbę połączeń międzynarodowych, jednak bliskość dużego portu lotniczego w Berlinie (około dwóch godzin drogi) znacząco zwiększa dostępność komunikacyjną regionu dla kadry i inwestorów.

Region funkcjonuje w relatywnie stabilnych warunkach bezpieczeństwa. Pomimo napięć międzynarodowych, poziom przestępczości w ostatnich latach spada, co widoczne jest również w danych dla województwa



zachodniopomorskiego. Bezpieczeństwo dotyczy zarówno sfery fizycznej, jak i cyfrowej. Pomimo wysokiej liczby cyberataków w Europie, Polska jest dobrze oceniana w międzynarodowych zestawieniach dotyczących ochrony systemów informatycznych.

Częścią oceny potencjału inwestycyjnego są również ryzyka środowiskowe. Na tle wielu innych regionów świata Pomorze Zachodnie charakteryzuje się umiarkowanie niskim poziomem zagrożeń naturalnych. Obszary zagrożone podtopieniami i osuwiskami mają charakter lokalny i mogą być stosunkowo łatwo uwzględnione na etapie planowania inwestycji. Region nie leży na obszarach zagrożonych trzęsieniami ziemi ani nie doświadcza ekstremalnych zjawisk klimatycznych o dużej skali.

Wyniki analiz przestrzennych i porównań z innymi regionami pokazują, że województwo zachodniopomorskie ma spójny zestaw warunków sprzyjających rozwojowi infrastruktury centrów danych. Region nie jest dziś głównym ośrodkiem tego typu inwestycji w Polsce, jednak dysponuje wolnymi terenami, potencjałem energetycznym i korzystnymi warunkami klimatycznymi. Całość uwarunkowań środowiskowych, infrastrukturalnych i instytucjonalnych wskazuje, że Pomorze Zachodnie może pełnić funkcję zaplecza dla rozwoju infrastruktury cyfrowej w skali ponadregionalnej, przy zachowaniu zasad bezpieczeństwa, efektywności energetycznej oraz odpowiedzialnego korzystania z zasobów.



ABSTRACT

In an era of intense technological and geopolitical changes, Zachodniopomorskie Voivodeship recognises the growing importance of digital infrastructure as one of the key foundations of regional development and resilience. Data centres are becoming an integral part of modern economies, providing the operational backbone for the internet, artificial intelligence and large-scale data processing, thereby supporting the development of advanced services. Due to its specific geographic and structural conditions, West Pomerania possesses the potential to function as a supra-regional support base for digital infrastructure, which to date has not been fully utilised.

The region's potential is primarily derived from its geographic location, climate profile, energy infrastructure and investment possibilities. In the long term, these factors enable the reduction of data centre operating costs and simultaneously support the deployment of more environmentally friendly solutions, commonly referred to as "green data centres".

One of the key strengths of Zachodniopomorskie Voivodeship is its capacity for generating energy from renewable sources, particularly from wind farms and photovoltaic installations. For several years, renewable energy production has exceeded the region's demand. Energy-intensive investments, such as data centres, can secure long-term power purchase agreements at stable prices, which supports operational cost reduction and reinforces the gradual transition of data centres towards zero-emission and environmentally neutral operations. The region's energy profile is further strengthened by ongoing investments in energy storage and transmission grid modernisation aimed at improving the reliability of the distribution network and the overall stability of the power system.

Investors are currently seeking locations that allow the use of natural climatic conditions to reduce operational costs. In practice, this includes the ability to use external cool air for equipment cooling instead of energy-intensive air conditioning systems. Such solutions account for a significant share of potential energy savings. West Pomerania is characterised by a relatively long period of lower average temperatures and a limited number of extreme heat days, which supports the application of such solutions. An additional advantage of the region is its substantial water resources, which (under suitable conditions) can support the design of more efficient (e.g. hybrid) cooling systems.

The availability of qualified personnel and transport infrastructure is also an important factor. The region hosts several universities relevant to the development of the data centre sector, and the share of graduates from technical fields is relatively high compared to other parts of the country. The existing workforce experienced in renewable energy can further support the development of "green data centres". Specialist mobility should not pose a challenge. Szczecin–Goleniów Airport offers a limited number of international connections; however, the proximity of a major airport in Berlin (approximately a two-hour drive) significantly enhances the region's accessibility for staff and investors.

The region operates under relatively stable security conditions. Despite international tensions, crime rates in recent years have shown a downward trend, which is also reflected in data for the Zachodniopomorskie



Voivodeship. Security considerations relate to both physical and digital domains. Despite the high number of cyberattacks observed across Europe, Poland is ranked favourably in international assessments concerning the protection of information systems.

Environmental factors also form an integral part of the investment potential assessment. Compared to many other regions worldwide, West Pomerania is characterised by a moderate level of natural hazards. Areas exposed to local flooding and landslides are spatially limited and can be addressed effectively at the investment planning stage. The region does not experience large-scale extreme weather events.

The results of spatial analyses and comparative assessments with other regions indicate that the Zachodniopomorskie Voivodeship possesses a coherent set of conditions conducive to the development of data centre infrastructure. The region is not currently a primary hub for this type of investment in Poland; however, it offers available land, energy potential and favourable climatic conditions. The combined environmental, infrastructural and institutional factors indicate that West Pomerania may serve as a supra-regional base for the development of digital infrastructure, while maintaining high standards of security, energy efficiency and responsible resource management.



SPIIS TREŚCI

STRESZCZENIE	3
ABSTRACT	5
WYKAZ SKRÓTÓW	10
WYKAZ POJĘĆ	14
1. WSTĘP	16
1.1. KONTEKST	17
1.2. CEL I ZAKRES ANALIZY	17
1.3. METODYKA ANALIZY	18
2. TENDENCJE I TRAJEKTORIE W ROZWOJU RYNKU DATA CENTER	20
2.1. PROGNOZY I CZYNNIKI NAPĘDZAJĄCE GLOBALNY RYNEK CENTRÓW DANYCH	21
2.2. PROGNOZY I CZYNNIKI ROZWOJU RYNKU W EUROPIE ORAZ W POLSCE	24
2.3. UWARUNKOWANIA WZROSTU I WYBORU LOKALIZACJI	27
2.3.1. Trendy kształtujące polski rynek centrów danych	27
2.3.2. Hierarchia czynników wpływu	28
2.3.3. Kluczowe uwarunkowania lokalizacyjne data center	32
3. UWARUNKOWANIA PRZESTRZENNE I KLIMATYCZNE DLA LOKALIZACJI CENTRÓW DANYCH W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM	35
3.1. WARUNKI PRZESTRZENNE I PLANISTYCZNE	36
3.1.1 Uwarunkowania hydrologiczne	36
3.1.2. Uwarunkowania planistyczne i możliwość implementacji data center do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego	38
3.2. WARUNKI KLIMATYCZNE I STAN ŚRODOWISKA	43
3.2.1 Warunki klimatyczne w województwie zachodniopomorskim	43
3.2.2. Jakość środowiska w województwie zachodniopomorskim	45
3.3. MOŻLIWE ZAGROŻENIA KLIMATYCZNE I KLĘSKI ŻYWIOŁOWE NA POMORZU ZACHODNIM	48
3.3.1. Zagrożenia suszą i pożarami	49
3.3.2. Zagrożenia powodzią i osuwiskami	50

4. ZASOBY LUDZKIE I POTENCJAŁ WSPÓŁPRACY	53
4.1. POTENCJAŁ LOKALNEGO RYNKU PRACY	54
4.2. DOSTĘPNOŚĆ WYKWALIFIKOWANEJ KADRY ORAZ MOŻLIWOŚĆ BUDOWANIA WSPÓŁPRACY Z UCZELNIAMI W REGIONIE	58
4.2.1. Dostępność wykwalifikowanej kadry	58
4.2.2. Szanse i możliwości budowania trwałej współpracy z uczelniami w regionie	63
5. POTENCJAŁ ENERGETYCZNY REGIONU POMORZA ZACHODNIEGO	70
5.1. UWARUNKOWANIA ENERGETYCZNE LOKALIZACJI CENTRÓW DANYCH	71
5.1.1. Infrastruktura GPZ dla przyłączy dużej mocy	72
5.1.2. Przegląd kluczowych inwestycji sieci przesyłowej i dystrybucyjnej	75
5.2. POTENCJAŁ OZE W REGIONIE	79
5.2.1. OZE w województwie zachodniopomorskim	80
5.2.2. Potencjał rozwojowy energetyki wiatrowej w regionie	83
5.2.3. Potencjał fotowoltaiki	85
5.2.4. Duże odbiorniki energii jako element stabilizacji OZE	86
5.2.5. Współdzielenie przyłączy energetycznych z OZE	88
5.2.6. Lokalne plany rozwoju OZE do 2040	90
6. INFRASTRUKTURA TRANSPORTOWA I TELEKOMUNIKACYJNA JAKO CZYNNIKI DOSTĘPNOŚCI REGIONU	92
6.1. INFRASTRUKTURA CYFROWA I TELEKOMUNIKACYJNA W REGIONIE	93
6.1.1. Wymagania jakości łączy i liczby operatorów	93
6.2. DOSTĘPNOŚĆ SIECI SZKIELETOWEJ	94
6.2.1. Przepustowość sieci w zachodniopomorskim a centra danych	97
6.2.2. Planu inwestycyjne i rozbudowa sieci	99
6.3. UWARUNKOWANIA TRANSPORTOWE	101
7. BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY: ANALIZA ZAGROŻEŃ	105
7.1. BEZPIECZEŃSTWO REGIONU: PRZESTĘPCZOŚĆ ORAZ ZAGROŻENIA ATAKAMI TERRORYSTYCZNYMI	106
7.2. CYBERBEZPIECZEŃSTWO	108
7.3. RYZYKO ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM ENERGETYCZNYM – PRZYGOTOWANIE NA BLACKOUT	110
7.3.1. Stan systemu elektroenergetycznego w latach 2024-2025	111
7.3.2. Inwestycje infrastrukturalne podnoszące odporność regionu	113

8. TECHNOLOGIE I POTENCJAŁ, A KOSZT PRZECHOWYWANIA DANYCH	115
8.1. KOSZTY PRZECHOWYWANIA DANYCH W CENTRACH DANYCH	116
8.2. KOSZT I STABILNOŚĆ CEN ENERGII	117
8.3. SYSTEMY CHŁODZENIA W CENTRACH DANYCH, A POTENCJAŁ WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO	121
8.3.1. Potencjał klimatyczny regionu dla systemów free cooling	123
8.3.2. Zasoby wodne i potencjał chłodzenia wodnego	123
8.3.3. Integracja chłodnictwa z energetyką i odnawialnymi źródłami energii	125
9. SPOŁECZNIE UKIERUNKOWANE PODEJŚCIE	127
9.1. ZACHODNIOPOMORSKIE PARTNERSTWO PUBLICZNO-PRYWATNE JAKO AKTYWATOR ROZWOJU DATA CENTER	128
9.2. OCZEKIWANIA I POTRZEBY LOKALNEJ SPOŁECZNOŚCI W KONTEKŚCIE TWORZENIA OBIEKTU PRZYJAZNEGO OTOCZENIU	131
10. ANALIZA RYNKU W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM	135
10.1 . ROKOWANIA ROZWOJU DATA CENTER DLA REGIONU	136
10.1.1. Ograniczenia i potencjał regionu	136
10.1.2. Zapotrzebowanie na usługi data center - ocena potencjalnych klientów, wzrostu zapotrzebowania na usługi przechowywania i przetwarzania danych w regionie	138
10.1.3. Scenariusze rozwoju rynku data center	140
10.2. LOKALNE POTENCJAŁY NA PODSTAWIE DOBRYCH PRAKTYK	143
10.3. OCENA POTENCJAŁU WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO W ZAKRESIE LOKALIZACJI DATA CENTER Z UWZGLĘDNIENIEM ODNIESIENIA DO SĄSIEDNICH JEDNOSTEK TERYTORIALNYCH	150
11. PODSUMOWANIE	153
12. REKOMENDACJE	158
12.1. KIERUNKI KSZTAŁTOWANIA WARUNKÓW DLA INWESTYCJI DATA CENTER	159
12.2. OBSZARY O POTENCJALE LOKALIZACYJNYM DLA CENTRÓW DANYCH	164
BIBLIOGRAFIA	170
SPIS MAP	179
SPIS TABEL	180

WYKAZ SKRÓTÓW

ADMS – Advanced Distribution Management System – Zaawansowany system zarządzania siecią dystrybucyjną. System informatyczny do zarządzania pracą sieci elektroenergetycznej.

AI – *Artificial Intelligence* – Sztuczna inteligencja.

Technologie umożliwiające maszynom wykonywanie zadań wymagających analizy danych.

BASELOAD – *Baseload Contract* – Kontrakt bazowy na energię.

Kontrakt zapewniający stałą dostawę energii przez całą dobę.

BASE_Y-24 – *Base Year 2024 Contract* – Kontrakt bazowy na rok 2024.

Kontrakt terminowy na dostawę energii w roku 2024.

BASE_Y-25 – *Base Year 2025 Contract* – Kontrakt bazowy na rok 2025.

Kontrakt terminowy na dostawę energii w roku 2025.

BDOT – Baza Danych Obiektów Topograficznych.

Krajowa baza danych przestrzennych.

BMS – Building Management System – System zarządzania budynkiem.

System monitorujący i sterujący instalacjami technicznymi budynku.

CAPEX – Capital Expenditure – Nakłady inwestycyjne.

Wydatki ponoszone na budowę i rozwój infrastruktury.

CEIDG – Centralna Ewidencja i Informacja o Działalności Gospodarczej.

Rejestr działalności gospodarczych w Polsce.

CRFOP – Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody.

Rejestr obszarów objętych ochroną przyrodniczą.

DC – Data Center – Centrum danych.

Obiekt służący do przetwarzania i przechowywania danych.

DORA – Digital Operational Resilience Act – Rozporządzenie UE w sprawie cyfrowej odporności operacyjnej.

Regulacja dotycząca odporności systemów ICT.

EED – Energy Efficiency Directive – Dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej.

Regulacja UE dotycząca racjonalnego zużycia energii.

ENISA – European Union Agency for Cybersecurity – Agencja Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa.

Instytucja wspierająca bezpieczeństwo cyfrowe w UE.

ESG – Environmental, Social, Governance – Kryteria środowiskowe, społeczne i zarządcze.

Standardy oceny działalności organizacji.

ETS – Emissions Trading System – System handlu uprawnieniami do emisji.

Mechanizm ograniczania emisji CO₂.

FLAPD – Frankfurt, London, Amsterdam, Paris, Dublin – Kluczowe rynki centrów danych w Europie.
Skrót określający główne huby infrastruktury cyfrowej.

GIS – Geographic Information System – System informacji geograficznej.
System do analizy danych przestrzennych.

GUS – Główny Urząd Statystyczny.
Państwowy urząd prowadzący statystyki publiczne.

HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning – Systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji.
Instalacje regulujące warunki środowiskowe w obiekcie.

IoT – Internet of Things – Internet Rzeczy.
Sieć urządzeń komunikujących się za pośrednictwem internetu.

ISOK – Informatyczny System Oslony Kraju.
System monitorowania zagrożeń środowiskowych.

KRS – Krajowy Rejestr Sądowy.
Rejestr podmiotów prawnych w Polsce.

KSeF – Krajowy System e-Faktur.
System teleinformatyczny do obsługi faktur ustrukturyzowanych.

LLM – Large Language Model – Duży model językowy.
Modele AI przetwarzające język naturalny.

MIT – Massachusetts Institute of Technology – Amerykańska uczelnia techniczna.
Ośrodek badań naukowych i technologicznych.

ML – Machine Learning – Uczenie maszynowe.
Techniki umożliwiające systemom uczenie się na podstawie danych.

MPZP – Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego.
Akt prawa miejscowego określający przeznaczenie terenu.

NIS2 – Network and Information Systems Directive – Dyrektywa w sprawie bezpieczeństwa sieci i systemów.
Regulacja UE dotycząca cyberbezpieczeństwa.

OPEX – Operational Expenditure – Koszty operacyjne.
Bieżące koszty utrzymania i eksploatacji.

OTC – Over-the-Counter – Rynek pozagiełdowy.
Obrót instrumentami poza giełdą.

OZE – Odnawialne źródła energii.
Energia ze źródeł niekopalnych.

PAIH – Polska Agencja Inwestycji i Handlu.
Instytucja wspierająca inwestycje.

PESTEL – Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal – Metoda analizy otoczenia.
Model analizy czynników makrootoczenia.

PPA – Power Purchase Agreement – Długoterminowa umowa zakupu energii.
Kontrakt na zakup energii na określonych warunkach.

PPM – Parts Per Million – Części na milion.
Jednostka stężenia.

PPP – Partnerstwo publiczno-prywatne.
Model współpracy sektora publicznego i prywatnego.

PSE – Polskie Sieci Elektroenergetyczne.
Operator systemu przesyłowego energii.

PUE – Power Usage Effectiveness – Wskaźnik efektywności wykorzystania energii.
Miernik efektywności energetycznej centrów danych.

RDN – Rynek Dnia Następnego.
Segment rynku energii elektrycznej.

REIT – Real Estate Investment Trust – Fundusz inwestycyjny nieruchomości.
Struktura inwestycyjna prowadząca działalność w sektorze nieruchomości.

RODO – Rozporządzenie o ochronie danych osobowych.
Regulacja UE chroniąca dane osobowe.

SAIDI – *System Average Interruption Duration Index* – Wskaźnik średniego czasu trwania przerw w dostawach energii.
Miara jakości dostaw energii.

SAIFI – *System Average Interruption Frequency Index* – Wskaźnik średniej liczby przerw w dostawach energii.
Miara częstotliwości przerw.

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition – System nadzoru i akwizycji danych.
System sterowania infrastrukturą techniczną.

SLD – Single Line Diagram – Schemat jednokreskowy.
Uproszczony schemat instalacji elektrycznej.

SMR – Small Modular Reactor – Mały reaktor modułowy.
Typ reaktora jądrowego.

SPOT – Spot Market – Rynek bieżący energii.
Rynek krótkoterminowy energii.

SSE – Specjalna Strefa Ekonomiczna.
Obszar objęty preferencjami inwestycyjnymi.

TCO – Total Cost of Ownership – Całkowity koszt posiadania.
Pełny koszt cyklu życia aktywa.

UKE – Urząd Komunikacji Elektronicznej.
Organ regulacyjny rynku telekomunikacyjnego.

UPS – Uninterruptible Power Supply – Zasilacz bezprzerwowy.
Urządzenie podtrzymujące zasilanie.

WUE – Water Usage Effectiveness – Wskaźnik efektywności zużycia wody.
Miara zużycia wody w centrach danych.

WYKAZ POJĘĆ

Analiza PESTEL – metoda analizy makrootoczenia uwzględniająca czynniki polityczne, ekonomiczne, społeczne, technologiczne, środowiskowe i prawne.

Benchmarking – proces porównawczej analizy efektywności i parametrów systemów, obiektów lub regionów.

Blackout – nieplanowana, systemowa przerwa w dostawach energii elektrycznej o charakterze regionalnym lub krajowym.

Brownfield – teren poprzemysłowy przeznaczony do ponownego zagospodarowania.

Centrum danych (Data Center, DC) – wyspecjalizowany obiekt infrastruktury teleinformatycznej, zaprojektowany do ciągłej, wysokodostępnej eksploatacji systemów przetwarzania i przechowywania danych.

Chłodzenie cieczą – technologia odprowadzania ciepła przy użyciu obiegów cieczy chłodzącej.

Chłodzenie hybrydowe – zintegrowany model chłodzenia łączący chłodzenie powietrzne, swobodne i cieczowe, stosowany w celu optymalizacji efektywności energetycznej i wodnej w zmiennych warunkach obciążenia.

Chłodzenie precyzyjne – system klimatyzacji technologicznej zapewniający stabilne warunki temperaturowe i wilgotnościowe dla infrastruktury IT.

Chłodzenie swobodne (free cooling) – technologia wykorzystująca warunki środowiska zewnętrznego do odprowadzania ciepła z infrastruktury.

Dekarbonizacja – proces systemowego ograniczania emisji gazów cieplarnianych w sektorze energii.

Desk research – metoda badawcza polegająca na analizie danych wtórnych, w tym raportów, statystyk i dokumentów planistycznych.

Edge computing – model przetwarzania danych polegający na lokalizacji procesów obliczeniowych blisko źródła danych.

Efektywność energetyczna – relacja pomiędzy ilością energii zużytej a uzyskaną użytecznością systemu.

Greenfield – teren niezabudowany, przeznaczony pod nową inwestycję.

Hiperskalowe centrum danych (hyperscale data center) – obiekt infrastrukturalny o bardzo dużej skali mocy obliczeniowej, przeznaczony do masowej obsługi usług chmurowych, platform cyfrowych lub obciążeń związanych ze sztuczną inteligencją.

Infrastruktura krytyczna – zespół obiektów, instalacji i systemów, których funkcjonowanie jest niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa państwa oraz ciągłości podstawowych procesów społecznych i gospodarczych.

Infrastruktura szkieletowa – główne węzły i linie przesyłowe sieci telekomunikacyjnych i energetycznych.

Jakość energii elektrycznej (power quality) – poziom stabilności parametrów napięcia i częstotliwości energii dostarczanej do odbiorców.

Kolokacja – model świadczenia usług centrum danych polegający na udostępnianiu przez operatora

infrastruktury powierzchni technologicznej, mocy energetycznej i systemów chłodzenia dla urządzeń będących własnością klientów zewnętrznych.

Magazynowanie energii – systemy techniczne służące do akumulacji energii elektrycznej w celu stabilizacji pracy sieci.

Metoda delficka (Delphi) – iteracyjna metoda prognostyczna oparta na anonimowym zbieraniu i agregowaniu ocen ekspertów w wielu turach.

Obciążenie cieplne (thermal load) – wielkość energii cieplnej generowanej przez urządzenia IT w danym przedziale czasu.

Odporność operacyjna (operational resilience) – zdolność systemu do utrzymania ciągłości funkcjonowania w warunkach zakłóceń i obciążeń awaryjnych.

Opóźnienie (latency) – czas niezbędny do przesłania danych pomiędzy punktami sieci.

Platformizacja gospodarki – rozwój modeli biznesowych opartych na cyfrowych platformach pośrednictwa.

PUE (Power Usage Effectiveness) – wskaźnik określający stosunek całkowitego zużycia energii w obiekcie do energii pobieranej przez sprzęt IT.

Redundancja infrastruktury – projektowe i techniczne powielanie kluczowych systemów (zasilania, chłodzenia, łączności) w celu zapewnienia nieprzerwanej pracy obiektu w warunkach awaryjnych.

Redundantne połączenia światłowodowe – równoległe trasy transmisji danych stosowane w celu zwiększenia niezawodności.

Rekuperacja ciepła odpadowego – proces odzyskiwania energii cieplnej generowanej przez infrastrukturę IT i jej ponownego wykorzystania w innych systemach.

Serwerownia – wydzielona przestrzeń techniczna przeznaczona do lokalnej eksploatacji infrastruktury serwerowej, niewyposażona w pełny zakres systemów redundancji i skalowalności charakterystycznych dla profesjonalnych centrów danych.

Stabilność sieci elektroenergetycznej – zdolność systemu elektroenergetycznego do utrzymania parametrów pracy w warunkach zmiennych obciążeń.

Suwerenność technologiczna – zdolność państwa do samodzielnego rozwoju i kontroli kluczowych technologii.

Ślad węglowy – całkowita ilość emisji gazów cieplarnianych generowanych przez działalność obiektu.

Transformacja cyfrowa – proces reorganizacji struktur i procesów organizacyjnych poprzez wdrażanie technologii cyfrowych.

TIER I–IV – klasyfikacja poziomów niezawodności centrów danych określająca stopień niezależności i redundancji systemów infrastrukturalnych.

WUE (Water Usage Effectiveness) – wskaźnik efektywności zużycia wody w infrastrukturze technicznej.

Zielone centra danych (green data centers) – obiekty infrastrukturalne projektowane w celu minimalizacji wpływu środowiskowego.

Wolumen OTC – wielkość obrotu na rynku pozagiełdowym. Wielkość transakcji zawieranych poza rynkiem giełdowym.

01

WSTĘP

1.1. KONTEKST

Rynek centrów danych stanowi dziś nieodłączny element nowoczesnej gospodarki opartej na technologiach cyfrowych i przetwarzaniu informacji. Obiekty data center są naturalnym etapem ewolucji dawnych serwerowni, których funkcje i znaczenie znacznie się rozszerzyły. U podstawy tej zmiany leżą globalne siły transformacyjne, takie jak automatyzacja i robotyzacja, które zwiększają zapotrzebowanie na zasoby obliczeniowe oraz infrastrukturę przetwarzania danych. Towarzyszy temu rozwój aktywności sektora prywatnego, publicznego i społecznego w przestrzeni online, co przekłada się na większe wymagania dotyczące mocy obliczeniowych w chmurze. W związku z tym platformizacja gospodarki napędza popyt na inwestycje w obiekty centrów danych w niespotykanej dotąd skali. Dalszy rozwój sztucznej inteligencji, ściśle uzależniony od nowych inwestycji w tę infrastrukturę, dodatkowo potwierdza strategiczne znaczenie data center jako kluczowego komponentu współczesnego ekosystemu cyfrowego. W efekcie rynek ten odnotowuje systematyczny wzrost w ostatnich latach.

Województwo zachodniopomorskie pozostaje obecnie poza głównym nurtem inwestycji w data center. Z jednej strony oznacza to brak korzyści z rozwoju sektora, z drugiej zapewnia niski poziom konkurencji lokalnej oraz wysoką dostępność zasobów przestrzennych, energetycznych i infrastrukturalnych. Pomorze Zachodnie nie jest więc rynkiem dojrzałym, lecz rynkiem wczesnej fazy ekspansji, którego atrakcyjność wynika z warunków wejścia, a nie z istniejącej skali.

Data center stanowią złożone inwestycje z pogranicza sektora usług i przemysłu. Wymagają one specyficznych warunków lokalizacyjnych, a w zależności od okresu powstania charakteryzują się dużym zróżnicowaniem rozwiązań projektowych i technologicznych. Lokalizacja nowoczesnych obiektów tego typu w danym regionie może sprzyjać rozwojowi gospodarczemu, generując efekt synergii z istniejącymi przedsiębiorstwami i przyciągając nowe inwestycje. Coraz więcej sektorów uzależnia swoje działanie od infrastruktury centrów danych, ponieważ rośnie skala cyfryzacji usług oraz ilość danych generowanych w działalności publicznej, komercyjnej i naukowej. Zwiększa się udział procesów realizowanych online, co tworzy potrzebę stabilnego zaplecza obliczeniowego. W sektorze edukacji i nauki wzrost ten wynika z rosnącej liczby dużych zbiorów danych badawczych, które muszą być przechowywane i przetwarzane w wyspecjalizowanym środowisku.

W odpowiedzi na te globalne tendencje, ale również przyszłe lokalne potrzeby, województwo zachodniopomorskie jako region o wysokich ambicjach rozwoju technologicznego i infrastrukturalnego, zleciło opracowanie raportu „Ocena potencjału inwestycyjnego dla Data Centers na Pomorzu Zachodnim”. Dokument ten ma stanowić wskazówkę dla decydentów i inwestorów, prezentując potencjał regionu w zakresie lokalizacji nowych centrów danych.

1.2. CEL I ZAKRES ANALIZY

Raport ma odpowiedzieć na kluczowe pytanie: czy województwo zachodniopomorskie posiada realne warunki do wejścia na rynek centrów danych, a jeśli tak, to w jakim modelu i skali. Celem opracowania jest kompleksowa ocena potencjału inwestycyjnego województwa zachodniopomorskiego obejmująca analizę i ocenę:

- optymalnych lokalizacji centrów danych;
- potencjalnych korzyści związanych z pojawieniem się centrów danych;
- czynników wpływających na rozwój rynku centrów danych.

Analiza obejmuje zarówno identyfikację warunków sprzyjających rozwojowi tej infrastruktury, jak i barier, które mogą hamować jej powstawanie. Raport ma umożliwić ocenę warunków oferowanych przez region pod kątem możliwości realizacji inwestycji przy akceptowalnym poziomie ryzyka i kosztów wejścia.

Dobór działań badawczych został tak zaprojektowany, aby w sposób kompleksowy odpowiedzieć na potrzeby informacyjne decydentów regionalnych oraz potencjalnych inwestorów. Zakres rzeczowy badania obejmuje: warunki klimatyczne i topograficzne, zasoby ludzkie, infrastrukturę energetyczną, telekomunikacyjną i transportową, a także prognozy rozwoju rynku, zapotrzebowanie na usługi centrów danych oraz aspekty społeczne. W analizie szczególny nacisk położono na uwarunkowania energetyczne oraz telekomunikacyjne, które są kluczowymi czynnikami wpływającymi na wybór lokalizacji dla obiektów centrów danych. Tym samym aspekty te wymagają pogłębienia i uwzględnienia lokalnej specyfiki na poziomie powiatów oraz gmin. Zakres terytorialny raportu koncentruje się na województwie zachodniopomorskim, z odniesieniem porównawczym do wybranych regionów Polski (woj. pomorskie) i Europy Środkowej (Meklemburgia-Pomorze Przednie).

1.3. METODYKA ANALIZY

Metody i techniki badawcze zastosowane w niniejszym opracowaniu zostały dobrane w sposób zapewniający spójną ocenę uwarunkowań lokalizacyjnych, środowiskowych, infrastrukturalnych i instytucjonalnych dla rozwoju rynku usług centrów danych w województwie zachodniopomorskim. Przyjęta metodyka ma charakter diagnostyczno-porównawczy i służy identyfikacji potencjałów oraz barier związanych z lokalizacją inwestycji w infrastrukturę centrów danych.

Proces analityczny został podzielony na sześć etapów, obejmujących kolejno: zebranie i uporządkowanie danych wejściowych, analizę danych ilościowych i jakościowych, analizę porównawczą, prognozowanie oraz sformułowanie rekomendacji. Poniższa tabela przedstawia logiczny układ procesu wraz z przypisaniem funkcji analitycznej poszczególnym etapom.

Tabela 1. Metodyka analizy „Ocena potencjału inwestycyjnego dla Data Centers na Pomorzu Zachodnim”.

Etap	Metody i techniki badawcze	Rezultaty	Znaczenie analityczne
Etap 1. Programowanie badania i zebranie danych wejściowych.	- desk research - mapowanie interesariuszy	- Zbiór źródeł literatury i danych statystycznych (m.in. regionalne, ponadlokalne lokalne dokumenty strategiczne, literatura naukowa, raporty UKE, PFR, Eurostat, GUS, branżowe white papers). - Mapa aktorów zaangażowanych w rozwój rynku Data Centers. - Wstępna lista trendów.	Zbudowanie ram kontekstowych dla dalszych analiz.
Etap 2. Analiza danych ilościowych zastanych.	analiza danych statystycznych	Ocena kapitałów terytorialnych Pomorza Zachodniego.	Identyfikacja ograniczeń i zasobów rozwojowych regionu.
Etap 3. Analiza danych jakościowych zastanych.	- analiza przestrzenna - analiza PESTEL	- Mapa czynników rozwoju data center w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. - Ocena kapitałów terytorialnych Pomorza Zachodniego. - Identyfikacja trendów.	Identyfikacja ryzyk systemowych i czynników strukturalnych.

Etap	Metody i techniki badawcze	Rezultaty	Znaczenie analityczne
Etap 4. Analiza porównawcza (benchmarking).	porównawcza analiza wskaźnikowa (benchmark)	Pozycjonowanie województwa zachodniopomorskiego względem woj. pomorskiego i Meklemburgii-Pomorza Przedniego.	Określenie relatywnej atrakcyjności lokalizacyjnej regionu.
Etap 5. Prognozowanie.	ankieta delficka	- Synteza szans i zagrożeń dla rozwoju rynku. - Perspektywa przyszłości rynku data center w perspektywie 10 lat.	Weryfikacja kierunków rozwoju w oparciu o wiedzę ekspercką.
Etap 6. Sformułowanie rekomendacji.	- synteza wyników analiz - warsztat wewnętrzny	Rekomendacja na rzecz rozwoju rynku data center w regionie.	Przełożenie wyników analitycznych na wnioski operacyjne.

Źródło: opracowanie własne.

Należy przy tym zaznaczyć, że techniki badawcze wykorzystane w analizie – takie jak ankieta delficka, wieloetapowa analiza przestrzenna oraz szczegóły i ograniczenia analiz statystycznych w omawianych obszarach – zostały szczegółowo opisane w dedykowanych im rozdziałach analitycznych. W tych sekcjach przedstawiono ich założenia, przebieg oraz sposób interpretacji uzyskanych wyników.



02

TENDENCJE I TRAJEKTORIE W ROZWOJU RYNKU DATA CENTER

2.1. PROGNOZY I CZYNNIKI NAPĘDZAJĄCE GLOBALNY RYNEK CENTRÓW DANYCH

Rynek centrów danych (data center) wchodzi w fazę intensywnego wzrostu, który jest związany z rosnącym zapotrzebowaniem na moc obliczeniową. Globalna wartość rynku centrów danych w 2024 r. szacowana jest na 347,60 mld dolarów, a prognozy wskazują, że do 2030 r. wzrośnie do 652,01 mld dolarów¹. Roczne wydatki na budowę centrów danych w USA mają przekroczyć 50 mld dolarów do 2030 roku². Na przestrzeni ostatnich lat rynek ten podwajał się co pięć lat. Obecne prognozy PwC wskazują, że w USA roczna stopa wzrostu wyniesie około 17%, co pozwoli osiągnąć 54 GW mocy zainstalowanej w 2029 roku. Tempo rozwoju dodatkowo przyspieszają inwestycje największych firm technologicznych. Microsoft, Google, Meta, Amazon czy Vantage Data Centers realizują projekty hiperskalowe, czyli kampusy centrów danych o bardzo dużej skali, wysokiej mocy i elastyczności. Z jednej strony podnosi to standardy techniczne w sektorze, ale również stopniowo wypycha nowe inwestycje poza rynki pierwszego wyboru.

**GLOBALNA WARTOŚĆ
RYNKU CENTRÓW
DANYCH W 2024 R.
SZACOWANA JEST NA**

**347,60
MLD**

**DOLARÓW, PROGNOZY
WSKAZUJĄ, ŻE DO 2030 R.
WZROŚNIE DO
652,01 MLD DOLARÓW.**

Dynamika wzrostu idzie więc w parze z rosnącym zróżnicowaniem regionalnym. Ameryka Północna, Europa i Australia wciąż pozostają kluczowymi ośrodkami inwestycyjnymi, korzystając z rozwiniętej infrastruktury, wysokiego poziomu cyfryzacji i stabilnych ram regulacyjnych. Jednocześnie region Azji i Pacyfiku oraz Ameryki Południowej przeżywa gwałtowny wzrost dzięki dynamicznej urbanizacji i państwowym programom strategicznym. Coraz większą aktywność obserwuje się także w krajach Afryki, które przyciągają inwestorów zainteresowanych wykorzystaniem rynków wschodzących, jednak ich obecny udział jest niewielki.

Przyczyną tak intensywnego rozwoju rynku centrów danych jest gwałtownie rosnące zapotrzebowanie na moc obliczeniową spowodowaną dynamicznym rozwojem technologii i cyfryzacji gospodarki. Proces ten przyspieszył w okresie pandemii COVID-19, kiedy skokowy wzrost wykorzystania usług zdalnych i chmurowych podniósł presję na infrastrukturę centrów danych. W tym okresie następował gwałtowny wzrost zapotrzebowania na usługi IT, rozwiązania do tworzenia kopii zapasowych oraz systemy odtwarzania po awarii. Wzrost popularności usług e-commerce, e-zdrowia, e-edukacji i e-administracji prowadzi do gwałtownego zwiększenia ilości danych, które muszą być przechowywane i analizowane w sposób bezpieczny oraz zgodny z przepisami o ochronie danych osobowych.

W rezultacie centra danych przekształciły się z infrastruktury wspierającej usługi IT w strategiczny filar funkcjonowania współczesnej gospodarki cyfrowej. Obecnie na ich rozwój wpływa szereg wzajemnie powiązanych ze sobą czynników, które kształtują zarówno podaż, jak i popyt na zasoby obliczeniowe, powierzchnię kolokacyjną i rozwiązania chmurowe³. Poniżej przedstawiono kluczowe siły napędzające, które wspierają ekspansję rynku centrów danych.

ROZWÓJ INFRASTRUKTURY ŚWIATŁOWODOWEJ

Jest to jeden z kluczowych warunków funkcjonowania rynku centrów danych. Szybkie i niezawodne połączenia optyczne umożliwiają łączenie ośrodków w klastry, zwiększają ich przepustowość i pozwalają na bezproblemową obsługę rosnącej liczby klientów. Rozwój sieci światłowodowej jest również podstawą wdrożenia usług chmurowych i technologii 5G, które wymagają stabilnych, wysokoprzepustowych kanałów transmisji danych. Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem coraz częściej pojawiają się ograniczenia przepustowości i dostępności redundantnych łączy.

USŁUGI CHMUROWE

Usługi te są jednym z najważniejszych motorów wzrostu rynku. Całkowicie zmieniły sposób, w jaki przedsiębiorstwa zarządzają swoimi zasobami informatycznymi. Coraz więcej firm rezygnuje z utrzymywania lokalnych serwerowni na rzecz zewnętrznych centrów danych, oferujących elastyczne i skalowalne zasoby obliczeniowe. Chmury publiczne i prywatne generują popyt na centra danych o wysokiej niezawodności, dostępności i bezpieczeństwie. Zjawisko to szczególnie widoczne jest w segmencie obiektów hiperskalowych, budowanych przez globalnych dostawców usług takich jak Amazon Web Services, Microsoft Azure czy Google Cloud, którzy lokują swoje inwestycje w strategicznych lokalizacjach na całym świecie.

SZTUCZNA INTELIGENCJA

Kluczowym motorem napędowym staje się też technologia Sztucznej Inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML). Trening modeli generatywnych wymaga obciążeń obliczeniowych, które wielokrotnie przewyższają te charakterystyczne dla tradycyjnych aplikacji IT. AI generuje więc zapotrzebowanie na infrastrukturę o wysokiej wydajności, która może obsługiwać równoległe procesy i złożone modele analityczne. Jednocześnie wymagania dotyczące szybkości i niezawodności powodują, że operatorzy centrów danych inwestują w nowoczesne rozwiązania sprzętowe i optymalizację energetyczną⁴.

TECHNOLOGIA 5G

Technologia 5G zwiększa prędkość transmisji danych i redukuje opóźnienia w komunikacji. Umożliwia to funkcjonowanie aplikacji czasu rzeczywistego, w takich obszarach jak przemysł 4.0, IoT, pojazdy autonomiczne oraz w innych sektorach. Rozwój sieci piątej generacji sprzyja także rozbudowie infrastruktury brzegowej (edge computing), czyli centrów danych, zlokalizowanych bliżej użytkownika końcowego, co pozwala na szybsze przetwarzanie informacji. W efekcie zwiększa się liczba urządzeń podłączonych do sieci, co generuje dalszy przyrost danych i zapotrzebowanie na przetwarzanie w czasie rzeczywistym⁵.

INTERNET RZECZY

Internet Rzeczy (IoT) zwiększa skalę generowanych danych i intensyfikuje presję na rozwój infrastruktury o niskich opóźnieniach przetwarzania. Urządzenia IoT działające w różnych sektorach – od przemysłu i logistyki po zdrowie i transport – generują ogromne ilości informacji, które muszą być szybko analizowane i przetwarzane. Aby sprostać wymaganiom niskich opóźnień, niezbędne staje się tworzenie rozproszonych centrów danych blisko źródeł danych, co jeszcze bardziej przyspiesza rozwój infrastruktury brzegowej⁶.

EDGE COMPUTING

Edge computing to model obliczeniowy, który przenosi przetwarzanie i przechowywanie danych bliżej ich źródeł, zamiast wysyłać dane do scentralizowanej chmury. Dzięki temu umożliwia rozwój systemów wymagających natychmiastowej reakcji, takich jak autonomiczne pojazdy, inteligentne fabryki, zarządzanie energią czy miejskie systemy bezpieczeństwa. W efekcie technologie brzegowe działają jak katalizator, zwiększają liczbę operacji wykonywanych lokalnie, ale jednocześnie generują większy wolumen danych i złożoność procesów, które muszą być obsługane przez duże centra danych.

Powyższe czynniki nie tylko warunkują obecne inwestycje, ale sugerują, że znajdujemy się dopiero na początku drogi dynamicznego rozwoju. Wraz z rozwojem sektora wzrasta także podaż powierzchni kolokacyjnej. Obejmują one udostępnianie klientom przestrzeni, mocy przyłączeniowej oraz infrastruktury technicznej w centrum danych, co umożliwia lokowanie własnego sprzętu, takiego jak serwery, macierze czy urządzenia sieciowe. Nowe kampusy budowane przez Atman, DATA4 czy Vantage oferują infrastrukturę dostosowaną do potrzeb biznesu i instytucji publicznych. Jednocześnie wysoki poziom zajętości istniejących obiektów, sięgający często powyżej 70%, wskazuje na utrzymujący się niedobór powierzchni serwerowej i potrzebę dalszej ekspansji⁷.

Równolegle z rozwojem centrów danych, rozwija się trend związany z ich efektywnością energetyczną i integracją z lokalnymi systemami ciepłowniczymi. Współczesne obiekty coraz częściej wykorzystują technologie odzysku ciepła odpadowego oraz chłodzenie ciecżą, co pozwala obniżyć koszty eksploatacji i zmniejszać ślad węglowy^{8,9}. W tym kontekście coraz większego znaczenia nabierają regiony dysponujące stabilnymi, niskoemisyjnymi źródłami energii. Województwo zachodniopomorskie, charakteryzujące się wysokim udziałem odnawialnych źródeł energii oraz rozwijającą się infrastrukturą przesyłową, jest potencjalnym regionem dla inwestycji wymagających dużej, stabilnej mocy oraz niskoemisyjnego profilu energetycznego.”



Prognozy dla globalnego rynku potwierdzają fundamentalną zmianę paradygmatu w kierunku zrównoważonego rozwoju. Ponad sto organizacji branżowych i operatorów centrów danych w Europie podpisało deklarację Climate Neutral Data Centre Pact, której celem jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2030 roku¹⁰. Trend ten zbiega się z rosnącym znaczeniem efektywności energetycznej, redukcji śladu węglowego oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Centra danych, jako infrastruktura wysoko energochłonna, stają się obecnie przestrzenią innowacji w zakresie chłodzenia, magazynowania energii i wykorzystania odpadów ciepłych. Jednakże ich stały wzrost stanowi wyzwanie dla systemów elektroenergetycznych i wymaga integracji rozwiązań niskoemisyjnych.

2.2. PROGNOZY I CZYNNIKI ROZWOJU RYNKU W EUROPIE ORAZ W POLSCE

W Europie zauważalne jest przesunięcie geograficzne inwestycji. Przez wiele lat rdzeń rynku stanowiły tzw. lokalizacje FLAPD (Frankfurt, Londyn, Amsterdam, Paryż i Dublin), które tworzyły kręgosłup infrastruktury cyfrowej kontynentu. Obecnie jednak z uwagi na ograniczenia przestrzenne, problemy z dostępnością energii i restrykcje urbanistyczne w tych metropoliach, uwaga inwestorów przesuwa się w kierunku rynków drugorzędnych – do krajów nordyckich, Hiszpanii, Włoch, Austrii, Belgii, Polski czy Szkocji¹¹. Dane CBRE wskazują, że w II kwartale 2024 roku wskaźnik wolnej powierzchni w ośrodkach FLAPD spadł poniżej 10%, co potwierdza wysokie nasycenie i konieczność poszukiwania nowych lokalizacji¹². W konsekwencji rynki takie jak Warszawa, Wiedeń czy Madryt zaczynają stopniowo redukować dystans do metropolii pierwszej kategorii, przyciągając duże projekty hiperskalowych operatorów, takich jak Google czy Microsoft.

Rosnące znaczenie dostępności zielonej energii oraz unijne fundusze wspierające transformację cyfrową i energetyczną umożliwiają budowę nowoczesnych, energooszczędnych obiektów. Jednocześnie nowe regulacje UE, kształtują standardy projektowania i zarządzania centrami danych, promując bezpieczeństwo, efektywność i zrównoważony rozwój. Hiszpania jest przykładem rozwoju rynku centrów danych za sprawą dostępności i cen energii, ale również dzięki wykorzystaniu jej bezemisyjnych źródeł. Osiągnięto to za sprawą dużych inwestycji w OZE i odcięcia cen energii od cen gazu ziemnego, co doprowadziło do drastycznego obniżenia wpływ paliw kopalnych na cenę energii elektrycznej¹³. Tym samym w pierwszej połowie 2025 r. Hiszpania stała się krajem z ósmą najtańszą energią elektryczną dla konsumentów niebędących gospodarstwami domowymi w UE¹⁴. Dla operatorów centrów danych wiąże się to z korzyściami ekonomicznymi, środowiskowymi, ale również wizerunkowymi, co zaowocowało dużą kumulacją inwestycji w Madrycie i Aragonii.

Wyczerpywanie się potencjału rynków zachodnioeuropejskich (FLAPD) kieruje uwagę inwestorów również w stronę Europy Środkowo-Wschodniej oraz Europy Północnej, ze szczególnym uwzględnieniem regionów umożliwiających obniżenie kosztów energii poprzez wykorzystanie potencjału warunków klimatycznych do chłodzenia, a także dzięki rosnącemu udziałowi OZE.

Polska jest największym rynkiem centrów danych w Europie Środkowo-Wschodniej i pełni funkcję regionalnego węzła, korzystając z położenia geograficznego, rozwiniętej infrastruktury światłowodowej oraz dostępu do rynków sąsiednich. Istotnym atutem Polski jest dostęp do wykwalifikowanej kadry IT. W ostatnich latach odnotowuje również skokowy wzrost mocy dostępnej w segmencie usług kolokacyjnych. W 2024 roku łączna moc centrów danych w Polsce wynosiła około 200 MW¹⁵, a według prognoz PMR do 2030 roku ma sięgnąć 500 MW. Oznacza to niemal potrojenie zasobów w ciągu siedmiu lat i roczną dynamikę wzrostu rzędu 18%. Wartość rynku usług wyniosła w 2024 roku 3,31 mld zł, a prognozy wskazują, że do 2029 roku wzrośnie do 6 mld zł¹⁶.

**POLSKA JEST
NAJWIĘKSZYM
RYNKIEM CENTRÓW
DANYCH W EUROPIE
ŚRODKOWO-
WSCHODNIEJ
I PEŁNI FUNKCJĘ
REGIONALNEGO
WĘZŁA,
KORZYSTAJĄC
Z POŁOŻENIA
GEOGRAFICZNEGO,
ROZWINIĘTEJ
INFRASTRUKTURY
ŚWIATŁOWODOWEJ
ORAZ DOSTĘPU
DO RYNKÓW
SĄSIEDNICH.**

W Polsce obecni są już globalni liderzy sektora, tacy jak Atman WAW-3, Equinix, EdgeConneX, DATA4 czy Vantage Data Centers, a także inwestorzy *hyperscale*, w tym Microsoft i Google¹⁷. Polski rynek data center, stymulowany tymi trendami, na koniec 2024 roku osiągnął łączną powierzchnię przeznaczoną pod instalację sprzętu IT około 119 tysięcy m², utrzymując jednocześnie wysoki wskaźnik wypełnienia na poziomie 70–72%¹⁸. Oznacza to, że dynamicznemu wzrostowi podaży towarzyszy stale rosnący popyt.

Jednym z popularnych standardów klasyfikacji centrów danych jest klasyfikacja TIER (według Uptime Institute)¹⁹, opierająca się na poziomach dostępności usług:

- **Tier I** oznacza podstawowy system z jednym torem zasilania i bez redundancji, w którym prace serwisowe powodują przerwy w działaniu, a dostępność pozostaje najniższa spośród wszystkich poziomów.
- **Tier II** to system z podstawową redundancją (N+1) kluczowych komponentów, zapewniający nieco wyższą dostępność, lecz nadal wymagający planowych wyłączeń podczas prac serwisowych.
- **Tier III** to system umożliwiający prowadzenie serwisu bez przerywania pracy dzięki dwóm torom zasilania i pełnej redundancji infrastruktury, co znacząco ogranicza liczbę potencjalnych punktów awarii.
- **Tier IV** to system w pełni odporny na uszkodzenia, oparty na równoległe działających, całkowicie zdublowanych układach, który eliminuje pojedyncze punkty awarii i zapewnia najwyższą dostępność.

Polska klasyfikowana jest jako rynek typu *Tier II*, co oznacza, że znajduje się w fazie intensywnego rozwoju i stanowi kierunek potencjalnego wzrostu inwestycji w infrastrukturę centrów danych. Jak wskazuje *Mapa trendów Data Center w Polsce 2024*, kraj ten postrzegany jest jako obiecujący ośrodek rozwoju, mogący w nadchodzących latach stać się znaczącym pomostem pomiędzy Europą Zachodnią a rynkami Europy Wschodniej. Rozwojowi sprzyja połączenie rosnącego sektora informatycznego i energetycznego oraz wysokich kompetencji inżynierskich, które budują przewagi konkurencyjne Polski²⁰.

Równocześnie należy wskazać na szereg barier, które ograniczają tempo rozwoju rynku. Do najważniejszych należy niestabilność polityczna w państwach regionu Europy Środkowo-Wschodniej, utrudniająca długoterminowe planowanie inwestycji. Istotnym czynnikiem ryzyka jest sytuacja geopolityczna, zwłaszcza napięcia związane z agresją Rosji i toczącą się wojną hybrydową, które wpływają na postrzeganie regionu jako mniej przewidywalnego. Problematiczne są również wysokie koszty energii, co znacząco podnosi

**CORAZ WIĘKSZEGO ZNACZENIA
NABIERA LOKALIZACJA
NOWYCH OBIEKTÓW POZA
OBSZAREM STOŁECZNYM.
WOJEWÓDZTWA TAKIE JAK
WIELKOPOLSKIE, POMORSKIE
CZY ZACHODNIOPOMORSKIE
MOGĄ ZYSKIWAĆ NA ZNACZENIU
JAKO „ZIELONA ALTERNATYWA”
Z WYSOKIM POTENCJAŁEM OZE.**



koszty eksploatacji centrów danych. Nie bez znaczenia pozostaje także niższy potencjał gospodarczy Europy Środkowo-Wschodniej w porównaniu z krajami zachodnimi. Jednak pomimo tych wyzwań, warunki klimatyczne, rosnąca aktywność inwestycyjna, wsparcie instytucjonalne oraz systematyczna poprawa jakości infrastruktury wskazują, że region ten ma realną szansę stać się jednym z kilku filarów europejskiej gospodarki cyfrowej w nadchodzącej dekadzie. Tym samym region ten stanowi uzupełnienie dla inwestycji w Europie Zachodniej i Północnej.

Jednocześnie w największych ośrodkach, w szczególności w aglomeracji warszawskiej, obserwuje się rosnącą presję na zasoby, w tym ograniczoną dostępność terenów inwestycyjnych, wysoką konkurencję o moce przyłączeniowe oraz rosnące ceny gruntów. Coraz większego znaczenia nabiera lokalizacja nowych obiektów poza obszarem stołecznym. Województwa takie jak wielkopolskie, pomorskie czy zachodniopomorskie mogą zyskiwać na znaczeniu jako „zielona alternatywa” z wysokim potencjałem OZE. Jednocześnie inwestorów zainteresowanych województwem zachodniopomorskim może zachęcić dostęp do terenów przemysłowych, a także chłodniejszy klimat sprzyjającego efektywnemu chłodzeniu. Ponadto atutem regionu jest bliskość zamożnych rynków Europy Zachodniej z relatywnie niższymi kosztami pracy i inwestycji, co dodatkowo zwiększa jego konkurencyjność.



Analiza europejskich i krajowych trendów wskazuje, że Polska wchodzi w fazę przyspieszonego rozwoju sektora centrów danych, napędzaną rosnącym zapotrzebowaniem na moc obliczeniową, inwestycjami operatorów *hyperscale* oraz wyczerpywaniem się pojemności rynków FLAPD. Prognozy do 2030 roku pokazują, że krajowy rynek niemal potroi swoją moc, a jednocześnie można oczekiwać dalszego przyspieszenia inwestycji, intensywnej konkurencji o zasoby oraz ewolucji modeli operacyjnych w kierunku neutralności klimatycznej. W nadchodzących latach kluczowego znaczenia nabiorą lokalizacje poza regionem stołecznym, co wynika z rosnącej presji na zasoby Warszawy oraz ograniczeń infrastrukturalnych największych aglomeracji. Na znaczeniu zyskają regiony oferujące chłodniejszy klimat, rozwiniętą infrastrukturę i potencjał do budowy zielonych centrów danych opartych na OZE. W tym kontekście województwo zachodniopomorskie wyróżnia się jako jedna z najbardziej perspektywicznych lokalizacji w kraju, posiadając zdolność do wspierania rozwoju niskoemisyjnej infrastruktury cyfrowej.

2.3. UWARUNKOWANIA WZROSTU I WYBORU LOKALIZACJI

W kontekście zmieniających się strategii lokalizacyjnych kluczowe staje się zrozumienie, które czynniki w największym stopniu wzmacniają rozwój rynku centrów danych, a które go ograniczają. Wyniki analizy trendów wskazują, że branża centrów danych wchodzi w fazę dynamicznego wzrostu, napędzaną równolegle przez transformację technologiczną, presję energetyczną i regulacyjną oraz zmianę modeli biznesowych. W nadchodzących latach spodziewane jest przesunięcie inwestycji w kierunku regionów oferujących stabilne i niskoemisyjne źródła energii oraz możliwość budowy infrastruktury zgodnej z wymaganiami AI i chmury. W ujęciu regionalnym istotne jest zatem rozważenie lokalnych zasobów w odniesieniu do czynników rozwoju. Z tego powodu w ramach projektu wyznaczono kluczowe uwarunkowania wyboru lokalizacji, wykorzystując badanie delfickie z udziałem ekspertów branżowych.

2.3.1. TRENDY KSZTAŁTUJĄCE POLSKI RYNEK CENTRÓW DANYCH

Na polski rynek data center oddziałuje szereg trendów opisanych w publikacji *Mapa trendów Data Center w Polsce 2024*, opracowanej przez Instytut Spraw Cyfrowych i Forum Prawo dla Rozwoju. Zjawiska opisane w raporcie wskazuje, że rynek centrów danych wchodzi w fazę intensywnej transformacji napędzanej przez cyfryzację, rozwój AI oraz rosnące znaczenie usług chmurowych. Kluczowym kierunkiem zmian jest potrzeba zapewnienia większej elastyczności operacyjnej i finansowej, przy jednoczesnym zwiększaniu efektywności energetycznej i poziomu bezpieczeństwa.

Branża stoi przed wyzwaniami związanymi z niską świadomością ekologiczną oraz koniecznością dostosowania się do nowych regulacji prawnych. Przechowywanie danych w kraju i rozwój krajowych inwestycji technologicznych przyczyniają się do zwiększenia bezpieczeństwa informacji oraz wzmacniają suwerenność technologiczną państwa. Poniżej przedstawiono zestawienie trzynastu trendów zdefiniowanych dla rynku centrów danych w Polsce:

Tabela 2. Trendy na rynku centrów danych w Polsce.

Trend	Opis	Znaczenie dla rynku Data Center
Dominacja chmury (Cloud Dominance Era)	Chmura obliczeniowa stała się podstawą infrastruktury IT, a popularność usług PaaS i SaaS rośnie.	Wzrost zapotrzebowania na elastyczną, skalowalną infrastrukturę centrów danych.
Transformacja AI (Intelligence-Driven Transformation)	Firmy wdrażają AI i ML, wymagając infrastruktury obsługującej zaawansowane technologie.	Konieczność modernizacji centrów danych i zwiększania mocy obliczeniowych.
Rewolucja kwantowa (Quantum Data Revolution)	Technologie kwantowe zyskują zainteresowanie, co wymusza rozwój nowej infrastruktury i standardów bezpieczeństwa.	Przygotowanie sektora na przyszłe zmiany technologiczne i nowe modele obliczeń.
Niski poziom eko-świadomości (Low Eco)	Niewielu inwestorów planuje wdrażać rozwiązania zrównoważonego rozwoju.	Potrzeba zwiększenia świadomości i wsparcia dla zielonych technologii w data center.
Priorytet energii (Rule of Energy)	Efektywność energetyczna to kluczowy priorytet dla większości firm.	Presja na optymalizację zużycia energii i redukcję emisji CO ₂ .
Bezpieczeństwo ponad wszystko (Safety First)	Ochrona danych pozostaje najważniejszym kryterium wyboru dostawcy usług.	Rosnące inwestycje w cyberbezpieczeństwo i zabezpieczenia fizyczne obiektów.

Trend	Opis	Znaczenie dla rynku Data Center
Powrót do fundamentów (Back to Basics)	Firmy koncentrują się na modernizacji istniejącej infrastruktury.	Tworzenie solidnych podstaw pod rozwój nowych technologii.
Czas subskrypcji (Subscription Time)	Wzrasta popularność modelu subskrypcyjnego w usługach IT.	Zmiana modeli biznesowych i większa elastyczność oferty dostawców.
Elastyczność kosztów (Flexible Cost Evolution)	Firmy dążą do dostosowania kosztów IT do zmiennych potrzeb biznesowych.	Rozwój usług chmurowych i skalowalnych modeli opłat.
Eko-Prawo (Environmental Law)	Nowe regulacje, takie jak ETS 2, wymuszają podniesienie efektywności energetycznej.	Konieczność dostosowania infrastruktury do wymogów środowiskowych.
Relokalizacja (Go Local)	Wymogi lokalizacji danych zwiększają znaczenie krajowej infrastruktury.	Wzrost inwestycji w lokalne centra danych i zgodność z przepisami RODO.
Era NIS (NIS Era)	Dyrektywa NIS 2 podnosi standardy cyberbezpieczeństwa.	Zwiększone inwestycje w ochronę systemów i zgodność regulacyjną.
REIT centrów danych (Data Center REIT)	Model REIT otwiera nowe źródła finansowania inwestycji w centra danych.	Możliwość przyciągnięcia kapitału i rozwoju rynku inwestycyjnego w Polsce.

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Mapa trendów Data Center w Polsce 2024”²¹.

Natomiast w raporcie „Rynek usług data center w Polsce 2025” firmy Audytel analiza wskazuje, że rynek wchodzi w fazę przyspieszenia po okresie stabilniejszego wzrostu, a jego dynamika wynika z równoległego oddziaływania czynników technologicznych, regulacyjnych, ekonomicznych i środowiskowych, w tym:

- nowe wymogi Unii Europejskiej, w tym: akt delegowany EED z marca 2024 roku, które wprowadzają obowiązek szczegółowego raportowania parametrów działalności centrów danych i promują standardy efektywności energetycznej oraz niskoemisyjności;
- inwestycje w zieloną energię, technologie ograniczające zużycie wody i energii oraz w rozwiązania umożliwiające odzysk ciepła ze strony operatorów centrów danych, co może prowadzić do współpracy z sektorami ciepłowniczymi;
- oczekiwania rynkowe w zakresie zgodności z ESG oraz dążenie firm do neutralności klimatycznej;
- wzrost pracy zdalnej i hybrydowej, cyfryzacja przedsiębiorstw oraz migracją systemów IT do chmury i profesjonalnych centrów danych.

Jednocześnie przyspieszenie rynku ujawnia bariery systemowe. Skala wniosków o przyłączenia energetyczne znacząco przekracza dotychczasowe prognozy, co pokazuje gwałtowny rozwój sektora i rosnące zainteresowanie inwestorów, ale również prowadzi do rosnącej kolejki wniosków przyłączeniowych.

2.3.2. HIERARCHIA CZYNNIKÓW WPŁYWU

Na potrzeby niniejszego raportu przeprowadzono dwurundową ankietę metodą delficką z udziałem ekspertów związanych z rynkiem centrów danych. Celem ankiety było wyznaczenie czynników, które będą miały największy wpływ na rozwój branży w Polsce w perspektywie 10 lat, a także określenie prawdopodobieństwa rozwoju każdego z nich.

W badaniu delfickim udział wzięł zróżnicowany zespół ekspercki, obejmujący przedstawicieli sektora publicznego, branży infrastruktury cyfrowej, energetyki, nauki oraz biznesu technologicznego. Respondentami byli przedstawiciele sektora prywatnego, publicznego i uczelni, którzy specjalizują się w budowie i operacjach

obiektów data center, przetwarzaniu danych, AI, usługach chmurowych, podejściu do odpowiedzialnych technologii, przyciąganiu inwestorów, innowacjach, logistyce oraz inżynierii morskiej i lądowej. W badaniu uczestniczyli także menedżerowie odpowiedzialni za rozwój produktów IT, przedstawiciele Polskiego Towarzystwa Informatycznego, eksperci w dziedzinie odpowiedzialnych technologii, innowacji i ekonomii Data Center, a także specjaliści związani z architekturami chmurowymi i bezpieczeństwem cyfrowym. Bardzo ważnym aspektem był również udział reprezentantów instytucji energetycznych i środowiskowych, a także przedstawiciele Instytutu Łączności oraz branży chłodnictwa i klimatyzacji. Tak szeroki przekrój kompetencji umożliwił wieloaspektową ocenę czynników wpływających na lokalizację i rozwój centrów danych, łącząc perspektywy technologiczne, energetyczne, regulacyjne, biznesowe i środowiskowe.

W pierwszej rundzie eksperci oceniali czynniki zidentyfikowane na podstawie analizy literatury, natomiast w drugiej rundzie uzupełniali je o własne wskazania. Czynniki były oceniane w dwóch wymiarach: skali wpływu na rozwój rynku (1–5, gdzie 5 oznacza bardzo wysoki wpływ) oraz prawdopodobieństwa dalszego rozwoju danego zjawiska (0% - 100%, gdzie 100% oznacza bardzo wysokie prawdopodobieństwo rozwoju zjawiska). Badanie metodą delficką ujawniło wyraźną hierarchię czynników determinujących rozwój sektora centrów danych w Polsce według znaczenia inwestycyjnego. Do grupy czynników o najwyższym znaczeniu systemowym zaliczono te, które wywierają największy wpływ na decyzje inwestycyjne i funkcjonowanie rynku centrów danych. Wysoka ocena wpływu nie zawsze oznacza jednoznaczne wskazanie kierunku zmiany; w niektórych przypadkach eksperci podkreślali istotność czynnika, jednocześnie wskazując na niskie prawdopodobieństwo rozwoju jego przyszłej trajektorii. Oznacza to, że czynniki mają bardzo duże znaczenie, lecz mogą rozwijać się w różnych, nie w pełni przewidywalnych kierunkach.

Tabela 3. Wyniki oceny czynników przez ekspertów w badaniu delfickim.

Czynnik	Średnia wpływu	Udział odpowiedzi wskazujących wysokie prawdopodobieństwo (>50%)
Czynniki o najwyższej sile oddziaływania na rynek centrów danych, które według ekspertów wyznaczają dominujące kierunki presji inwestycyjnej w nadchodzących latach.		
Wzrost znaczenia stabilności i dostępności sieci energetycznej dla lokalizacji nowych centrów danych.	4,67	83%
Stabilność polityki energetycznej państwa.	4,50	67%
Stabilizacja cen energii dla obiektów typu data centers w Polsce.	4,42	33%
Wzrost kosztów chłodzenia infrastruktury serwerowej w centrach danych.	4,08	67%
Zaostrzenie regulacji prawnych dot. lokalnego przechowywania danych.	4,00	67%
Czynniki o średnio-wysokim znaczeniu, modulujące przebieg i koszty projektów, bez decydującego wpływu na ich wykonalność.		
Wzrost efektywności energetycznej (spadek wskaźnika PUE) dzięki wdrażaniu nowych technologii chłodzenia i zarządzania energią.	3,92	83%
Wzrost wykorzystania rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji jako stymulanta rozwoju rynku data center.	3,83	83%
Wzrost dostępności istniejącej infrastruktury odnawialnych źródeł energii (OZE).	3,83	58%
Wzrost dostępności redundantnych połączeń światłowodowych o niskim opóźnieniu w przepływie.	3,83	83%

Czynnik	Średnia wpływu	Udział odpowiedzi wskazujących wysokie prawdopodobieństwo (>50%)
Powstająca możliwość poboru energii z reaktorów jądrowych, szczególnie małych reaktorów jądrowych (SMR).	3,82	45%
Rosnące zapotrzebowanie na przestrzeń chmurową ze strony sektora publicznego.	3,82	82%
Przyspieszenie uzyskania pozwoleń przyłączeniowych i zgód budowlanych dla nowych obiektów.	3,82	36%
Postępująca cyfryzacja usług publicznych.	3,67	100%
Wzrost kosztów związanych z ograniczeniami przyłączeniowymi do sieci energetycznych.	3,67	58%
Spadek dostępności wykwalifikowanej kadry technicznej i inżynierskiej.	3,67	42%
Spadek dostępności elementów hardware'u i możliwości dywersyfikacji dostawców, wynikające z rywalizacji geopolitycznej.	3,64	64%
Stabilna polityka technologiczna państwa, aktywizująca kooperację międzysektorową.	3,64	45%
Wzrost znaczenia rekuperacji i ponownego wykorzystania ciepła odpadowego z centrów danych.	3,58	67%
Wzrost zapotrzebowania instytucji edukacyjnych i sektora nauki na "storage" i moc obliczeniową.	3,55	82%
Czynniki o relatywnie niższej sile oddziaływania systemowego, które w ograniczonym stopniu kształtują decyzje lokalizacyjne dużych inwestycji.		
Wzrost zaangażowania instytucji publicznych w przyciąganie i obsługę inwestorów zagranicznych w sektorze centrów danych.	3,50	75%
Rozwój działalności polskich firm technologicznych budujących obiekty na własne potrzeby.	3,50	50%
Wzrost wykorzystania rozwiązań IoT jako stymulanta rozwoju rynku data center.	3,50	83%
Zaostrzenie regulacji środowiskowych dotyczących emisji CO ₂ i śladu węglowego centrów danych.	3,50	67%
Wzrost kosztów certyfikacji i zgodności środowiskowej dla operatorów centrów danych.	3,42	42%
Wzrost udziału hyperscalers (m.in. Google, Microsoft) w całości rynku.	3,33	50%
Wzrost udziału terenów objętych planami przestrzennymi w całości dostępnych terenów inwestycyjnych (stopień planistycznego przygotowania terenów inwestycyjnych).	3,27	64%
Stabilizacja konkurencyjnych cen nieruchomości względem sąsiednich regionów.	3,18	36%
Wzrost zagrożenia aktami dywersji i terroryzmu, wymierzonymi w infrastrukturę techniczną.	3,18	91%
Wzrost dostępności krajowych oraz regionalnych programów wsparcia dla sektora centrów danych.	3,17	58%
Wzrost kosztów instalacji nowej infrastruktury odnawialnych źródeł energii (OZE).	3,17	25%
Zaostrzenie regulacji dotyczących poboru i zużycia wody przez obiekty przemysłowe.	3,17	58%
Ubożające zasoby wodne i wydłużające się okresy suszy w Polsce.	3,17	75%

Czynnik	Średnia wpływu	Udział odpowiedzi wskazujących wysokie prawdopodobieństwo (>50%)
Wzrost wykorzystania automatyzacji i sztucznej inteligencji w zarządzaniu zasobami centrów danych w celu redukcji kosztów operacyjnych.	3,08	75%
Wzrost udziału kosztów sprzętu serwerowego w całkowitych nakładach inwestycyjnych centrów danych.	3,00	58%
Wzrost znaczenia bliskości geograficznej dla obliczeń chmurowych (np. edge computing).	2,92	67%
Zwiększenie wykorzystania formuły partnerstwa publiczno-prywatnego na rzecz realizacji inwestycji w sektorze centrów danych.	2,83	75%
Rosnące ryzyko ekstremalne zjawiska pogodowych i katastrof naturalnych.	2,82	55%
Wzrost sprzeciwu społecznego wobec nowych inwestycji centrów danych i/lub infrastruktury energetycznej.	2,75	8%
Rozwój technologii chłodzenia wodą morską.	2,55	27%
Wzrost znaczenia architektury modularnej umożliwiającej stopniową rozbudowę centrów danych (model scale-out).	2,50	75%
Postęp technologiczny w zakresie kompresji, deduplikacji i optymalizacji przechowywania danych ograniczający zapotrzebowanie na fizyczną przestrzeń magazynową.	2,42	67%
Upowszechnienie spółdzielni energetycznych i planowania energetycznego na poziomie gmin.	2,36	45%
Wzrost elastyczności projektów centrów danych poprzez zastosowanie infrastruktury kontenerowej i prefabrykowanej.	2,25	67%
Rosnąca świadomość społeczna dotycząca przechowywania danych w chmurze, premiująca bardziej etycznych dostawców usługi.	2,18	45%

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników badania można stwierdzić, że do najważniejszych aspektów, wpływających na rynek centrów danych, należą stabilność energetyczna i infrastrukturalna. Wśród czynników o największym wpływie znalazły się: wzrost znaczenia stabilności i dostępności sieci energetycznej, stabilność polityki energetycznej państwa oraz stabilizacja cen energii dla obiektów typu data center.

Drugą grupę stanowią czynniki o średnio-wysokim znaczeniu, do których należy zaliczyć przede wszystkim aspekty technologiczne i operacyjne, takie jak wzrost efektywności energetycznej, rozwój sztucznej inteligencji, a także wzrost dostępności istniejącej infrastruktury odnawialnych źródeł energii (OZE). Bardzo ważne okazały się również elementy, takie jak wzrost dostępności redundantnych połączeń światłowodowych o niskim opóźnieniu oraz możliwość poboru energii z reaktorów jądrowych.

Trzecią kategorię tworzą czynniki, takie jak wzrost zaangażowania instytucji publicznych w przyciąganie i obsługę inwestorów zagranicznych w sektorze centrów danych, rozwój działalności polskich firm technologicznych budujących obiekty na własne potrzeby, ale także środowiskowe, a wśród nich zaostrzenie regulacji środowiskowych dotyczących emisji CO₂ i śladu węglowego centrów danych.

NAJWAŻNIEJSZYM ASPEKTEM KSZTAŁTUJĄCYM RYNEK CENTRÓW DANYCH JEST STABILNOŚĆ I DOSTĘPNOŚĆ SIECI ENERGETYCZNEJ.

2.3.3. KLUCZOWE UWARUNKOWANIA LOKALIZACYJNE DATA CENTER

Na rozwój rynku centrów danych oddziałuje szeroki zestaw czynników opisanych w poprzednich rozdziałach, jednak ich znaczenie z perspektywy lokalizacji inwestycji jest wyraźnie zróżnicowane. Wraz z przesuwaniem się inwestycji poza najbardziej nasycone ośrodki i rozwojem nowych rynków w Europie rośnie znaczenie regionów oferujących stabilne, niskoemisyjne źródła energii oraz dostęp do infrastruktury umożliwiającej dalszą skalowalność. W rezultacie coraz wyraźniej zyskują na znaczeniu lokalizacje takie jak Pomorze Zachodnie, gdzie wysoki udział OZE i chłodniejszy klimat tworzą warunki sprzyjające rozwojowi zielonych centrów danych. Lokalizacja obiektu data center jest decyzją strategiczną, ponieważ determinuje koszty operacyjne, dostęp do zasobów energetycznych i infrastrukturalnych oraz odporność inwestycji na przyszłe zmiany technologiczne i regulacyjne. Analiza literatury branżowej^{22, 23, 24, 25} wskazuje, że kluczowe znaczenie dla lokalizacji centrów danych mają trzy grupy uwarunkowań:

Tabela 4. Grupy uwarunkowań wpływających na lokalizację data center.

Potencjał energetyczno-chłodniczy i zasoby środowiskowe	Infrastruktura techniczna i dostępność przestrzenna	Uwarunkowania rynkowe oraz społeczne
- Średnie temperatury, w tym możliwość swobodnego chłodzenia („free cooling”) lub nadmiaru ciepła. - Dostępność i jakość infrastruktury energetycznej. - Koszty energii elektrycznej i innych mediów. - Potencjał energii odnawialnej, w tym czas nasłonecznienia. - Dostępność zasobów wody i infrastruktury wodociągowej. - Lokalne wykorzystanie ciepła. - Ryzyko katastrof naturalnych i innych zakłóceń systemu.	- Dostępność i jakość infrastruktury IT. - Dostępność transportowa. - Dostępności gruntów, ich różnorodność i fragmentacja, oraz planowanie przestrzenne. - Koszty inwestycyjne i systemowe.	- Dopasowanie podaży i popytu (np. w związku z regulacjami prawnymi i zapotrzebowaniem na obliczenia brzegowe). - Współpraca interesariuszy. - Akceptacja społeczna. - Dostępność wykwalifikowanej siły roboczej. - Ogólne bezpieczeństwo.

Źródło: opracowanie własne.

Zestawiając te dane z wynikami badania delfickiego można zaobserwować, że wśród wszystkich uwarunkowań lokalizacyjnych decydującą rolę odgrywają czynniki energetyczne, z tym powiązany potencjał do wdrażania nowych systemów chłodzenia. Stabilność i dostępność sieci oraz przewidywalność kosztów energii zostały wskazane przez ekspertów jako kluczowe warunki brzegowe decyzji inwestycyjnych. W dalszej kolejności znaczenie mają elementy infrastruktury telekomunikacyjnej, dostęp do wykwalifikowanych kadr technicznych oraz sprawność procesów administracyjnych.

WRAZ Z PRZESUWANIEM SIĘ INWESTYCJI POZA NAJBARDZIEJ NASYCONE OŚRODKI I ROZWOJEM NOWYCH RYNKÓW W EUROPIE, ROŚNIE ZNACZENIE REGIONÓW OFERUJĄCYCH STABILNE, NISKOEMISYJNE ŹRÓDŁA ENERGII ORAZ DOSTĘP DO INFRASTRUKTURY UMOŻLIWIAJĄCEJ DALSZĄ SKALOWALNOŚĆ.

W wypowiedziach otwartych eksperci podkreślali, że przewaga konkurencyjna regionów w najbliższych latach będzie zależeć od zdolności zapewnienia taniej, niskoemisyjnej energii, krótkiego i przewidywalnego procesu inwestycyjnego oraz rozwoju infrastruktury przyłączeniowej. W tym kontekście szczególną uwagę zwraca potencjał województwa zachodniopomorskiego, w szczególności w zakresie dostępności energii ze źródeł odnawialnych oraz realizowanych i planowanych inwestycji infrastrukturalnych wzmacniających stabilność systemu elektroenergetycznego. Uczestnicy podkreślali potrzebę wsparcia przez sektor publiczny poprzez ulgi podatkowe, strefy technologiczne, współpracę z uczelniami. Te elementy mogą przyspieszyć wykorzystanie potencjału regionu i przełożyć czynniki lokalizacyjne na realną atrakcyjność inwestycyjną Pomorza Zachodniego, nawet jeśli nie zostały określone, jako priorytetowe.



Zarówno na poziomie globalnym, jak i krajowym, przyszłość rynku centrów danych będzie determinowana przez zdolność do pogodzenia rosnącego zapotrzebowania na moc obliczeniową z wymogami zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa energetycznego. Do 2030 roku należy spodziewać się dalszego przyspieszenia inwestycji, intensywnej konkurencji o zasoby oraz ewolucji modeli operacyjnych w kierunku neutralności klimatycznej. Polska, korzystając z położenia geograficznego, rosnącego popytu wewnętrznego i atrakcyjności kosztowej, ma potencjał, aby umacniać swoją pozycję jako jeden z istotnych rynków centrów danych w Europie.

Analiza trendów rynkowych oraz wyniki badania delfickiego wskazują, że wśród wszystkich czynników wpływających na rozwój i lokalizację centrów danych zdecydowanie dominują uwarunkowania energetyczne. Stabilność i dostępność sieci, przewidywalność cen energii oraz możliwość integracji z niskoemisyjnymi źródłami zasilania wyznaczają podstawowe warunki brzegowe dla nowych inwestycji. Na znaczeniu zyskają regiony oferujące stabilne, niskoemisyjne źródła energii, skalowalne warunki infrastrukturalne oraz przewidywalne otoczenie regulacyjne. W tym kontekście województwo zachodniopomorskie wyróżnia się wysokim udziałem OZE, chłodniejszym klimatem oraz licznymi realizowanymi inwestycjami w stabilność i bezpieczeństwo infrastruktury energetycznej, co tworzy korzystne warunki do rozwoju zielonych centrów danych.

Dalsza część raportu bezpośrednio nawiązuje do kryteriów istotnych z punktu widzenia rozwoju rynku centrów danych oraz lokalizacji nowych obiektów. Szczegółowe parametry brzegowe, przykłady oraz dobre praktyki

zostały omówione w kolejnych rozdziałach. Należy jednak mieć na uwadze, że dla centrów danych klasy TIER I–IV wymagania i dobre praktyki są zróżnicowane pod względem m.in. poziomu redundancji, niezawodności i efektywności energetycznej, co wpływa na sposób interpretacji przedstawionych kryteriów. Z tego względu raport odnosi się do dobrych praktyk rynkowych, interpretowanych w kontekście uwarunkowań Pomorza Zachodniego, ale z uwzględnieniem, że znaczenie poszczególnych czynników oraz wartości granicznych różni się w zależności od typu inwestora, skali obiektu i przyjętej technologii.



03

UWARUNKOWANIA PRZESTRZENNE I KLIMATYCZNE DLA LOKALIZACJI CENTRÓW DANYCH W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIO- POMORSKIM



3.1. WARUNKI PRZESTRZENNE I PLANISTYCZNE

Warunki przestrzenne stanowią podstawowy punkt odniesienia dla oceny możliwości lokalizacji centrów danych, ponieważ obejmują zarówno ukształtowanie terenu, jak i układ hydrologiczny, obecność terenów chronionych oraz ograniczenia wynikające z dokumentów planistycznych. Elementy te łącznie determinują dostępność przestrzeni inwestycyjnej, wpływają na ryzyka środowiskowe oraz wyznaczają ramy formalnoprawne, w których mogą funkcjonować obiekty infrastrukturalne o dużej skali.

W niniejszym opracowaniu uwarunkowania hydrologiczne, przestrzenne i planistyczne określają podstawowy układ województwa i dają podstawę do zrozumienia zarówno obszarów wykluczeń, jak i przestrzeni o wysokim potencjale inwestycyjnym. Takie podejście umożliwia ocenę realnej dostępności gruntów, identyfikację ryzyk środowiskowych i regulacyjnych oraz określenie możliwości rozwoju infrastruktury krytycznej, w tym systemów energetycznych oraz chłodniczych. Warunki przestrzenne stanowią więc fundament dla dalszych analiz, ponieważ tworzą podstawową „mapę możliwości” inwestycyjnych regionu i wyznaczają ramy, w których mogą funkcjonować obiekty centrów danych.

3.1.1 UWARUNKOWANIA HYDROLOGICZNE

Na lokalizację centrów danych na Pomorzu Zachodnim istotnie mogą wpływać warunki hydrologiczne. Bogate zasoby wodne oznaczają możliwość wykorzystania ich jako potencjalnego źródła chłodzenia przy jednoczesnej minimalizacji ryzyk środowiskowych związanych z ich pozyskaniem. Jednak uwarunkowania te mogą być również ograniczeniem w kontekście dostępności terenów i ryzyka powodzi tudzież podtopień.

Środkowa i południowa część województwa zachodniopomorskiego to obszar licznych pojezierzy i dolin rzecznych, które odgrywają kluczową rolę w systemie hydrologicznym regionu²⁶. Pomorze Zachodnie charakteryzuje się więc bogactwem zasobów wodnych, obejmującym zarówno wody powierzchniowe, jak i podziemne. Region ma bezpośredni dostęp do Morza Bałtyckiego oraz Zalewu Szczecińskiego (o powierzchni 687 km² i średniej głębokości 3,8 m), a także liczne jeziora pojezierne, których łączna powierzchnia wynosi około 65 991 ha, co stanowi 2,9% powierzchni województwa. Średnia gęstość sieci rzecznej sięga 1,3 km/km², a główny system hydrograficzny tworzą dorzecza Odry, Warty, Noteci oraz Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. Największe zbiorniki wodne zlokalizowane są w północno-zachodniej części regionu, gdzie Zalew Szczeciński łączy rzekę Odrę z Bałtykiem. Udział gruntów pod wodami wynoszący 5,3% potwierdza wysoką dostępność zasobów wodnych, co stanowi istotny atut w kontekście lokalizacji inwestycji, takich jak centra danych i stwarza potencjał do wykorzystania ich na potrzeby chłodzenia.



Rysunek 1. Uwarunkowania środowiskowe województwa.

Źródło: opracowanie własne na podstawie ISOK, SOPO, BDOT.

Dodatkowym atutem Pomorza Zachodniego jest bliskość morza. Warunki te stają się przedmiotem eksperymentalnych rozwiązań w niektórych krajach, polegających na wykorzystaniu naturalnie chłodnego środowiska morskiego do odprowadzania ciepła lub lokowaniu infrastruktury w warunkach podwodnych. Przykładem takiego eksperymentu może być Projekt Natick firmy Microsoft, którego celem było zbadanie wykonalności wdrażania podwodnych modułów obliczeniowych zasilanych energią odnawialną. W ramach drugiej fazy projektu uruchomiono pełnowymiarowy moduł centrum danych, Northern Isles, zlokalizowany na dnie Morza Północnego i zasilany energią wiatrową, słoneczną oraz pływową. Projekt Natick potwierdził, że infrastruktura obliczeniowa może działać niezawodnie pod wodą, a środowisko morskie stanowi potencjalny zasób naturalnego chłodzenia²⁷.

Potencjał do zastosowania bardziej efektywnych energetycznie systemów chłodzenia wodnego wymaga oceny pod kątem jakości i zrównoważenia poboru wody. W województwie zachodniopomorskim jakość wód powierzchniowych pozostaje wyzwaniem. Stan ekologiczny i chemiczny wód rzek i jezior w dorzeczu Odry oceniono w większości jako „poniżej dobrego”. Natomiast wody przybrzeżne Bałtyku, w tym obszar Pomorza Zachodniego, uzyskały ogólną ocenę „złą”, co wiąże się z nadmiernym ładunkiem azotu i fosforu powodującym eutrofizację. Największym problemem pozostaje dopływ zanieczyszczeń z rzek (m.in. Odry, Parsęty, Regi i Iny), w tym metali ciężkich oraz biogenów. W związku z tym województwo zachodniopomorskie, jako region nadmorski, znajduje się w obszarze szczególnego nadzoru związanego z ochroną wód morskich²⁸.

Warto jednak zwrócić uwagę, że większość badanych punktów monitoringowych w województwie zachodniopomorskim wykazuje dobry stan chemiczny wód podziemnych, co oznacza brak przekroczeń wartości progowych dla głównych wskaźników fizykochemicznych, takich jak azot amonowy, azotyny czy azotany. Tylko w jednym punkcie, w Reńsku, stwierdzono przekroczenie wartości granicznej III klasy jakości wód, co oznacza lokalnie słaby stan chemiczny. W pozostałych punktach wody spełniały kryteria dobrego stanu chemicznego²⁹.

Region jeziora Miedwie, będącego strategicznym źródłem wody pitnej dla Szczecina, pozostaje obszarem szczególnie wrażliwym na zanieczyszczenia. Choć większość badanych punktów nie wykazała przekroczeń, wysoka zmienność sezonowa stężeń azotanów potwierdza potrzebę ciągłego monitoringu i wdrażania działań ograniczających wpływ biogenów³⁰.

Analizując potencjał hydrologiczny w wykorzystaniu systemów chodzenia, należy również mieć na względzie potencjalne ograniczenia związane z ryzykiem powodziowym, które może ograniczać możliwość zagospodarowania terenu lub wpływać na wymagania techniczne inwestycji (opis zagrożeń znajduje się w rozdziale 3.4. Możliwe zagrożenia klimatyczne i klęski żywiołowe na Pomorzu Zachodnim). Ostateczną analizę metod chłodzenia z wykorzystaniem wody, przedstawiono w rozdziale „8.3. Systemy chłodzenia w centrach danych, a potencjał województwa zachodniopomorskiego”.

3.1.2. UWARUNKOWANIA PLANISTYCZNE I MOŻLIWOŚĆ IMPLEMENTACJI DATA CENTER DO MIEJSCOWEGO PLANU ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO

Topografia została omówiona wraz z uwarunkowaniami planistycznymi, ponieważ ukształtowanie terenów i stopień ich ochrony bezpośrednio wiążą się z prawnymi aspektami umiejscowienia obiektów centrów danych. Łagodne ukształtowanie terenu, stabilne warunki geologiczne oraz duży udział terenów nizinnych sprzyjają lokalizacji inwestycji infrastrukturalnych w województwie. Dane dotyczące użytkowania gruntów w regionie wskazują, że największą powierzchnię zajmują użytki rolne (49%), grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione (37,2%), a także grunty pod wodami (5,3%), przy niewielkim udziale terenów zabudowanych i zurbanizowanych (4,8%) oraz nieużytków (3,3%)³¹. Taka struktura użytkowania gruntów wskazuje na względnie dużą część powierzchni wyłączonej z możliwości prowadzenia inwestycji infrastrukturalnych.

W strukturze gruntów wyróżniają się tereny prawnie chronione o szczególnych walorach przyrodniczych, które stanowią 21,9% powierzchni województwa. Najściślejsze formy ochrony, takie jak parki narodowe i rezerваты przyrody stanowią jedynie 1,2% gruntów, a parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu zajmują już 20,1%. Jest to raczej niski wskaźnik na tle kraju, a formy ochrony przyrody koncentrują się głównie w centralnej i południowej części województwa. Wiąże się to jednak z restrykcjami dotyczącymi charakteru i skali ingerencji w ramach inwestycji w tych rejonach i wpływa na przebieg procedur formalnych. Ponadto w kontekście ochrony

**WIĘKSZOŚĆ
BADANYCH PUNKTÓW
MONITORINGOWYCH
W WOJEWÓDZTWIE
ZACHODNIOPOMORSKIM
WYKAZUJE DOBRY
STAN CHEMICZNY WÓD
PODZIEMNYCH, CO OZNACZA
BRAK PRZEKROCZEŃ
WARTOŚCI PROGOWYCH DLA
GŁÓWNYCH WSKAŹNIKÓW
FIZYKOCHEMICZNYCH,
TAKICH JAK AZOT AMONOWY,
AZOTYNY CZY AZOTANY.**

środowiska inwestycje w centra danych mogą zostać uznane za przedsięwzięcia o znaczącym oddziaływaniu, co wiąże się z koniecznością uzyskania decyzji środowiskowej. Obowiązek ten zależy m.in. od powierzchni zabudowy oraz charakteru inwestycji³².

Możliwość lokalizacji centrów danych w Polsce wynika bezpośrednio z ustaleń planistycznych, ponieważ obiekty te nie posiadają własnej kategorii zabudowy. W praktyce są kwalifikowane jako zabudowa produkcyjna lub usługowa, co powoduje, że dopuszczalność inwestycji zależy od zapisów planu ogólnego oraz miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Brak dedykowanych regulacji oznacza, że

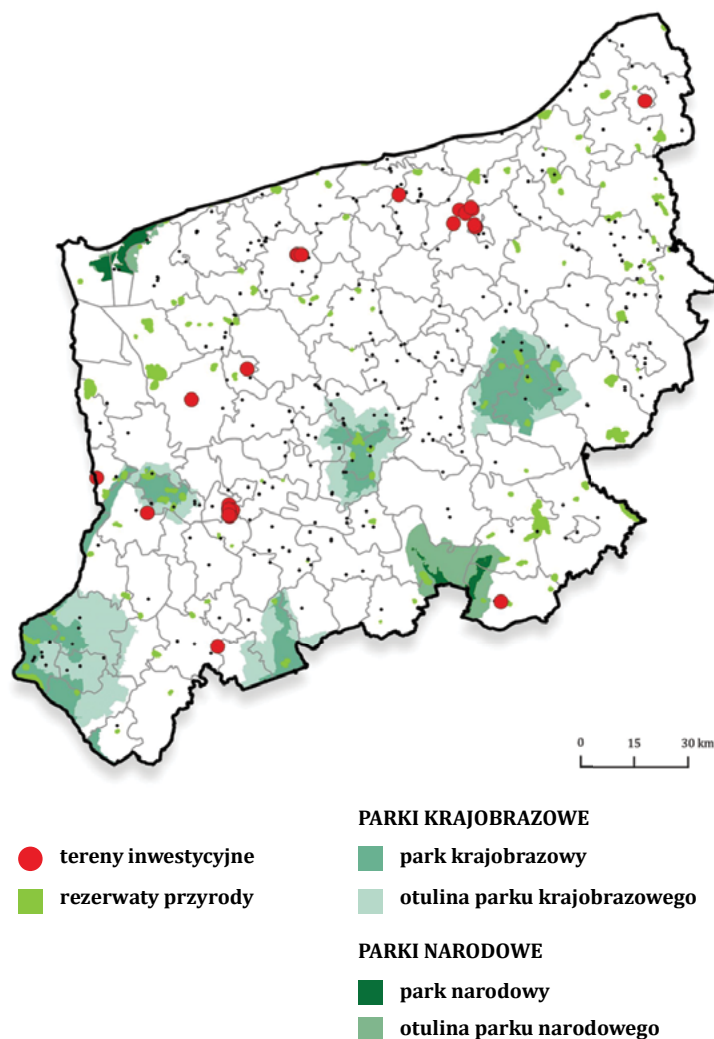
**W STRUKTURZE
GRUNTÓW
WYRÓŻNIAJĄ SIĘ
TERENY PRAWNIE
CHRONIONE
O SZCZEGÓLNYCH
WALORACH
PRZYRODNICZYCH,
KTÓRE STANOWIĄ
21,9%
POWIERZCHNI
WOJEWÓDZTWA.**

decyzje o lokalizacji opierają się na interpretacji planów miejscowych — najczęściej jako zabudowy produkcyjnej (magazynowej) lub usługowej (biurowej), w zależności od charakteru obiektu. Takie podejście znajduje potwierdzenie w interpretacjach organów architektoniczno-budowlanych oraz w orzeczeniach sądów administracyjnych, które wskazują, że centra danych nie mają charakteru przemysłowego, gdyż nie uczestniczą w procesie produkcji. W przyszłości można jednak oczekiwać bardziej szczegółowych regulacji, które ograniczą możliwości lokalizacji m.in. ze względu na wysokie zużycie energii i wody oraz emisję hałasu i ciepła, analogicznie do rozwiązań stosowanych wobec dużych obiektów handlowych³³.

Istotnym czynnikiem oceny potencjału województwa w kontekście rozwoju centrów danych, jest również dostępność terenów inwestycyjnych. Wymagania dotyczące wielkości działki pod centrum danych cechuje duża rozpiętość, ponieważ skala inwestycji jest bezpośrednio zależna od planowanej mocy obliczeniowej, architektury energetycznej i docelowego modelu rozwoju obiektu. Na rynku funkcjonują zarówno kompaktowe serwerownie edge mieszczące się na ułamku hektara, jak i hiperskalowe kampusy data center zajmujące setki hektarów. Poniżej zaprezentowano przykłady hiperskalowych obiektów:

- Kampus Meta (Indiana), powierzchnia ok. 323 ha obejmującej nie tylko same budynki centrów danych, ale również zarezerwowane tereny pod OZE, strefy buforowe i przestrzenie rekreacyjne.
- AWS (Hiszpania), powierzchnia ok. 405 ha to teren przewidziany pod wiele stref dostępności i inwestycje energetyczne (farmy solarne, infrastruktura towarzysząca).
- Microsoft (San Antonio), powierzchnia ok. 202 ha to obszar wskazany pod drugi kampus, którego funkcją jest obsługa infrastruktury AI i hybrydowej chmury.

W warunkach europejskich większość komercyjnych centrów danych lokuje się w przedziale od kilku do kilkunastu hektarów, wraz z pełnym zapleczem technicznym. Część źródeł wskazuje, że w Polsce zazwyczaj pod uwagę brane są grunty o powierzchni 2-5 hektarów³⁴. Przykłady inwestycji w Polsce pokazują, że na działce o powierzchni 5-6 ha można zrealizować dwa czterokondygnacyjne centra danych o łącznej powierzchni 36000 m² i mocy 48 MW. Natomiast inwestycje globalnych dostawców, wymagają już przestrzeni liczonych w setkach hektarów, ponieważ obejmują wiele budynków, redundancję wysokich napięć, instalacje chłodnicze o dużej mocy i często powiązane źródła odnawialne.



Rysunek 2. Zagospodarowanie przestrzeni według wybranych kryteriów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z PAIH, CRFOP, BDOT.

W województwie funkcjonuje szereg podmiotów, których celem jest wspieranie i przyciąganie inwestorów, w tym Centrum Inicjatyw Gospodarczych Urzędu Marszałkowskiego. CIG to regionalny partner Polskiej Agencji Inwestycji i Handlu, który bezpłatnie wspiera przedsiębiorców i inwestorów poprzez kompleksową obsługę inwestycyjną. Dla inwestorów z obszaru data center CIG może ułatwić proces lokalizacji inwestycji, koordynować współpracę z administracją i partnerami lokalnymi oraz wspierać dostęp do ekosystemu innowacji, uczelni i specjalistycznych kadr. Dzięki temu inwestycje mogą być realizowane sprawniej.

W regionie funkcjonują również 2 specjalne strefy ekonomiczne (SSE) - Kostrzyńsko-Słubicka oraz Słupska. W listopadzie 2025 roku baza PAIH³⁵ wskazywała, że na terenie województwa znajduje się 36 terenów inwestycyjnych. Znacząca większość z nich (32) była w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego przeznaczona pod zabudowę produkcyjną, składy i magazyny, czyli funkcje umożliwiające budowę centrów danych, przy czym wielkość tych terenów była zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 1 ha do 163 ha.

Na mapie oznaczono wielkość działki powyżej 8 ha. Wyznaczono taką powierzchnię, ponieważ jest to działka umożliwiająca zaprojektowanie w pełni funkcjonalnego kampusu z przestrzenią na dwa moduły centrów danych, redundantną infrastrukturę energetyczną i rezerwę pod dalszą rozbudowę. Takie podejście otwiera realną możliwość skalowania projektu, zwiększenia mocy oraz adaptacji do nowych wymagań generowanych przez rosnące obciążenia. Na terenie województwa takich terenów inwestycyjnych jest 16. Najwięcej terenów inwestycyjnych spełniających powyższe kryteria znajduje się w Stargardzie - 14, w Gryficach - 6, Karlinie - 5 oraz Białogardzie - 3.

Największą sumaryczną powierzchnią terenów inwestycyjnych dysponuje Karlino. Na terenie gminy zlokalizowane są obszary inwestycyjne o łącznej powierzchni około 200 ha (stan na listopad 2025). Warto zaznaczyć, że w Słupskiej SSE podstrefa „Karlino” stanowi największy obszar strefy, obejmując 180,08 ha zwartego terenu przeznaczonego pod działalność przemysłową, magazynową i usługową³⁶. Taka skala dostępnego terenu odpowiada wymaganiom inwestycji hiperskalowych centrów danych. Drugą pod względem łącznej powierzchni terenów inwestycyjnych gminą jest Stargard, oferujący około 170 ha działek, choć rozmieszczonych w mniej skonsolidowanej formie niż w Karlinie. Pozostałe gminy dysponują znacznie mniejszymi zasobami, które według bazy PAIH nie przekraczają 50 ha.

Należy podkreślić, że dane dotyczące terenów inwestycyjnych mają charakter dynamiczny i należy traktować je orientacyjnie, ponieważ baza jest na bieżąco aktualizowana, a informacje pochodzące z różnych źródeł (np. PAIH oraz poszczególnych SSE) mogą się między sobą różnić. Rekomenduje się każdorazowo weryfikację dostępności działek bezpośrednio w samorządach lub poprzez Centrum Inicjatyw Gospodarczych Urzędu Marszałkowskiego.

TEREN W SŁUPSKIEJ SSE „KARLINKO” JEST NAJWIĘKSZYM OBSZAREM STREFY, LICZĄCYM 180,08 HA ZWARTEGO TERENU INWESTYCYJNEGO Z PRZEZNACZENIEM PLANISTYCZNYM POD DZIAŁALNOŚĆ PRZEMYSŁOWĄ, MAGAZYNOWĄ I USŁUGOWĄ. (...) DRUGĄ CO DO WIELKOŚCI POWIERZCHNI TERENÓW INWESTYCYJNYCH GMINĄ JEST STARGARD, OFERUJĄCY OKOŁO 170 HA DZIAŁEK.





Województwo zachodniopomorskie posiada warunki przestrzenne sprzyjające lokalizacji centrów danych. Region dysponuje neutralnym ukształtowaniem terenu i dużymi zasobami wodnymi, co jest ważnym aspektem dla nowych inwestycji. Bogate zasoby wodne Pomorza Zachodniego mogą wspierać wdrażanie energooszczędnych systemów chłodzenia, jednak jakość wód powierzchniowych w regionie pozostaje wyzwaniem. Jednocześnie dobry stan chemiczny większości wód podziemnych stanowi korzystny element lokalnych zasobów, choć wymaga ciągłego monitoringu, szczególnie na obszarach wrażliwych. Warto mieć na uwadze potencjał związany z bliskością morza, co w perspektywie długoterminowej może stanowić dodatkowy kierunek rozwoju technologii chłodzenia. Należy jednak zwrócić uwagę na zagrożenia wynikające z uwarunkowań hydrologicznych, które zostały szczegółowo omówione w rozdziale „3.4. Możliwe zagrożenia klimatyczne i klęski żywiołowe na Pomorzu Zachodnim”.

Choć znaczny udział terenów chronionych wymaga uwzględnienia ograniczeń w użytkowaniu gruntów przy planowaniu inwestycji w niektórych częściach województwa, stanowi to jedynie niewielką barierę w skali całego potencjału inwestycyjnego regionu. Istniejący zasób terenów inwestycyjnych o parametrach umożliwiających lokalizację dużych obiektów infrastrukturalnych, w tym centrów danych, znacząco ułatwia proces wyboru miejsc pod nowe inwestycje, mimo wskazanych ograniczeń.

Analiza terenów SSE wskazuje, że województwo zachodniopomorskie oferuje wysoki i konkurencyjny zasób gruntów, co wzmacnia pozycję regionu w kontekście dużych inwestycji technologicznych. Województwo dysponuje terenem inwestycyjnym o skali odpowiadającej wymaganiom obiektów hiperskalowych, czego przykładem jest 180-hektarowa podstrefa SSE „Karlinko”. W praktyce oznacza to, że dostępność przestrzeni nie stanowi dziś bariery krytycznej, natomiast kluczowym czynnikiem staje się zdolność do sprawnego przeprowadzenia procesu formalno-prawnego w zmiennym otoczeniu regulacyjnym.

3.2. WARUNKI KLIMATYCZNE I STAN ŚRODOWISKA

Warunki klimatyczne i stan środowiska wpływają bezpośrednio na bezpieczeństwo oraz przewidywalność inwestycji infrastrukturalnych. Oddziałują na koszty eksploatacyjne, ryzyko przerw w pracy systemów, czy potencjał rozwoju systemów chłodzenia.

Parametry takie jak temperatura, wilgotność i jakość powietrza wyznaczają ramy dla zrównoważonego rozwoju infrastruktury energetycznej i przemysłowej. W przypadku centrów danych określają one możliwości projektowania i eksploatacji systemów chłodzenia, efektywność pracy instalacji oraz potencjał wykorzystania chłodu naturalnego. Kluczowe znaczenie ma zarówno średni poziom warunków klimatycznych, jak i częstotliwość zjawisk ekstremalnych oraz skala lokalnych zagrożeń środowiskowych. Analiza klimatu i środowiska województwa zachodniopomorskiego pozwala więc ocenić realny poziom ryzyk i ograniczeń dla infrastruktury wymagającej wysokiej niezawodności.

Warunki klimatyczne determinują także szereg innych elementów pośrednio istotnych dla rozwoju infrastruktury, w tym potencjał wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Kształtują warunki dla rozwoju fotowoltaiki, energetyki wiatrowej oraz systemów hybrydowych, wpływając na efektywność ich pracy i opłacalność inwestycji. W konsekwencji stanowią one jeden z kluczowych czynników określających możliwości długoterminowego bilansowania energii oraz projektowania stabilnych, niskoemisyjnych źródeł zasilania dla obiektów o wysokim zapotrzebowaniu energetycznym, takich jak centra danych.

3.2.1 WARUNKI KLIMATYCZNE W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM

Na warunki klimatyczne województwa zachodniopomorskiego oddziałują zarówno wpływy morskie, jak i kontynentalne oraz lokalne uwarunkowania środowiskowe. W północnej i zachodniej części regionu przeważają cechy klimatu morskiego, natomiast we wschodniej – kontynentalnego. Lokalne różnice klimatyczne są kształtowane również przez bliskość Morza Bałtyckiego, obecność jezior i rzek, ukształtowanie terenu oraz typ pokrycia (las, łąki, tereny zurbanizowane). Obecność rozległych kompleksów leśnych i zbiorników wodnych łagodzi amplitudy temperatur i sprzyja utrzymywaniu wysokiej wilgotności powietrza. Wiatry zachodnie i północno-zachodnie dominują w cyrkulacji atmosferycznej, a największe sumy opadów notuje się na obszarach pojeziernych o bardziej urozmaiconej rzeźbie terenu. Średnia roczna suma opadów w regionie wynosi od 650 do 800 mm, co jest charakterystyczne dla umiarkowanego i stosunkowo wilgotnego klimatu Pomorza Zachodniego³⁷.



Temperatury w Polsce rosną z roku na rok ze względu na zmiany klimatu. Dla lokalizacji centrów danych średnie temperatury są istotne w kontekście planowania i adaptacji systemów chłodzenia na etapie projektów inwestycyjnych. W Polsce (poza niewielkimi obszarami góorskimi i naturalnymi oraz najcieplejszymi metropoliami) temperatury średnioroczne wahają się między 9 a 12 stopni Celsjusza³⁸. Województwo zachodniopomorskie jest w tym względzie wyraźnie podzielone na południowo zachodnią część osiągającą średnio ok. 11-12 stopni, oraz resztę regionu osiągającą 10-11 stopni (lub czasem 9-10 stopni).

W kontekście lokalizacji centrów danych liczy się również częstotliwość ekstremalnych temperatur, które wymuszają adaptację systemu chłodzenia w wyjątkowych sytuacjach. Miarą tego może być liczba dni upalnych, czyli dni w które temperatura osiąga 30 stopni Celsjusza lub więcej. Z danych IMGW³⁹ zbieranych ze stacji zlokalizowanych w polskich miastach (w zachodniopomorskim w Szczecinie i Koszalinie) wynika, że badany region jest przeciętnie narażony na upały. W Szczecinie liczba takich dni w latach 1991-2022 wynosiła od 2 do 23 w ciągu roku, co jest średnim wynikiem w skali

Polski, a jednocześnie widocznie niższym niż w przypadku miast w centralnej i południowej części kraju. Z kolei Koszalin cechuje się rzadkim występowaniem takich dni na tle kraju (od 0 do 15). Jednocześnie długie okno chłodu charakterystyczne dla regionu - temperatury poniżej 20°C przez ok. 247-275 dni w roku - tworzy potencjał do stosowania technologii free cooling, co wpływa nie tylko na efektywność energetyczną, lecz także sprzyja rozwojowi bardziej zrównoważonych, „zielonych” centrów danych.

W zakresie nasłonecznienia w ujęciu średniej z wielolecia Polska dzieli się na mniej nasłonecznioną północ kraju i bardziej nasłonecznione centrum i południe⁴⁰, jednak nie są to diametralne różnice i sięgają zaledwie 20 watów na metr kwadratowy (W/m^2). Większość województwa zachodniopomorskiego należy do mniej nasłonecznionej części Polski (ok. 110-120 W/m^2), chociaż na południowym zachodzie znajdują się obszary o wyższej wartości wskaźnika (ok. 120-130 W/m^2). To znaczy, że chociaż warunki do produkcji energii słonecznej są uwarunkowane czynnikami także w skali lokalnej (np. nachylenie terenu), to województwo jako całość ma podobny potencjał do jej wytwarzania zbliżony do większości polskich województw.

**DŁUGIE OKNO CHŁODU
CHARAKTERYSTYCZNE DLA
REGIONU (TEMPERATURY
PONIŻEJ 20°C PRZEZ
OK. 247-275 DNI W ROKU)
TWORZY POTENCJAŁ
DO STOSOWANIA
TECHNOLOGII FREE
COOLING, CO WPŁYWA NIE
TYLKO NA EFEKTYWNOŚĆ
ENERGETYCZNĄ,
LECZ TAKŻE SPRZYJA
ROZWOJOWI BARDZIEJ
ZRÓWNOWAŻONYCH,
„ZIELONYCH” CENTRÓW
DANYCH.**



Warunki wiatrowe w Polsce stanowią istotny potencjał dla rozwoju odnawialnych źródeł energii, w tym energetyki wiatrowej wykorzystywanej jako źródło zasilania dla centrów danych. Ich zróżnicowanie wynika z topografii kraju oraz lokalnych procesów środowiskowych, które wpływają na prędkość i stabilność wiatru. W województwie zachodniopomorskim potencjał ten jest szczególnie wysoki, ponieważ region charakteryzuje się jednymi z najlepszych warunków wiatrowych w Polsce. Parametry klimatyczne obliczone na podstawie danych ze stacji lotniczej Solidarity Szczecin–Goleniów Airport (EPSC) w latach 2021–2025⁴¹ wskazują, że średnia prędkość wiatru wyniosła 12,6 km/h, z czego najwyższa zimą (14–15 km/h), a najniższa latem (ok. 10–12 km/h). Jest to spójne z danymi IMGW, które wskazują, że średnia roczna prędkość wiatru dla Koszalina i Szczecina wynosi odpowiednio 13 i 15 km/h w styczniu⁴². Województwo najlepsze warunki wiatrowe posiada w pasie przybrzeżnym, gdzie energia użyteczna wiatru wynosi między 750 a 1500 kWh/m²/rok. Pozostała część województwa (na linii Szczecin - Chojnice) cechuje się niższą, ale nadal wysoką wartością na tle Polski, wynoszącą między 500 a 750 kWh/m²/rok.

**WOJEWÓDZTWO NAJLEPSZE
WARUNKI WIATROWE POSIADA
W PASIE PRZYBRZEŻNYM, GDZIE
ENERGIA UŻYTECZNA WIATRU
WYNOŚI MIĘDZY 750
A 1500 KWH/M2/ROK.
POZOSTAŁA CZĘŚĆ
WOJEWÓDZTWA (NA LINII
SZCZECIN - CHOJNICE) CECHUJE
SIĘ NIŻSZĄ, ALE NADAL WYSOKĄ
WARTOŚCIĄ NA TLE POLSKI,
WYNOŚĄCĄ MIĘDZY 500
A 750 KWH/M2/ROK.**

3.2.2. JAKOŚĆ ŚRODOWISKA W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM

Jakość środowiska ma znaczenie dla obiektów centrów danych zarówno pod względem raportowania wskaźników środowiskowych, jak i w kontekście spełnienia norm środowiskowych w procesach certyfikacji. Wpływa to również na ryzyko awarii związane z potencjalnym zakłóceniem pracy systemów chłodzenia wywołanym zapyleniem.

Województwo zachodniopomorskie wyróżnia się korzystnym bilansem jakości powietrza i stosunkowo niskim poziomem przemysłowej presji środowiskowej. W 2023 r. województwo zachodniopomorskie odnotowało spadek ilości wytworzonych odpadów przemysłowych o 22% w porównaniu z rokiem poprzednim (spadek o ok. 1,2 mln ton). Dominującą grupę stanowiły odpady z instalacji zagospodarowania odpadów, oczyszczalni ścieków i uzdatniania wody. W zakresie odpadów komunalnych wytworzono 656 tys. ton – relatywnie niewiele w skali kraju, z czego 86 tys. ton przeznaczono do recyklingu, a 206 tys. ton do termicznego przekształcenia. Region osiąga stosunkowo dobre wskaźniki odzysku i recyklingu w stosunku do masy odpadów wytwarzanych⁴³.

**POMORZE ZACHODNIE,
NA TLE WYNIKÓW
KRAJOWYCH, NALEŻY
DO REGIONÓW
O NAJLEPSZEJ JAKOŚCI
POWIETRZA W POLSCE.**

W skali kraju jakość powietrza w 2024 roku utrzymywała się na poziomie wyraźnie lepszym niż dekadę wcześniej. Dla tlenków azotu jedynie dwie aglomeracje – krakowska i górnośląska – zostały zaliczone do klasy C z powodu przekroczeń średniorocznego stężenia NO_2 . W zakresie pyłów zawieszonych PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ większość stref w Polsce również uzyskała klasę A, z zaledwie pięcioma strefami problemowymi w przypadku PM_{10} . Utrzymują się natomiast przekroczenia poziomu celu długoterminowego ozonu w 44 strefach w kraju (klasa D2), co pozostaje problemem ogólnosystemowym wynikającym z procesów fotochemicznych i warunków meteorologicznych, a nie z lokalnych emisji⁴⁴.

Województwo zachodniopomorskie jest podzielone na trzy strefy do celów oceny jakości powietrza: aglomerację szczecińską, miasto Koszalin i strefę zachodniopomorską. Każda z nich otrzymała najlepszą klasę A (lub A1) Pomorze Zachodnie, na tle wyników krajowych, należy więc do regionów o najlepszej jakości powietrza w Polsce. W roku 2024 żadna ze stref w województwie zachodniopomorskim nie otrzymała klasy C (klasyfikującej strefę jako tę, w której wystąpiły przekroczenia poziomów dopuszczalnych lub docelowych). Pomimo bardzo dobrej jakości powietrza odnotowano przekroczenia poziomu ozonu. Wpływają na to warunki meteorologiczne sprzyjające formowaniu się ozonu (wysoka temperatura i duże nasłonecznienie w okresie wiosenno-letnim) oraz napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic kraju (charakter transgraniczny)⁴⁵. Lepsza jakość powietrza niż w wielu aglomeracjach południowej i centralnej Polski tworzy przewagę konkurencyjną, szczególnie dla operatorów centrów danych, którzy coraz częściej raportują wskaźniki środowiskowe (ESG). Region o niskiej presji środowiskowej zmniejsza ślad operacyjny obiektu i wzmacnia profil zrównoważenia.

W ocenie pięcioletniej, opartej na latach 2019–2023, nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych dla NO_2 , SO_2 ani pyłów zawieszonych, a wszystkie strefy w 2023 roku uzyskały klasę A⁴⁶. W 2023 r. średnie stężenie pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w aglomeracji szczecińskiej wyniosło $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – to jedna z najniższych wartości w kraju. Dla porównania, w wielu regionach południowej Polski wskaźnik przekraczał $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Odnotowano jednak wysokie wartości stężeń ozonu troposferycznego: w Szczecinie maksymalne stężenie 1-godzinne osiągnęło $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a liczba dni z przekroczeniami normy docelowej wyniosła 19⁴⁷.

Warunki środowiskowe województwa tworzą korzystne otoczenie dla lokalizacji centrów danych. Niska presja przemysłowa oraz spadek ilości odpadów wskazują na stabilne i mało obciążone środowisko, co redukuje ryzyko awarii wynikających z czynników zewnętrznych i ogranicza potrzebę stosowania dodatkowych zabezpieczeń. Trwały brak przekroczeń norm dla NO_2 , SO_2 i pyłów zawieszonych zapewnia wysoką przewidywalność warunków eksploatacji i stabilność środowiska pracy infrastruktury. Ponadto lokalizacje sprzyjające redukcji emisji, odzyskowi ciepła i niskoemisyjnej eksploatacji mają coraz większe znaczenie przez zgodność z europejskimi trendami regulacyjnymi. Niski poziom zanieczyszczeń w regionie oznacza, że inwestycje data center mogą łatwiej spełnić normy środowiskowe i być wiarygodne w procesie certyfikacji. Warunki klimatyczne województwa zachodniopomorskiego tworzą relatywnie stabilne i przewidywalne otoczenie dla infrastruktury wymagającej wysokiej niezawodności, w tym centrów danych. Umiarkowane temperatury, ograniczona liczba dni ekstremalnie upalnych oraz korzystne warunki dla

**W OCENIE PIĘCIOLETNIEJ
(2019-2023) NIE STWIERDZONO
PRZEKROCZEŃ WARTOŚCI
DOPUSZCZALNYCH DLA NO_2 , SO_2
ANI PYŁÓW ZAWIESZONYCH,
A WSZYSTKIE STREFY W 2023
ROKU UZYSKAŁY KLASĘ A.**

naturalnych form chłodzenia sprzyjają obniżaniu kosztów operacyjnych systemów chłodzenia w porównaniu z regionami o bardziej kontynentalnym klimacie (szczegółową analizę możliwości ograniczenia kosztów, poprzez systemy chłodzenia przeprowadzono w podrozdziale 8.3).



Region dysponuje jednym z najlepszych w Polsce potencjałów wiatrowych, co umożliwi integrację z odnawialnymi źródłami energii oraz wspiera strategię dekarbonizacji operatorów centrów danych. Sprzyja to realizacji długoterminowych celów związanych z efektywnością energetyczną i redukcją kosztów.

Województwo zachodniopomorskie wyróżnia się jedną z najlepszych w Polsce jakości powietrza, co ogranicza ryzyko zakłóceń w działaniu systemów chłodzenia oraz wydłuża żywotność komponentów infrastrukturalnych. Stabilne, mało obciążone środowisko oraz niski poziom presji przemysłowej wzmacniają przewidywalność eksploatacji i konkurencyjność regionu wobec centrów południowej Polski. Należy przy tym podkreślić, że istotnym atutem jest pozytywny wpływ jakości powietrza na spełnienie norm w procesie certyfikacji centrów danych, a także raportowanie wskaźników środowiskowych.

Uwarunkowania klimatyczne województwa sprzyjają zatem rozwijaniu „zielonych centrów danych”, integrujących efektywne chłodzenie, odnawialne źródła energii oraz niskoemisyjną eksploatację.



3.3. MOŻLIWE ZAGROŻENIA KLIMATYCZNE I KLĘSKI ŻYWIOŁOWE NA POMORZU ZACHODNIM

Zagrożenia naturalne wynikają zarówno z uwarunkowań przestrzennych regionu, w tym hydrologii i rzeźby terenu, jak i z czynników klimatycznych kształtujących częstotliwość oraz skalę zjawisk ekstremalnych. Z perspektywy centrów danych kluczowe jest, aby lokalizacja zapewniała przewidywalność warunków środowiskowych i minimalne ryzyko wystąpienia zjawisk, które mogą zakłócić pracę infrastruktury krytycznej. W związku z tym analiza zagrożeń naturalnych stanowi istotny element oceny długoterminowej stabilności inwestycji.

Województwo zachodniopomorskie cechuje się dużą różnorodnością krajobrazową. Z uwagi na położenie nadmorskie oraz rozległe doliny rzeczne kluczowe są ryzyka powodzi i podtopień (w tym cofki sztormowej), suszy oraz osuwisk. Są to zagrożenia istotne z punktu widzenia długoterminowych inwestycji. Wybór lokalizacji o minimalnym ryzyku wystąpienia zagrożeń naturalnych jest istotny dla umiejscowienia centrów danych. Niemniej eksperci wskazują, że dotyczy to przede wszystkim takich zagrożeń jak pożary, huragany, tornada⁴⁸. W Polsce zjawiska te nie występują na dużą skalę lub pojawiają się jedynie incydentalnie. Pożary obejmują zazwyczaj pojedyncze obiekty lub tereny przyrodnicze, bez wpływu na obszary zurbanizowane o dobrej dostępności infrastrukturalnej. Zgodnie z Programem ochrony środowiska województwa zachodniopomorskiego 2030, głównymi zagrożeniami środowiskowymi są susze i powódzie. Dane Instytutu Ochrony Środowiska wskazują, że ryzyko katastrof naturalnych w regionie można ocenić na podstawie struktury strat w rolnictwie: najczęściej zgłaszane przyczyny to susze (39%), nawalne deszcze (19%), ujemne skutki przezimowania (14%) oraz przymrozki wiosenne (13%). Największe skutki tych zjawisk odnotowano w powiatach południowo-zachodniej części województwa.

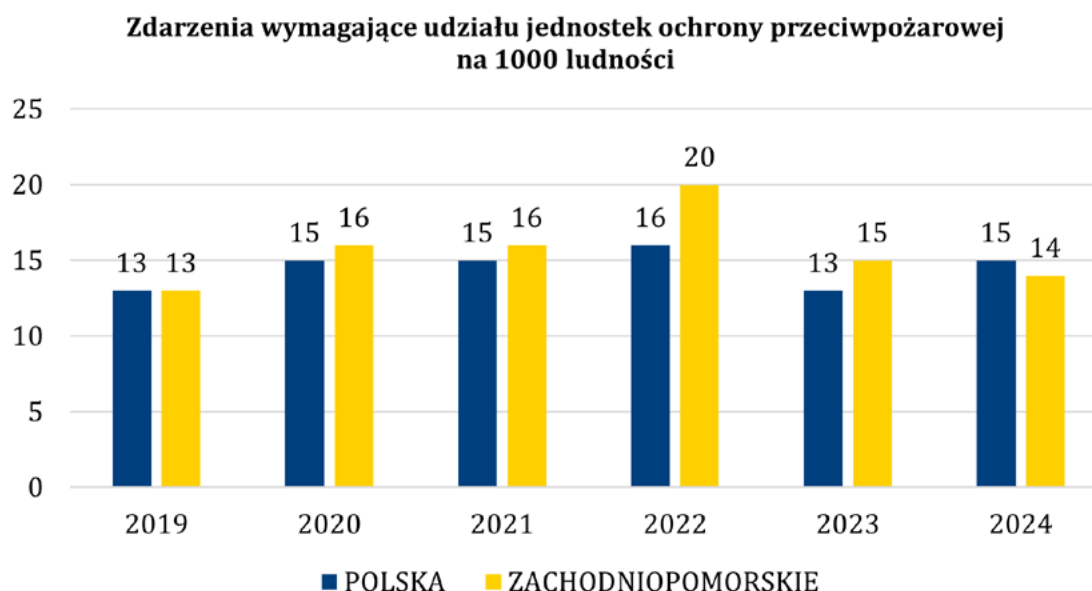
W skali województwa oraz w odniesieniu do typowych ryzyk klimatycznych analizowanych dla inwestycji infrastrukturalnych, region zachodniopomorski charakteryzuje się stosunkowo wysoką przewidywalnością i ograniczoną skalą oddziaływania zjawisk naturalnych. Kluczowe ryzyko inwestycyjne stanowią jedynie strefy podwyższonego zagrożenia powodziowego i podtopień, koncentrujące się w dolinach głównych rzek (Dolna Odra, Ina, Parsęta, Wieprza) oraz w rejonie Odra-Jezioro Dąbie-Zalew Szczeciński. W pasie nadmorskim należy uwzględnić także zjawiska cofki i erozji. Zakres tych obszarów został szczegółowo określony w mapach referencyjnych Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym, Informatycznego Systemu Osłony Kraju oraz Państwowego Instytutu Geologicznego.

**W SKALI WOJEWÓDZTWA ORAZ
W ODNIESIENIU DO TYPOWYCH
RYZYK KLIMATYCZNYCH
ANALIZOWANYCH
DLA INWESTYCJI
INFRASTRUKTURALNYCH,
REGION ZACHODNIOPOMORSKI
CHARAKTERYZUJE SIĘ
STOSUNKOWO WYSOKĄ
PRZEWIDYWALNOŚCIĄ
I OGRANICZONĄ SKALĄ
ODDZIAŁYWANIA ZJAWISK
NATURALNYCH.**

3.3.1. ZAGROŻENIA SUSZĄ I POŻARAMI

Susza jest istotna dla centrów danych, ponieważ wpływa na dostępność wody do chłodzenia, kształtuje regulacje środowiskowe i zwiększa ryzyko zakłóceń operacyjnych związanych z pożarami i obciążeniem infrastruktury. Województwo cechuje się też średnim zagrożeniem suszą na tle całego kraju i jednocześnie dużym zróżnicowaniem wewnętrznym⁴⁹. Obszary o najwyższym poziomie ryzyka koncentrują się w powiecie świdwińskim oraz w przyległych częściach sąsiednich powiatów. Zachodnia część regionu w dużej mierze należy do stref o podwyższonym ryzyku suszy, natomiast północno-wschodnia część charakteryzuje się ryzykiem umiarkowanym.

Eksperti w ramach badania delfickiego wskazali ubożące zasoby wodne i wydłużające się okresy suszy w Polsce, jako czynnik dosyć istotny (wpływ został oceniony na 3,17/5), a 75% wskazało wysokie prawdopodobieństwo kontynuacji tej trajektorii. Identyczny wpływ został przyznany zaostrzeniu regulacji dotyczących poboru i zużycia wody przez obiekty przemysłowe, ale mniej respondentów (58%) było zgodnych co do wysokiego prawdopodobieństwa rozwoju tego kierunku.



Wykres 1. Zdarzenia wymagające udziału jednostek ochrony przeciwpożarowej na 1000 ludności.

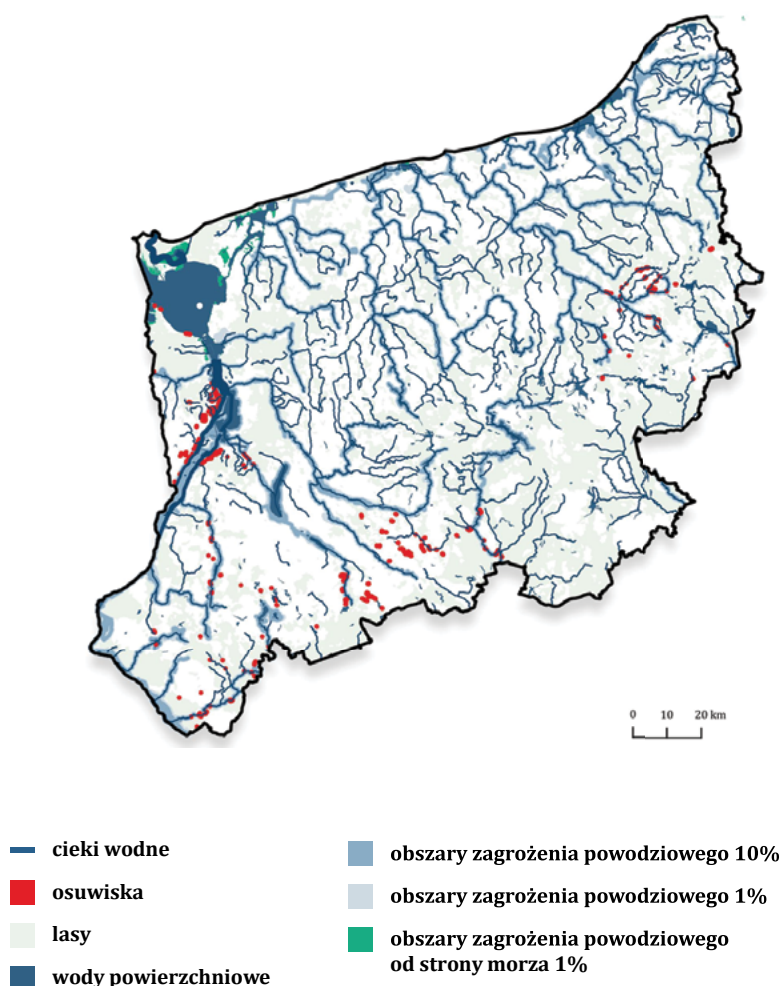
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS.

W latach 2018–2024 liczba zdarzeń wymagających udziału jednostek ochrony przeciwpożarowej w województwie zachodniopomorskim utrzymywała się na poziomie zbliżonym do średniej krajowej, z niewielkimi wahaniami w poszczególnych latach. W 2024 roku wskaźnik w regionie wyniósł 14 zdarzeń na 1000 mieszkańców, przy średniej krajowej 15 zdarzeń na 1000 mieszkańców. Oznacza to, że w ostatnim roku analizowanego okresu aktywność służb pożarniczych w przeliczeniu na mieszkańca była nieco niższa niż średnio w Polsce. Na przestrzeni lat wartości w zachodniopomorskim oscylowały między 13 a 20, z najwyższym poziomem w 2022 roku (20 zdarzeń na 1000 mieszkańców) – był to okres, w którym w całym kraju notowano wzrost liczby interwencji związanych m.in. z pożarami terenów suchych i ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi.

Powyższe dane wskazują, że województwo zachodniopomorskie charakteryzuje się stabilnym i umiarkowanym poziomem zagrożeń pożarowych, porównywalnym lub nieco niższym niż średnia krajowa. Oznacza to, że ryzyko zakłóceń operacyjnych wynikających z pożarów terenów suchych lub ekstremalnych zjawisk pogodowych jest relatywnie niskie, co sprzyja lokalizacji centrów danych wymagających wysokiej niezawodności.

RYZIKO ZAKŁÓCEŃ OPERACYJNYCH WYNIKAJĄCYCH Z POŻARÓW TERENÓW SUCHYCH LUB EKSTREMALNYCH ZJAWISK POGODOWYCH JEST RELATYWNIE NISKIE, CO SPRZYJA LOKALIZACJI CENTRÓW DANYCH WYMAGAJĄCYCH WYSOKIEJ NIEZAWODNOŚCI.

3.3.2. ZAGROŻENIA POWODZIAMI I OSUWISKAMI



Rysunek 3. Zagrożenia osuwiskami i powodziami.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z PAIH, CRFOP, BDOT.

Rozłożysta siatka struktur wodnych sprzyja występowaniu terenów powodziowych. W województwie zachodniopomorskim takie obszary występują głównie przy największych zbiornikach na zachodzie regionu i wzdłuż morza od północy. Ryzyko powodzi o wartości 10% (obszary, na których prawdopodobieństwo

wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi raz na 10 lat) i 1% (obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat⁵⁰) jest ograniczone przestrzennie i nie stanowi większego zagrożenia w skali województwa dla lokalizacji inwestycji centrów danych.

Największe zagrożenie powodziowe w województwie stwarza Odra. Obszary podatne na podtopienia od strony rzek obejmują przede wszystkim: Dolną Odrę, strefę przybrzeżną Jeziora Dąbie aż po Zalew Szczeciński, doliny Iny, Parsęty (w obrębie Białogardu i Kołobrzegu) oraz Wieprzy (w obrębie Sławna i Darłowa). Dodatkowo, w miastach istotne są dwa mechanizmy podtopień: powodzie błyskawiczne (flash flood) wywołane deszczami nawalnymi, urban flood związane z niewydolnością kanalizacji deszczowej i zabudową hydrotechniczną. Ryzyko nasila zwiększanie powierzchni nieprzepuszczalnych oraz zły stan techniczny części urządzeń wodnych o niedostosowanej przepustowości. Z punktu widzenia centrów danych kluczowe jest unikanie lokalizacji w obszarach o podwyższonym ryzyku powodziowym i podtopień, ponieważ zjawiska te mogą prowadzić do przerw w dostawie energii, utrudnień w dostępie serwisowym oraz zagrożeń dla infrastruktury podziemnej.

Na terenie województwa zidentyfikowano osuwiska m.in. w: Szczecinie oraz gminach Boleszkowice, Dębno, Nowogródek Pomorski, Barlinek, Myślibórz (pow. myśliborski), Kołbaskowo i Police (pow. policki), Postomino (pow. sławieński), Połczyn-Zdrój (pow. świdwiński) i Stare Czarnowo (pow. gryfiński).

Monitoring Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej (SOP) obejmuje obecnie 67 osuwisk. Ich występowanie ma charakter rozproszony i lokalny, co oznacza, że dotyczą niewielkich, precyzyjnie zdefiniowanych obszarów o specyficznych warunkach geologicznych. W praktyce nie obniżają one atrakcyjności inwestycyjnej regionu w skali makro, choć na poziomie lokalnym mogą stanowić czynnik ograniczający przy wyborze konkretnych działek, zwłaszcza w strefach dolinnych i zboczowych.

MONITORING SYSTEMU OSŁONY PRZECIWOŚUWISKOWEJ (SOP) OBEJMUJE OBECNIE 67 OSUWISK. ICH WYSTĘPOWANIE MA JEDNAK CHARAKTER ROZPROSZONY I LOKALNY, CO OZNACZA, ŻE DOTYCZĄ ONE NIEWIELKICH, ŚCIŚLE OKREŚLONYCH OBSZARÓW O SPECYFICZNYCH WARUNKACH GEOLOGICZNYCH. W PRAKTYCE NIE OBNIŻAJĄ ONE ATRAKCYJNOŚCI INWESTYCYJNEJ REGIONU W SKALI MAKRO.

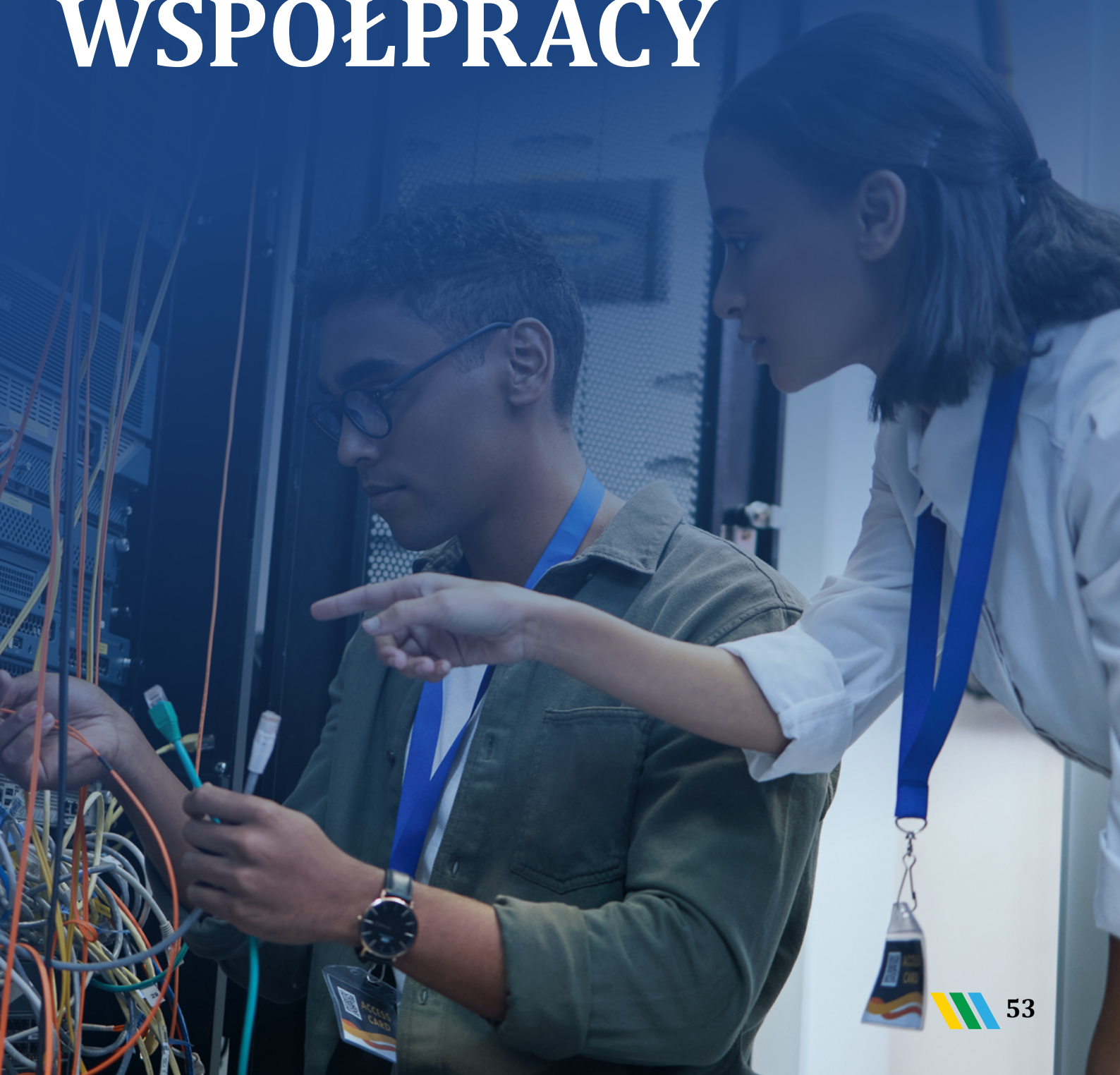


Województwo zachodniopomorskie cechuje się niskim poziomem zagrożeń klimatycznych o dużej sile destrukcyjnej, takich jak huragany, tornada czy ekstremalne wiatry, które w globalnych klasyfikacjach stanowią istotne ryzyka dla data center. W regionie zjawiska te nie występują w sposób mogący wpływać na lokalizację lub eksploatację obiektów. Jednocześnie przy planowaniu inwestycji należy uwzględnić zagrożenia suszą, powodzią i osuwiskami. Susza stanowi istotne ryzyko środowiskowe ze względu na presję na zasoby wodne oraz możliwość zaostrzania regulacji dotyczących poboru wody. Jednocześnie poziom zagrożeń pożarowych w regionie jest stabilny i umiarkowany, z wartościami na poziomie lub poniżej średniej krajowej.

Zagrożenia powodziowe są przestrzennie ograniczone, skupione głównie w dolinach oraz w strefie Odra–Jezioro Dąbie–Zalew Szczeciński; większość regionu pozostaje poza obszarami istotnego ryzyka powodziowego. Zjawiska cofki sztormowej i erozji dotyczą wyłącznie pasa nadmorskiego. Natomiast ryzyko powodzi błyskawicznych i urban flood dotyczy głównie obszarów miejskich, gdzie niewydolność kanalizacji może prowadzić do lokalnych podtopień. Wpływ potencjalnych zagrożeń powodziowych można ograniczyć poprzez właściwy dobór działki. W praktyce Pomorze Zachodnie pozostaje obszarem o wysokiej przewidywalności warunków środowiskowych dla inwestycji centrów danych, przy jednoczesnej konieczności precyzyjnego zarządzania lokalnym ryzykiem hydrologicznym i wodnym.

04

ZASOBY LUDZKIE I POTENCJAŁ WSPÓŁPRACY



4.1. POTENCJAŁ LOKALNEGO RYNKU PRACY

Dostępność siły roboczej ma dla sektora centrów danych znaczenie głównie na etapie budowy, natomiast w fazie operacyjnej liczba miejsc pracy jest relatywnie ograniczona, dlatego kluczowe znaczenie ma nie tylko skala lokalnego rynku pracy, lecz jego struktura i dostępność kompetencji technicznych.

Centra danych są specyficznym rodzajem inwestycji, których wpływ na tworzenie nowych miejsc pracy jest zróżnicowany na poszczególnych etapach życia. Branża tworzy miejsca pracy głównie w trzech zawodach/obszarach – w sektorze budowlanym, w zawodach związanych z utrzymaniem i ochroną budynków, oraz w zawodach specjalistycznych. Wpływ różnicuje się też ze względu na wielkość centrów danych i specyfikę regionu, w tym zagęszczenie podobnych inwestycji. Rynek data center generuje miejsca pracy w różnych zawodach i branżach w zależności od etapu cyklu życia inwestycji, co obrazuje poniższa tabela⁵¹.

Tabela 5. Zapotrzebowanie kadrowe w podziale na specjalizację, w zależności od etapu cyklu życia data center.

Domena pracy	Etap cyklu życia centrum danych				
	Warunki strategiczne	Projekt	Budowa	Uruchomienie	Bieżące operacje
Wsparcie biznesowe (business support) wspiera i wzmacnia wszystkie inne obszary działalności centrum danych w sposób interdyscyplinarny.	X	X		X	X
Strategia (zarządzanie i planowanie) kieruje całościowym planowaniem, realizacją i funkcjonowaniem centrów danych.	X	X			
Projektowanie obejmuje szczegółowe planowanie techniczne, budowę i modernizację centrów danych, często z naciskiem na dostępność i wydajność.		X	X	X	
Budowa obejmuje budowę nowych centrów danych i modernizację istniejących obiektów oraz zarządzanie tymi procesami.			X	X	
Inżynieria operacyjna planuje, optymalizuje i nadzoruje krytyczne systemy centrów danych, często koncentrując się na dostępności i wydajności.	X	X		X	X
Technologia informacyjna (IT) zarządza, instaluje, przenosi i konserwuje, a w niektórych przypadkach również projektuje cały sprzęt IT.		X			X
Łączność i komunikacja łączy cały sprzęt IT centrum danych, w tym między wieloma centrami danych.	X	X		X	X

Domena pracy	Etap cyklu życia centrum danych				
	Warunki strategiczne	Projekt	Budowa	Uruchomienie	Bieżące operacje
Kontrola i monitorowanie projektuje i utrzymuje systemy, które monitorują i zarządzają operacjami i sprzętem centrum danych.	X	X		X	X
Operacje zapewniają niezawodne działanie krytycznych systemów obiektów centrum danych.					X

Źródło: opracowanie na podstawie: Global data center staffing forecast 2021-2025.

Na przykładzie danych ze Stanów Zjednoczonych można stwierdzić, że budowa największych centrów danych może wymagać od kilkuset do kilku tysięcy pracowników budowlanych⁵² w okresie roku lub dwóch, chociaż w przypadku mniejszych inwestycji ta liczba będzie wielokrotnie mniejsza, podobnie jak i czas realizacji inwestycji. Niemniej jest to szczyt zatrudnienia przy funkcjonowaniu centrów danych, ponieważ małe obiekty zatrudniają zazwyczaj około 20 osób zajmujących się ich obsługą od strony technicznej w trakcie zwykłego funkcjonowania po wybudowaniu⁵³. Łączne zatrudnienie wraz z ochroną i utrzymaniem budynku może wynieść kilkadziesiąt osób. W przypadku inwestycji hiperskalowych te liczby mogą zwiększać się do kilkuset osób, ale jest to raczej wyjątek niż reguła.

W nawiązaniu do powyższych informacji istotne jest rozeznanie w regionalnym rynku pracy. Województwo zachodniopomorskie posiada obecnie korzystne warunki dla nowych pracodawców. Z jednej strony stopa bezrobocia rejestrowanego wynosiła 6,8% w 2024 r. i była jedną z wyższych w kraju (133% średniej). Z drugiej zaś zmniejszała się w ciągu ostatnich 5 lat (w 2020 r. wynosiła 8,4%), co potwierdza chłonność lokalnego rynku pracy. W tym samym czasie mediana wynagrodzeń w pierwszym kwartale 2025 r. była poniżej średniej dla całego kraju, co może stanowić o niższych kosztach dla inwestorów.

Na podstawie danych GUS z 2024 roku można stwierdzić, że struktura zatrudnienia w poszczególnych sektorach jest podobna do średniej dla kraju. Najwięcej (ok. 42%) pracowników skupiają ogólnie pojmowane usługi, 20% przemysł, a budownictwo ok. 7%. Oznacza to, że istnieje silny sektor budowlany mogący wspierać powstawanie nowych obiektów oraz pokłady siły roboczej z usług i przemysłu, które mogą zostać zatrudnione we wschodzącym sektorze centrów danych.

Warto dodać, że według badania *Barometr zawodów 2024*⁵⁴ najliczniejszymi grupami deficytowymi, co przejawia się niedoborem kandydatów w procesach rekrutacji w regionie, są zawody z branży edukacyjnej, medyczno-opiekuńczej i budowlanej. Problem ten dotyczy także branży transportu i spedycji, produkcji i przetwórstwa, a w mniejszym stopniu także branży elektroenergetycznej, mechaniczno-motoryzacyjnej i ochroniarskiej. Część z tych branż jest istotna na etapie powstawania i operacji centrów danych, w związku z czym inwestorzy mogą mieć utrudnione zadania rekrutacji w tych obszarach. Jednak są to niedobory powszechne w różnych województwach, które nie stanowią o niższej pozycji krajowej regionu, a raczej są wyzwaniem systemowym, które należy uwzględnić na wczesnych etapach planowania inwestycji.

Ciągłość zatrudnienia wspomaga zagęszczenie inwestycji w centra danych w jednym regionie, dzięki czemu pracownicy kontraktowi i podwykonawcy mogą świadczyć usługi lub pracować dla różnych inwestorów lub w różnych obiektach tego samego inwestora. Dotyczy to zarówno pracowników budowlanych, jak i projektantów i kadr odpowiedzialnych za planowanie i uruchamianie procesów. Efekt skali pomaga też wyspecjalizować się osobom i podmiotom w świadczeniu usług zorientowanych na ten konkretny typ obiektów, chociaż zależy to od rodzaju centrów danych. Większy wpływ na lokalny rynek pracy będą miały obiekty kolokacyjne, które pozwalają na większą elastyczność i wymagają większych zasobów kadrowych (np. przedstawicieli różnych firm korzystających z usług tego samego obiektu). W województwie zachodniopomorskim co prawda nie funkcjonuje wiele obiektów centrów danych, ale wśród dwóch istniejących znajduje się obiekt kolokacyjny. Jeżeli ten segment rynku będzie rozwijał się w województwie, szczególnie przez wiele równoczesnych inwestycji, może to szczególnie wzmocnić specjalizację opisywanych grup zawodowych.





Z perspektywy rynku pracy obiekty data center mogą odgrywać istotną rolę przede wszystkim w scenariuszu koncentracji wielu podobnych inwestycji w jednym regionie, co sprzyja trwałości zatrudnienia i specjalizacji lokalnych zasobów kadrowych. W obecnych uwarunkowaniach pojedyncze inwestycje będą miały ograniczony, lecz pozytywny wpływ na lokalny rynek pracy, szczególnie w sektorze budowlanym i usługowym. Ponadto niski udział zatrudnienia w rolnictwie, a wysoki w usługach daje potencjał do zwiększonej mobilności zawodowej, na rzecz nowo rozwijającej się branży, zarówno dla kadr zarządzających, specjalistów, jak i pracowników porządkowych.

Udział zatrudnienia w przemyśle stanowi $\frac{1}{5}$ rynku pracy, a w połączeniu z rozwiniętym technicznym profilem kształcenia w województwie może skutkować absorpcją pracowników do centrów danych. Pewną niewiadomą pozostają nowe modele rekrutacji do centrów danych, ponieważ rosnąca automatyzacja tych obiektów może prowadzić do ograniczenia ich pozytywnego wpływu na lokalny rynek pracy.

Jest to istotne również w połączeniu z niedoborem pracowników kilku komplementarnych branż dla rynku data center, takich jak branża ochroniarska czy elektroenergetyczna, dla których inwestor musiałby opracować odpowiedni model zachęt pracowniczych. Pewnym zagrożeniem jest stworzenie niewielkiej liczby wyspecjalizowanych miejsc pracy w województwie, ale nawet ta ścieżka może mieć pozytywy i pomóc dalej zmniejszać stopę bezrobocia, oraz stanowić zachętę dla firm technologicznych.



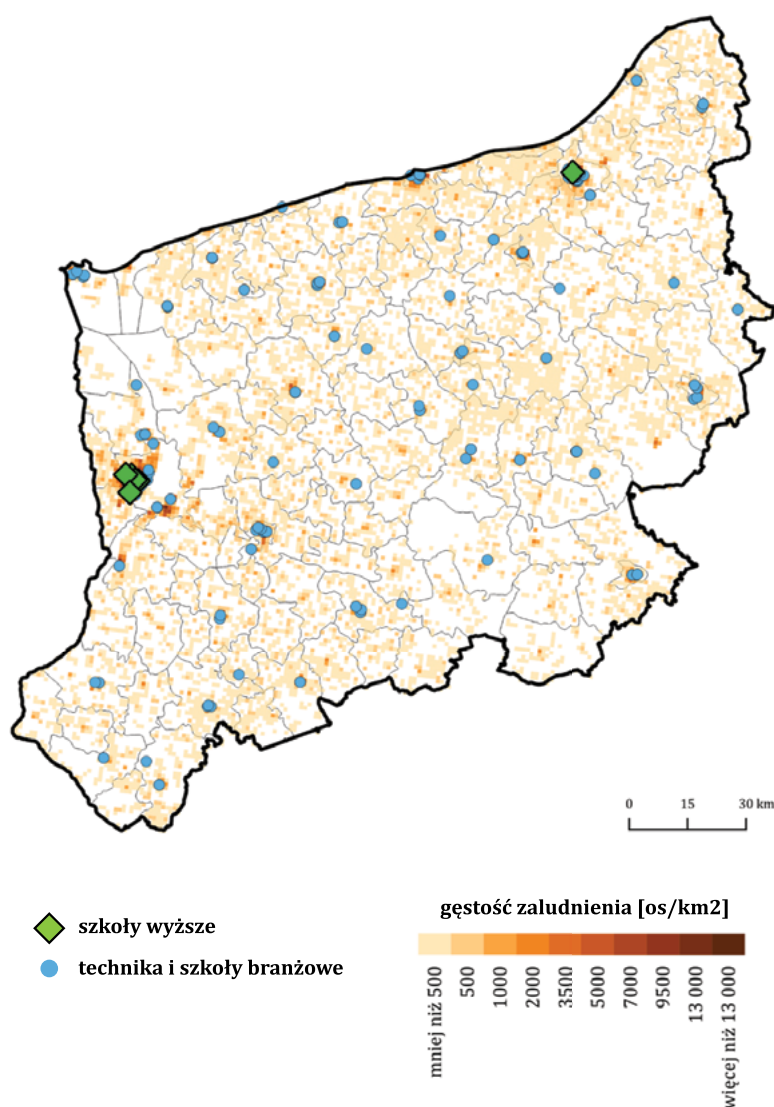
4.2. DOSTĘPNOŚĆ WYKWALIFIKOWANEJ KADRY ORAZ MOŻLIWOŚĆ BUDOWANIA WSPÓŁPRACY Z UCZELNIAMI W REGIONIE

Dostępność wykwalifikowanej kadry technicznej i inżynierskiej jest ważnym czynnikiem dla rozwoju rynku centrów danych w danej lokalizacji. Centra danych opierają swoje funkcjonowanie na kompetencjach związanych z automatyką, energetyką dużych mocy, zarządzaniem infrastrukturą krytyczną, bezpieczeństwem cyfrowym oraz utrzymaniem systemów teleinformatycznych, co sprawia, że zaplecze edukacyjne pełni rolę kluczowego elementu ekosystemu inwestycyjnego. Uczelnie są miejscem, w którym rozwijane są zarówno kwalifikacje techniczne, jak i kompetencje specjalistyczne potrzebne do obsługi obiektów o wysokim stopniu złożoności technologicznej, a także przestrzenią testowania rozwiązań stosowanych w infrastrukturze centrów danych. Współpraca uczelni z sektorem data center zwiększa także możliwości rozwijania lokalnych ekosystemów innowacji, ułatwia transfer wiedzy i narzędzi technicznych oraz skraca czas pomiędzy powstaniem nowych koncepcji a ich zastosowaniem operacyjnym.

4.2.1. DOSTĘPNOŚĆ WYKWALIFIKOWANEJ KADRY

Dostępność wykwalifikowanej kadry technicznej i inżynierskiej jest ważnym czynnikiem dla rozwoju rynku centrów danych w danej lokalizacji. Ekspert w badaniu delfickim ocenił siłę wpływu tego aspektu na 3,67 w 5-stopniowej skali, gdzie 5 oznacza „bardzo wysoki wpływ”. Jednocześnie połowa z nich oceniła jako wysoce prawdopodobne, że dostępność wykwalifikowanej kadry będzie spadać w perspektywie długoterminowej. W tym przypadku dużą rolę odgrywa specyfika regionu, a także rozwijanych w nim specjalizacji.

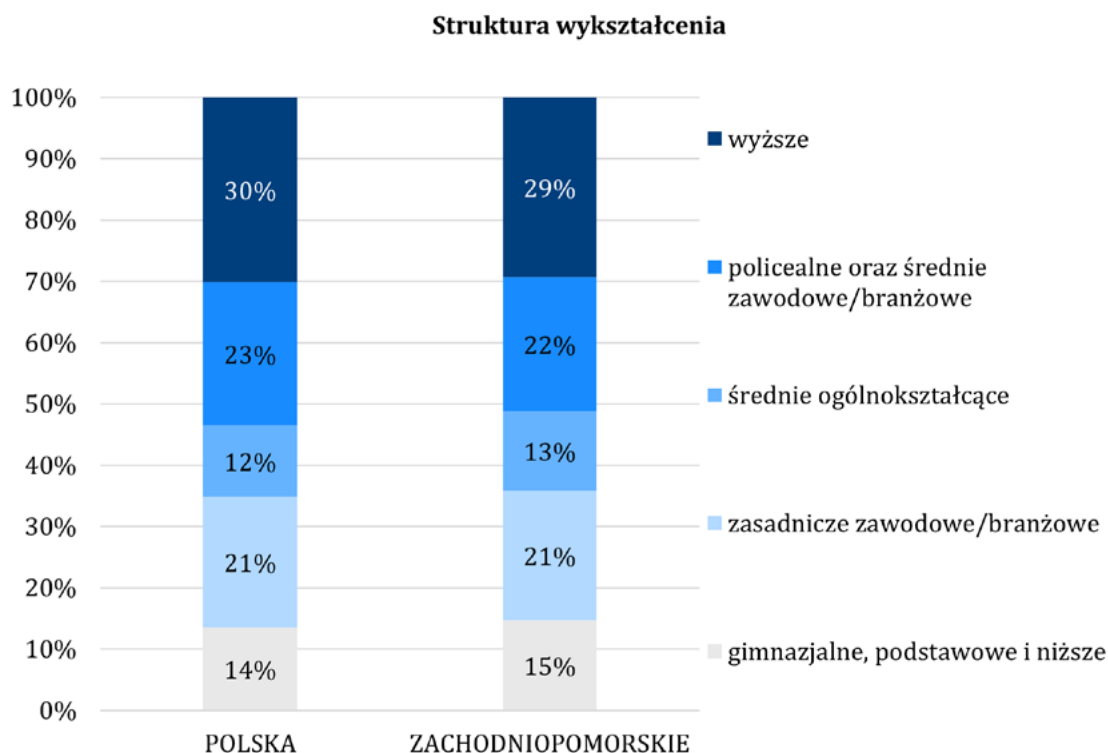




Rysunek 4. Umieszczenie szkół wyższych i technicznych na tle gęstości zaludnienia.

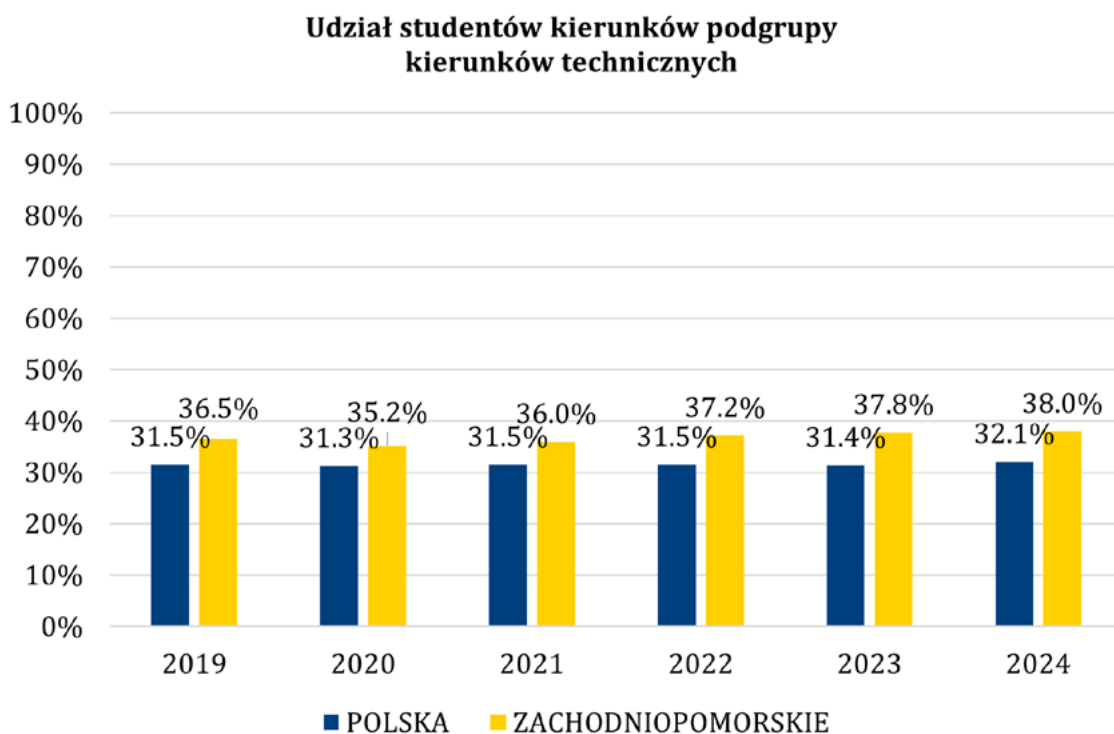
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, OPI PIB.

Dostępność wykwalifikowanej kadry technicznej i inżynierskiej to element, który może działać na korzyść województwa zachodniopomorskiego. W województwie mieszka ponad 1,6 mln osób. Wśród tych osób poziom wykształcenia jest zbliżony do struktury dla całej Polski. Niecałe 30% posiada wykształcenie wyższe, 22% posiada wykształcenie policealne lub średnie zawodowe/branżowe, a 21% zasadnicze zawodowe lub branżowe. Gimnazjalne, podstawowe i niższe oraz średnie ogólnokształcące odpowiadają odpowiednio 15% i 13% ludności w wieku produkcyjnym.

**Wykres 2. Struktura wykształcenia w województwie.****Źródło:** opracowanie własne na podstawie danych GUS, BDL.

Województwo zachodniopomorskie jest siedzibą 15 uczelni macierzystych i 11 filii. Ogólna liczba studentów w 2024 r. wynosiła 37211, a ogólna liczba absolwentów wynosiła 7424. W latach 2020 - 2023 zauważalna była tendencja spadkowa w zakresie ogólnej liczby studentów, co zmieniło się w 2024 r, gdy liczba ta wzrosła o ponad 1,3 tys. osób. Widoczny jest trend częstego wybierania przez studentów kierunków z podgrupy technicznej (biologiczne, nauki o środowisku, medyczne, fizyczne, matematyczne i statystyczne, technologie teleinformacyjne, inżynierijno-techniczne, architektura i budownictwo). Od 2020 r. wskaźnik notuje stały wzrost, a w 2024 r. wynosił 38%, w porównaniu do wyniku 32,1% dla całej Polski. W 2023 r. w regionie zlokalizowanych było również 131 szkół zawodowych, kształcących 10929 uczniów.

**WIDOCZNY JEST TREND
CZĘSTEGO WYBIERANIA PRZEZ
STUDENTÓW KIERUNKÓW
Z PODGRUPY TECHNICZNEJ
(38%, W PORÓWNANIU
DO WYNIKU 32,1% DLA CAŁEJ
POLSKI).**



Wykres 3. Udział studentów kierunków z podgrupy kierunków technicznych (%).

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, BDL.

Regionalne uczelnie zajmują zróżnicowane pozycje w rankingach ogólnopolskich, co pozwala uchwycić zarówno mocniejsze, jak i słabsze strony systemu kształcenia w województwie. Ranking Szkół Wyższych „Perspektywy” najwyżej ocenił Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, jako 23. najlepszą uczelnię w kraju. Kolejny w rankingu jest Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, plasujący się na 35. miejscu.

Uniwersytet Szczeciński, Politechnika Morska w Szczecinie i Politechnika Koszalińska zajmują miejsca w drugiej pięćdziesiątce rankingu. Warto odnotować, że Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Koszalinie jest 3. najwyżej ocenianą szkołą zawodową w Polsce. Uczelnie w Szczecinie i Koszalinie posiadają zróżnicowane profile i przekrojową ofertę. Według rankingu jakości poszczególnych kierunków tworzonego przez Fundację Edukacyjną „Perspektywy” można zweryfikować, w których obszarach kluczowych dla rynku centrów danych kształcenie ma relatywnie wyższą lub niższą pozycję.

Tabela 6. Ranking kierunków na uczelniach w województwie zachodniopomorskim.

Kierunek	Uczelnia	Pozycja w krajowym rankingu
Matematyka	Uniwersytet Szczeciński	16/30
Fizyka	Uniwersytet Szczeciński	12/13
AI & Data Science	-	-/16
Architektura	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	10/16
Automatyka i robotyka	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	8/16

Kierunek	Uczelnia	Pozycja w krajowym rankingu
Budownictwo	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	22/23
Elektronika i telekomunikacja	-	-/12
Elektrotechnika	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	12/18
Energetyka	Politechnika Koszalińska	12/15
Informatyka	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	13/28
	Politechnika Koszalińska	20/28
	Politechnika Morska w Szczecinie	28/28
Inżynieria chemiczna	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	5/6
Logistyka	Uniwersytet Szczeciński	7/22
	Politechnika Morska w Szczecinie	9/22
	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	16/22
Mechanika i budowa maszyn	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	9/26
	Politechnika Koszalińska	17/26
	Politechnika Morska w Szczecinie	25/26
Mechatronika	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	9/18
	Politechnika Koszalińska	13/18
Zarządzanie i inżynieria produkcji	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	12/27
	Politechnika Koszalińska	15/27
	Politechnika Morska w Szczecinie	18/27
Zarządzanie	Uniwersytet Szczeciński	26/53

Źródło: opracowanie własne na podstawie Fundacja Edukacyjna „Perspektywy”. Metodologia Rankingu Kierunków Studiów 2025. Ranking Szkół Wyższych Perspektywy⁵⁵.

Wśród kierunków technicznych i ścisłych, które mogą być istotne w kontekście pracy w procesie budowy lub obsługi centrów danych najwyższą pozycję zajmują takie kierunki jak Logistyka, Mechanika i budowa maszyn, Budownictwo, Informatyka, Zarządzanie, oraz Zarządzanie i inżynieria produkcji, które plasują się w pierwszej połowie rankingów krajowych. Część z tych kierunków jest reprezentowana przez dwie lub trzy uczelnie w regionie, co zwiększa dostępność absolwentów o porównywalnych kompetencjach.

Z drugiej strony w regionie zauważalny jest brak rozwiniętych kierunków taki jak AI & Data Science, czy Elektronika i Telekomunikacja⁵⁶. Jakość kształcenia

**JAKOŚĆ KSZTAŁCENIA
W REGIONIE WSKAZUJE
NA OBECNOŚĆ POTENCJAŁU,
KTÓRY MOŻE BYĆ SKUTECZNIE
ROZWIJANY. W REGIONIE
DOMINUJĄ UCZELNIE
TECHNICZNE, KTÓRE TWORZĄ
BAZĘ KOMPETENCYJNĄ
DLA INWESTYCJI
INFRASTRUKTURALNYCH.**

w regionie wskazuje na obecność potencjału, który może być skutecznie rozwijany. W regionie dominują uczelnie techniczne, które tworzą bazę kompetencyjną dla inwestycji infrastrukturalnych, choć nie obejmują jeszcze pełnego zakresu wyspecjalizowanych kierunków związanych z nowoczesną gospodarką cyfrową. Ukierunkowanie wykształcenia wyższego na obszar techniczny jest więc zdecydowaną zaletą, co widać zarówno w liczbie studentów obierających tę ścieżkę, jak i profil działalności poszczególnych uczelni (3 z 5 najlepszych uczelni to uczelnie techniczne).

4.2.2. SZANSE I MOŻLIWOŚCI BUDOWANIA TRWAŁEJ WSPÓŁPRACY Z UCZELNIAMI W REGIONIE

W kontekście centrów danych uczelnie wyższe pełnią istotną funkcję w budowie kompetencji specjalistycznych, testowaniu nowych rozwiązań technologicznych oraz rozwoju kadr dla infrastruktury krytycznej. W przypadku województwa zachodniopomorskiego potencjał ten ma znaczenie zwłaszcza dla projektów wymagających zaplecza badawczo-rozwojowego, testów obciążeń infrastruktury, systemów automatyki, bezpieczeństwa i energetyki. W badaniu delfickim eksperci określili siłę wpływu wzrostu zapotrzebowania instytucji edukacyjnych i sektora nauki na „storage” i moc obliczeniową na 3,55 w 5-stopniowej skali, gdzie 5 oznaczało „bardzo silny wpływ” na rozwój rynku. Aż 82% respondentów określiło ten kierunek jako wysoko prawdopodobny. Oznacza to, że budowanie rynku centrów danych we współpracy z sektorem nauki i edukacji może być istotnym potencjałem.

W regionie dominują dwa ośrodki akademickie – Szczecin i Koszalin. Chociaż jakość kształcenia na tle kraju pozostaje średnia to raport „Analiza innowacyjności zachodniopomorskich przedsiębiorstw oraz ich zapotrzebowania na usługi z zakresu działalności badawczo-rozwojowo-innowacyjnej”⁵⁷ ujawnia pozytywne nastawienie do współpracy z sektorem prywatnym wśród uczelni w badanym regionie. Przedsiębiorcy pozytywnie oceniają zarówno współpracę z jednostkami naukowo-badawczymi, jak i same kompetencje pracowników naukowo-badawczych. Wyzwaniami jest koszt współpracy oraz czas realizacji prac.

**PRZEDSIĘBIORCY
POZYTYWNE OCENIAJĄ
ZARÓWNO WSPÓŁPRACĘ
Z JEDNOSTKAMI NAUKOWO-
BADAWCZYMI, JAK I SAME
KOMPETENCJE PRACOWNIKÓW
NAUKOWO-BADAWCZYCH.
WYZWANIAM I JEST KOSZT
WSPÓŁPRACY ORAZ CZAS
REALIZACJI PRAC.**



Wśród uczelni, które mogą w największym stopniu wspomagać rozwój rynku centrów danych można wymienić Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Uniwersytet Szczeciński, Politechnikę Morską w Szczecinie, Politechnikę Koszalińską. Każda z tych szkół wyższych posiada indywidualną specyfikę, mogącą stanowić walor dla inwestorów, które omówiono poniżej.

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY

Jest to główny ośrodek o drugim najwyższym poziomie kształcenia w województwie według rankingu. Szereg kierunków technicznych, takich jak Transport, Mechanika i budowa maszyn, Mechatronika osiąga wysokie wyniki w krajowych rankingach. Świadczy to zarówno o jakości kształcenia, ale również o dobrej kadrze naukowo-dydaktycznej, wśród której można szukać partnerów do współpracy z perspektywy inwestora. Uczelnia realizowała w latach 2018-2023 projekt „ZUT 2.0 - Nowoczesny Zintegrowany Uniwersytet”, którego wybranymi celami było podniesienie kompetencji kadry dydaktycznej, podniesienie kompetencji zarządczych kadry kierowniczej i administracyjnej oraz restrukturyzacja modelu zarządzania uczelnią, co może znacząco rzutować na podejście uczelni do współpracy z otoczeniem⁵⁸. W przypadku współpracy z inwestorami zagranicznymi, otwartość ZUTu może wzmacniać fakt dwóch inicjatyw – dołączenie w 2024 do projektu EUNICoast, oraz powołanie w 2025 r. Działu Współpracy Międzynarodowej. Projekt EUNICoast, który zrzesza w swoich szeregach uczelnie z terenów nadmorskich, ma w swoich założeniach wspólną zintegrowaną długoterminową strategię w obszarze kształcenia, badań, innowacji oraz współpracy ze społeczeństwem i otoczeniem gospodarczym. Może to być przyczynek do wymiany wiedzy na temat współpracy z inwestorami centrów danych w obszarach przybrzeżnych, korzystających z farm wiatrowych i wodnych i chłodniejszych warunków atmosferycznych. Z kolei Dział Współpracy Międzynarodowej jest odpowiedzialny m.in. za budowanie relacji międzynarodowych i pozyskiwanie projektów zewnętrznych, co sugeruje uproszczenie ścieżki dotarcia dla inwestorów zagranicznych w kontaktach z uczelnią⁵⁹. Z perspektywy inwestycji data center uczelnia stanowi potencjalne zaplecze dla kadr projektowych, automatyki, infrastruktury i zarządzania technicznego.

POLITECHNIKA MORSKA

Politechnika dysponuje węższy i dużo bardziej skonkretyzowanym profilem specjalizacji. Jest ona zorientowana na transport wodny, w tym mechanikę, inżynierię i budowę jednostek pływających oraz ich komponentów, a także na transport i logistykę w tym zakresie. Niemniej w uczelni wyrasta kolejna odnoga specjalizacji, jaką jest energetyka offshore. Jednym z czołowych projektów ostatnich lat jest Akademickie Centrum Szkoleniowe MUSTC działające w ramach uczelni, którego jednym z filarów są szkolenia GWO Basic Safety Training (BST), czyli kursy bezpieczeństwa dla osób pracujących w przemyśle wiatrowym⁶⁰. Może to być wyraźny kierunek dla inwestorów, chcących powiązać swoje centra danych z technologią offshore lub inwestować bezpośrednio w wiatrowe źródła energii na potrzeby swoich obiektów. Ponadto Politechnika Morska klarownie wskazuje w jakich kierunkach współpracuje z przedsiębiorstwami. Są to: realizacja usług eksperckich (analiz, usług badawczych), partnerstwo w konsorcjach lub podwykonawstwo badań, transfer technologii. Uczelnia współpracuje z 20 podmiotami zagranicznymi (uczelniami, firmami i instytucjami)⁶¹, co wskazuje na dużą otwartość i rozeznanie w kontaktach międzynarodowych, będącym atutem dla inwestorów zagranicznych.

UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI

Uniwersytet Szczeciński jest kolejną wysoko notowaną uczelnią w regionie. Przez pryzmat użyteczności dla rynku centrów danych należy wskazać, że uczelnia zajmuje wysokie pozycje w rankingach bardziej ogólnych kierunków technicznych i ścisłych, takich jak matematyka, fizyka, logistyka i zarządzanie. To w tych obszarach

inwestorzy powinni upatrywać potencjalnej współpracy badawczej i ukierunkowywać wysiłki rekrutacyjne. Jednocześnie jest to największa szkoła wyższa w regionie, co świadczy o rozbudowanych strukturach. W przypadku potrzeb wykraczających poza sektor centrów danych uczelnia umożliwia współpracę z biznesem przez Centrum Analiz Ekonomicznych i Finansowych, Centrum Analiz Prawnych, Centrum Badań i Rozwoju, Centrum Analiz Strategicznych oraz Centrum Transferu Technologii.

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Politechnika Koszalińska oferuje kształcenie w zróżnicowanych obszarach technicznych, w tym związanych z energetyką, budownictwem, informatyką, mechaniką i budowa maszyn, mechatroniką, czy zarządzaniem i inżynierią produkcji. Dla inwestorów istotne może być przystąpienie PK do programu Uniwersytetu Europejskiego (UE) EU4DUAL. Inicjatywa działa na rzecz kształcenia dualnego, czyli powiązania tradycyjnego toku z praktyką w przedsiębiorstwach przemysłowych⁶². Uczelnia nawiązuje także współpracę z lokalnymi przedsiębiorstwami, co może być istotne dla inwestorów regionalnych, szukających wsparcia w mniejszej skali.

Regionalne uczelnie i centra badawcze są także istotnym elementem Inteligentnych Specjalizacji Województwa Zachodniopomorskiego, przyjętych w 2022 r.⁶³. W ramach 6 specjalizacji dla regionu znajdują się:

1. technologie i usługi przyszłości,
2. inteligentne metody wytwarzania wyrobów i maszyn,
3. produkty chemiczne dla zrównoważonego rozwoju,
4. przetwórstwo naturalne nowej generacji,
5. niebieska gospodarka i zielony transport,
6. turystyka i jakość życia.

Wśród nich jeden obszar tematyczny (technologie i usługi przyszłości) jest bezpośrednio związany z rozwojem data center przez pryzmat rozwoju telekomunikacji, infrastruktury światłowodowej, związanej z oprogramowaniem, przetwarzaniem danych, czy naprawą i konserwacją sprzętu. Z kolei specjalizacja „inteligentne metody wytwarzania wyrobów i maszyn” jest pośrednio związana z rynkiem centrów danych przez produkcję, naprawę, konserwację i instalację sprzętów elektrycznych i maszyn.

Dokument określający inteligentne specjalizacje wymienia konkretne wydziały i kierunki kształcenia, które mogą posłużyć jako nawigacja do podjęcia współpracy w razie takiej potrzeby. Są to między innymi jednostki ZUT, takie jak Wydział Elektryczny, Wydział Informatyki, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, jednostki Politechniki Morskiej w Szczecinie – Wydział Informatyki i Telekomunikacji, Wydział Mechatroniki i Elektrotechniki, a także jednostka Politechniki Koszalińskiej – Wydział Elektroniki i Informatyki.

**REGIONALNA INTELIGENTNA
SPECJALIZACJA „TECHNOLOGIE
I USŁUGI PRZYSZŁOŚCI”
JEST UKIERUNKOWANA NA
ROZWÓJ ZAAWANSOWANYCH
TECHNOLOGII CYFROWYCH,
AUTOMATYZACJI I ROZWIĄZAŃ
OPARTYCH NA SZTUCZNEJ
INTELIGENCJI, KLUCZOWYCH
DLA FUNKCJONOWANIA
I ROZWOJU CENTRÓW DANYCH.**

Tabela 7. Wybrane elementy Inteligentnych Specjalizacji Województwa w oparciu o powiązanie z rynkiem data center.

Kody PKD	Wykaz PKD kluczowe kierunki kształcenia	Przykłady strategicznych obszarów badawczych zachodniopomorskich uczelni
Technologie i usługi przyszłości		
26.11.Z Produkcja elementów elektronicznych. 27.31.Z Produkcja kabli światłowodowych. 61.20.Z Działalność w zakresie telekomunikacji bezprzewodowej, z wyłączeniem telekomunikacji satelitarnej. 61.90.Z Działalność w zakresie pozostałej telekomunikacji. 62.01.Z Działalność związana z oprogramowaniem. 62.02.Z Działalność związana z doradztwem w zakresie informatyki. 62.03.Z Działalność związana z zarządzaniem urządzeniami informatycznymi. 63.11.Z Przetwarzanie danych; zarządzanie stronami internetowymi (hosting) i podobna. 71.12.Z Działalność w zakresie inżynierii i związane z nią doradztwo techniczne. 71.20.B Pozostałe badania i analizy techniczne. 95.12.Z Naprawa i konserwacja sprzętu (tele)komunikacyjnego.	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie: - Wydział Elektryczny – kierunek: Automatyka i Robotyka, Teleinformatyka; - Wydział Informatyki – kierunek: Informatyka; - Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki – kierunek: Mechatronika. Politechnika Morska w Szczecinie: - Wydział Informatyki i Telekomunikacji – kierunki: Informatyka i Teleinformatyka; - Wydział Mechatroniki i Elektrotechniki – kierunek: Mechatronika. Uniwersytet Szczeciński: - Wydział Ekonomii, Finansów i Zarządzania – kierunki: Economics and IT Applications, Informatyka i Ekonometria. Politechnika Koszalińska: - Wydział Elektroniki i Informatyki – kierunki: Informatyka, Elektronika i Telekomunikacja. Zachodniopomorska Szkoła Biznesu w Szczecinie: - Wydział w Szczecinie - kierunki: Informatyka, Zarządzanie.	- Sztuczna inteligencja oraz Big Data. - Sieci społeczne, dyfuzja informacji oraz interakcja człowiek - komputer. - Bezpieczeństwo systemów IT. - Internet Rzeczy (IoT - Internet of Things). - Systemy cyberfizyczne (CPS - cyber-physical systems). - Prace nad automatyzacją procesów decyzyjnych w obiektach autonomicznych i zdalnie sterowanych. - Tworzenie algorytmów sterowania i ich implementacja na platformach mikroprocesorowych integrujących cyfrowe systemy sterowania i komunikacji.
Inteligentne metody wytwarzania wyrobów i maszyn		
27.11.Z Produkcja elektrycznych silników, prądnic i transformatorów. 27.12.Z Produkcja aparatury rozdzielczej i sterowniczej energii elektrycznej. 27.32.Z Produkcja pozostałych elektronicznych i elektrycznych przewodów i kabli. 27.40.Z Produkcja elektrycznego sprzętu oświetleniowego. 33.11.Z Naprawa i konserwacja metalowych wyrobów gotowych.	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie: Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki - kierunki: Inżynieria materiałowa, Inżynieria pojazdów bojowych i specjalnych, Inżynieria produkcji w Przemśle 4.0, Mechanika i budowa maszyn, Mechatronika, Zarządzanie i inżynieria produkcji, Materials Engineering, projektowanie materiałowe w konstrukcjach inżynierskich, Materials Science and Engineering;	- Badania nad nowoczesnymi modelami zarządzania procesami produkcji wyrobów z metalu z uwzględnieniem Przemysłu 4.0. - Transformacja cyfrowa, automatyzacja, robotyzacja procesów produkcyjnych i wspomagających wytwarzanie wyrobów z metalu.

Kody PKD	Wykaz PKD kluczowe kierunki kształcenia	Przykłady strategicznych obszarów badawczych zachodniopomorskich uczelni
33.12.Z Naprawa i konserwacja maszyn. 33.14.Z Naprawa i konserwacja urządzeń elektrycznych. 33.20.Z Instalowanie maszyn przemysłowych, sprzętu i wyposażenia.	- Wydział Elektryczny – kierunki: Elektrotechnika, Automatyka i Robotyka, Teleinformatyka. Politechnika Morska w Szczecinie: - Wydział Mechatroniki i Elektrotechniki – kierunek: Mechatronika. Politechnika Koszalińska: - Wydział Elektroniki i Informatyki – kierunek: Elektronika i Telekomunikacja.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Inteligentne Specjalizacje Województwa Zachodniopomorskiego”.

Z punktu widzenia współpracy bezpośrednio powiązanej z transferem wiedzy między uczelniami a sektorem prywatnym wiedzy warto wziąć pod uwagę funkcjonowanie w regionie (często przy uczelniach) centrów innowacji i transferu technologii. Wśród tych, które mogą być pomocne w sektorze centrów danych, można wymienić:

- InnoPM – Centrum Innowacji Politechniki Morskiej w Szczecinie - spółka celowa Politechniki Morskiej (dawniej Akademii Morskiej) odpowiedzialna za transfer wyników badań i prac B+R do gospodarki. Współpracuje z przedsiębiorstwami, inwestorami i administracją, wspierając wdrażanie nowych technologii, rozwój projektów biznesowych oraz zarządzając laboratoriami uczelni. Realizuje szkolenia branżowe i projekty międzynarodowe, korzystając z wiedzy ekspertów z kraju i zagranicy.
- Centrum Transferu Technologii Morskich – Politechnika Morska w Szczecinie - jednostka prowadząca projekty badawczo-rozwojowe oraz usługi eksperckie w dziedzinach inżynierii, transportu i gospodarki morskiej. Specjalizuje się m.in. w bezpieczeństwie żeglugi, diagnostyce maszyn, technologiach offshore, biopaliwach, logistyce morskiej, oceanotechnice i informatyce. Centrum łączy naukę z przemysłem poprzez realizację 74 badań stosowanych i analiz technologicznych.
- Regionalne Centrum Innowacji i Transferu Technologii (RCliTT) – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie - RCliTT łączy naukę z biznesem, wspierając komercjalizację technologii oraz rozwój przedsiębiorczości. Oferuje doradztwo w zakresie ochrony pomysłów, analiz rynkowych, finansowania projektów (m.in. z programu Horyzont Europa) oraz wsparcie dla naukowców i start-upów. Centrum prowadzi szkolenia, udostępnia przestrzeń biurową i promuje najlepsze prace dyplomowe.

UCZELNIE W REGIONIE OFERUJĄ POLE DO WSPÓŁPRACY W ZAKRESIE UDOSTĘPNIANIA INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ, CZEGO PRZYKŁADEM JEST OBECNOŚĆ AKADEMICKIEJ MIEJSKIEJ SIECI KOMPUTEROWEJ, CZYLI DOSTAWCY ŁĄCZ SIECIOWYCH DLA JEDNOSTEK BADAWCZYCH W SZCZECINIE, A TAKŻE USŁUG SIECIOWYCH I HOSTINGOWYCH DLA FIRM I INSTYTUCJI ZEWNĘTRZNYCH.

- Szczeciński Park Naukowo-Technologiczny (Technopark Pomerania) - inkubator przedsiębiorczości skupiający ponad 60 firm ICT i 300 podmiotów wirtualnych. Oferuje nowoczesną infrastrukturę, doradztwo biznesowe, pomoc w pozyskiwaniu finansowania, usługi prawne i księgowe oraz wsparcie marketingowe. Park wspiera samorządy w rozwoju systemów informatycznych i współpracuje ze szkołami oraz uczelniami w zakresie kształcenia informatycznego.

Uczelnie w regionie oferują także pole do współpracy w zakresie udostępniania infrastruktury technicznej, czego przykładem jest obecność Akademickiej Miejskiej Sieci Komputerowej, czyli dostawcy łącz sieciowych dla jednostek badawczych w Szczecinie, a także usług sieciowych i hostingowych dla firm i instytucji zewnętrznych. AMSK funkcjonuje pod Wydziałem Techniki Morskiej i Transportu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Analogicznie w Koszalinie funkcjonuje Miejska Sieć Komputerowa (KosMAN), organizowana przez Uczelniane Centrum Technologii Informatycznych Politechniki Koszalińskiej. Oba ośrodki wchodzą w skład konsorcjum projektu PIONIER, czyli organizatora sieci linii światłowodowych o dużych przepustowościach.

Sieć PIONIER działa na rzecz wsparcia inicjatyw naukowych oraz komercyjnych, zapewniając łączność między największymi polskimi ośrodkami oraz siecią europejską w technologii Ethernet nx10 i nx100 Gb/s. W tym systemie Szczecin i Koszalin są węzłami sieci PIONIER drugiego rzędu – posiadają interfejsy dostępne o przepustowości nx10Gb/s oraz 100 Gb/s, ale w stosunku do jednostek pierwszego rzędu nie posiadają interfejsów 400Gb/s. Szczecin nie stanowi także węzła wyjściowego do reszty Europy – funkcję tę pełni Poznań. Niemniej obecność AMSK i węzła PIONIER stanowi znaczący potencjał dla rozwoju działów B+R na rzecz sektora data center, a także możliwości współpracy komercyjnej z administratorami sieci w postaci jednostek uczelnianych.





Z punktu widzenia rynku centrów danych struktura i jakość kadr w regionie sprzyja realizacji projektów infrastrukturalnych o charakterze regionalnym oraz specjalistycznym. Wysoki udział kierunków technicznych w strukturze kształcenia stanowi potencjał wzmacniający rozwój sektora centrów danych. Jednocześnie realizacja projektów hiperskalowych wymagałaby istotnego wzmocnienia lokalnego ekosystemu kompetencyjnego, w szczególności poprzez rozwój kierunków związanych z systemami danych, energetyką dużych mocy oraz bezpieczeństwem infrastruktury cyfrowej.

Takie działania mogą bazować na wyraźnym zainteresowaniu kierunkami technicznymi w regionie i stanowić również element polityki rozwoju regionu i rozwoju poszczególnych uczelni. Ryzykiem średnio- i długookresowym pozostaje prognozowany ogólnopolski spadek dostępności wykwalifikowanej kadry technicznej w związku z niżem demograficznym, który w przypadku braku działań systemowych może ograniczać zdolność regionu do absorpcji bardziej zaawansowanych projektów infrastrukturalnych.

Z perspektywy sektora centrów danych region dysponuje funkcjonalnym, choć nierównomiernym potencjałem współpracy z zapleczem akademickim. Szczecin i Koszalin tworzą dwa główne węzły wiedzy technicznej, a obecność uczelni o profilu inżynierskim, centrów transferu technologii oraz sieci PIONIER stanowi realną bazę dla projektów badawczych, pilotażowych i rozwojowych. Potencjał ten jest szczególnie istotny dla centrów danych o profilu specjalistycznym, badawczym oraz dla obiektów wspierających obliczenia naukowe i symulacyjne. Jednocześnie ograniczona skala infrastruktury badawczej wysokiej mocy ograniczają możliwość traktowania regionu jako pełnego zaplecza dla najbardziej zaawansowanych projektów. Dla centrów danych współpraca z sektorem nauki może pełnić funkcję uzupełniającą, zwłaszcza w zakresie testowania rozwiązań, kształcenia kadr i pilotażowych wdrożeń.

05

POTENCJAŁ ENERGETYCZNY REGIONU POMORZA ZACHODNIEGO

5.1. UWARUNKOWANIA ENERGETYCZNE LOKALIZACJI CENTRÓW DANYCH

Wybór lokalizacji dla centrów danych w dużym stopniu zależy od jakości i niezawodności infrastruktury elektroenergetycznej. Obiekty te należą do kategorii inwestycji energochłonnych, charakteryzujących się wysoką i stałą intensywnością obciążenia sieci. Zasilanie stanowi kluczowy element ich funkcjonowania, przy czym wymagania dotyczące ciągłości i redundancji różnią się w zależności od klasy obiektu (Tier I–IV). Celem niniejszego rozdziału jest ocena warunków energetycznych determinujących możliwość lokalizacji centrów danych w województwie zachodniopomorskim, ze szczególnym uwzględnieniem architektury zasilania i potencjału odnawialnych źródeł energii.

Znaczenie energetyki dla lokalizacji obiektów data center potwierdzają wyniki badania delfickiego. Wśród wszystkich analizowanych czynników jako elementy o najwyższym wpływie wskazano te związane z infrastrukturą energetyczną. Wzrost znaczenia stabilności i dostępności sieci oceniono na 4,67 w pięciostopniowej skali, gdzie 5 oznacza „bardzo wysoki wpływ”. Wysoko oceniono również elementy dotyczące sposobu wytwarzania energii, takie jak rosnąca dostępność istniejącej infrastruktury odnawialnych źródeł energii (3,83).

Opracowania branżowe wskazują, że pomimo rosnącego zainteresowania inwestorów rynek centrów danych w Polsce napotyka coraz wyraźniejsze ograniczenia infrastrukturalne, zwłaszcza w obszarze dostępności mocy przyłączeniowej⁶⁴. Liczba składanych wniosków o przyłączenie rośnie szybciej niż jest w stanie obsłużyć istniejąca sieć, co tworzy narastającą presję na infrastrukturę przesyłową i dystrybucyjną. W efekcie zapewnienie stabilnych i przewidywalnych warunków przyłączeniowych staje się jednym z kluczowych wyzwań dla rozwoju sektora, szczególnie w regionach o wysokim potencjale lokalizacyjnym, takich jak Pomorze Zachodnie.

W celu zapewnienia ciągłości pracy centra danych projektowane są w oparciu o modele redundancji zasilania N+1 lub 2N, które umożliwiają działanie systemów nawet w przypadku awarii jednego z elementów infrastruktury. W przypadku obiektów o dużym zapotrzebowaniu na moc, przekraczającym typowe możliwości sieci średniego napięcia (zazwyczaj powyżej 10–20 MW), stosuje się bezpośrednie przyłączenie do sieci wysokiego napięcia (110–220 kV)⁶⁵. Poziom niezawodności centrów danych definiuje klasyfikacja Tier (I–IV), różniąca się zakresem redundancji i oczekiwanym poziomem dostępności. Obiekty klasy Tier III i IV wymagają pełnej redundancji zasilania (N+1 lub 2N) oraz dwóch niezależnych linii zasilających, co w praktyce oznacza konieczność dwustronnego zasilania z niezależnych węzłów GPZ lub przyłączenia do sieci 110–220 kV⁶⁶.

**WOJEWÓDZTWO
DYSPONUJE ROZWINIĘTĄ
I SYSTEMATYCZNIE
WZMACNIAJĄ
INFRASTRUKTURĄ
ENERGETYCZNĄ, CO
STANOWI ISTOTNY
ATUT W KONTEKŚCIE
LOKALIZACJI OBIEKTÓW
WYMAGAJĄCYCH WYSOKIEJ
NIEZAWODNOŚCI
ZASILANIA, TAKICH JAK
CENTRA DANYCH.**

**Tabela 8. Wymagania techniczne, które determinują odporność energetyczną.**

Wymaganie techniczne	Cel/znaczenie dla odporności
Spełnienie kryterium N-1	Utrzymanie zasilania w razie awarii jednego elementu.
Zasilanie dwustronne (220/400 kV)	Redundancja dostaw energii do dużych odbiorców (DC).
Integracja z SCADA/ADMS	Automatyzacja i monitorowanie w czasie rzeczywistym.
Rezerwowe pola liniowe i transformatory	Zwiększenie elastyczności i niezawodności pracy sieci elektroenergetycznej.
Teletransmisja światłowodowa	Transmisja danych operacyjnych i sterujących z wykorzystaniem wspólnej infrastruktury światłowodowej systemów ICT.

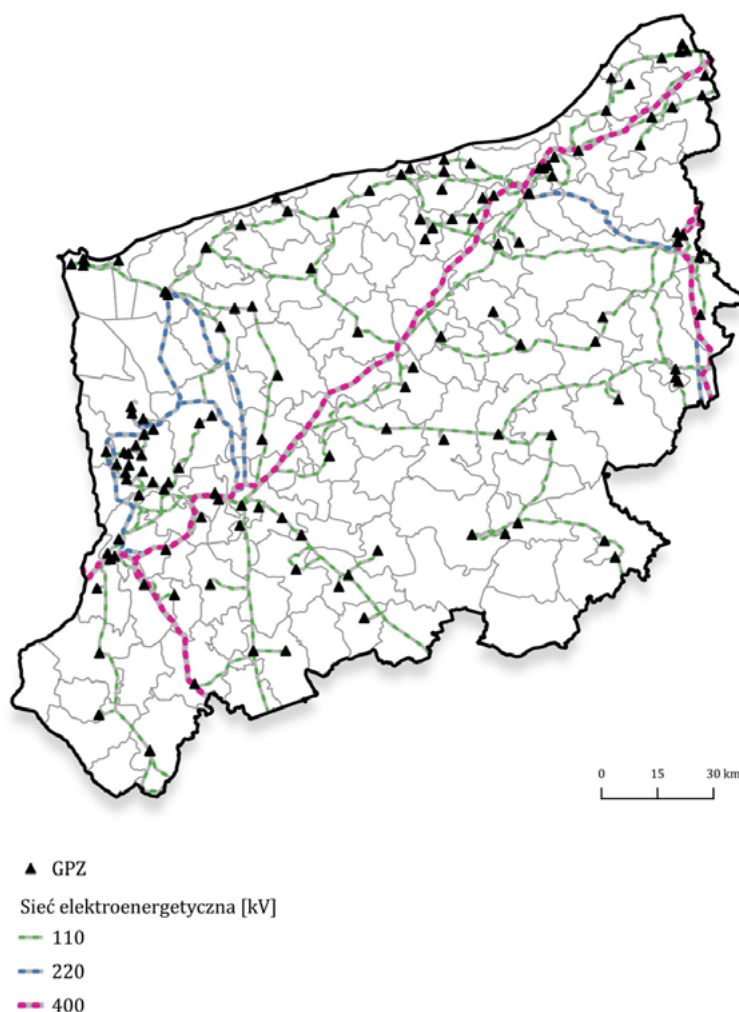
Źródło: opracowanie własne.

Dostępność i stopień automatyzacji GPZ, a także ich integracja z systemami SCADA i ADMS, stanowią istotne czynniki oceny odporności energetycznej regionu. Systemy te umożliwiają zdalne sterowanie, monitorowanie i automatyczne przełączanie sieci w czasie rzeczywistym, ograniczając ryzyko długotrwałych przerw w zasilaniu.

Analiza przedstawia obraz architektury systemu elektroenergetycznego regionu, obejmując rozmieszczenie i dostępność Głównych Punktów Zasilania, strukturę sieci oraz skalę modernizowanych i realizowanych inwestycji przesyłowych i dystrybucyjnych. Zestawienie tych elementów wskazuje, że województwo dysponuje rozwiniętą i systematycznie wzmacnianą infrastrukturą energetyczną, co stanowi istotny atut w kontekście lokalizacji obiektów wymagających wysokiej niezawodności zasilania, takich jak centra danych. Region tworzy sprzyjające warunki wstępne dla realizacji obiektów Tier I–II, a w wybranych częściach także Tier III–IV. Spełnienie wymagań Tier zależy jednak od oceny konkretnej działki i projektowanej topologii zasilania danego obiektu, ponieważ klasyfikacja Tier nie jest przypisywana do regionu, lecz do pojedynczego centrum danych.

5.1.1. INFRASTRUKTURA GPZ DLA PRZYŁĄCZEŃ DUŻEJ MOCY

Główny Punkt Zasilania jest miejscem, w którym sieć wysokiego napięcia łączy się z siecią średniego napięcia, co determinuje możliwość przyłączenia nowych odbiorców. W przypadku centrów danych ograniczona dostępność mocy lub konieczność modernizacji GPZ znacząco wydłuża proces przyłączenia i podnosi koszty inwestycji. Z tego względu rozmieszczenie, stan techniczny i przepustowość tych stacji przesądzają o realnej wykonalności lokalizacji obiektów o wysokim zapotrzebowaniu mocy.



Rysunek 5. Sieć energetyczna i rozmieszczenie GPZ w województwie zachodniopomorskim.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PSE oraz Mapy sieci elektroenergetycznej.

W strukturze sieci widoczna jest dominacja linii 110 kV, które tworzą gęstą siatkę połączeń w całym regionie. GPZ rozmieszczone są wzdłuż głównych ośrodków miejskich i korytarzy infrastrukturalnych – szczególnie w rejonie Szczecina, Świnoujścia, Kołobrzegu i Szczecinka, gdzie występuje koncentracja punktów zasilających oraz połączeń z siecią 220 kV. Linia 400 kV Krajnik–Morzyczyn–Dunowo–Słupsk–Żarnowiec stanowi kluczowy korytarz przesyłowy, zapewniający połączenia zarówno z systemem krajowym, jak i transgranicznym. Linie 220 kV koncentrują się przede wszystkim w zachodniej części województwa, nad gęstą siecią 110 kV, a pojedynczy odcinek 220 kV jest obecny w północno-wschodniej części regionu jako połączenie z korytarzem 400 kV. W centralnej i południowo-wschodniej części województwa linie 220 kV praktycznie nie występują. Układ ten ma znaczenie dla centrów danych, ponieważ nakładanie się linii 110/220/400 kV zwiększa potencjał przyłączeniowy i rozszerza możliwości lokalizacyjne dla obiektów o wysokim zapotrzebowaniu energetycznym, przy jednoczesnej konieczności każdorazowej weryfikacji dostępnej mocy przyłączeniowej.

Analiza rozmieszczenia GPZ została przeprowadzona na podstawie danych przestrzennych dotyczących lokalizacji stacji elektroenergetycznych. Dla każdej

**LINIA 400 KV KRAJNIK-
MORZYCZYN-DUNOWO-SŁUPSK-
ŻARNOWIEC STANOWI KLUCZOWY
KORYTARZ PRZESYŁOWY.**

gminy określono odsetek powierzchni znajdującej się w odległości do 5 km od najbliższego GPZ. Pozwoliło to zidentyfikować obszary o większym zagęszczeniu stacji zasilających, co może stanowić atut lokalizacyjny dla centrów danych. Wyniki analizy wskazują na wyraźne zróżnicowanie przestrzenne dostępności Głównych Punktów Zasilania w regionie:

- W 10 gminach odsetek powierzchni położonej w odległości poniżej 5 km od GPZ wynosi 90–100%. Należą do nich Sławno, Kołobrzeg, Darłowo, Stargard, Białogard, Ustronie Morskie, Gościno, Szczecin, Koszalin, Szczecinek.
- W 19 gminach odsetek ten wynosi 50–89% (Dygowo, Wałcz, Świdwin, Biesiekierz, Kołobrzeg, Kobylanka, Karlino, Postomino, Rewal, Gryfino, Darłowo, Golczewo, Stargard, Krzęcin, Sławno, Widuchowa, Będzino, Bielice, Stare Czarnowo). Są to obszary o dobrej, choć niepełnej dostępności GPZ.
- Większość gmin – 55 jednostek – znajduje się w przedziale 10–49% powierzchni w promieniu 5 km od GPZ, co oznacza umiarkowaną dostępność.
- W 29 gminach udział ten wynosi poniżej 10% (m.in. Stepnica, Ińsko, Pełczyce, Cedynia, Drawno, Wierzchowo, Nowe Warpno). Są to obszary o najłabszym powiązaniu z siecią GPZ, często położone peryferyjnie lub o dużej powierzchni terenów naturalnych.

Z punktu widzenia lokalizacji centrów danych mapa wskazuje strefy, w których gęstość GPZ i obecność linii 220/400 kV nakładają się. Układ ten wskazuje lokalizacje, w których istnieje sprzyjająca infrastruktura przesyłowo-dystrybucyjna dla centrów danych:

- aglomeracja szczecińska (Szczecin, Police i otoczenie),
- pas Stargard–Goleniów–Nowogard,
- obszar Koszalina, Białogardu, Kołobrzegu oraz Ustronia Morskiego.

Są to jednak jedynie warunki wstępne, które mogą zostać potwierdzone lub ograniczone przez aktualną dostępność mocy przyłączeniowej. Ostateczny potencjał przyłączeniowy danego obszaru zależy od stopnia obciążenia sieci oraz zakresu inwestycji modernizacyjnych prowadzonych przez operatorów. W związku z tym kluczowe znaczenie ma analiza planowanych i realizowanych przedsięwzięć przesyłowych

**W GMINACH: SŁAWNO, KOŁOBRZEG,
DARŁOWO, STARGARD, BIAŁOGARD,
USTRONIE MORSKIE, GOŚCINO,
SZCZECIN, KOSZALIN, SZCZECINEK,
ODSETEK POWIERZCHNI
POŁOŻONEJ W ODLEGŁOŚCI PONIŻEJ
5 KM OD GPZ WYNOŚI 90–100%.**



oraz dystrybucyjnych, które w najbliższych latach będą kształtować możliwości rozwoju infrastruktury energetycznej w regionie. Kolejny podrozdział prezentuje najważniejsze inwestycje, mające wpływ na przyszłą dostępność mocy i odporność systemu w województwie zachodniopomorskim.

5.1.2. PRZEGLĄD KLUCZOWYCH INWESTYCJI SIECI PRZESYŁOWEJ I DYSTRYBUCYJNEJ

System elektroenergetyczny Pomorza Zachodniego jest intensywnie modernizowany i rozbudowywany, aby zwiększyć niezawodność dostaw energii, umożliwić integrację rosnącego udziału odnawialnych źródeł energii oraz przygotować sieć do obsługi nowych inwestycji o wysokim zapotrzebowaniu energetycznym. Do tej kategorii należą również centra danych, których rozwój wymaga stabilnych parametrów zasilania i odpowiednich możliwości przyłączeniowych.

Na obszarze województwa realizowanych jest równolegle kilkanaście kluczowych przedsięwzięć przesyłowych i dystrybucyjnych. Poniżej przedstawiono przegląd kluczowych inwestycji w województwie zachodniopomorskim 2025-2030:

Tabela 9. Kluczowe inwestycje energetyczne i infrastrukturalne w województwie zachodniopomorskim.

Inwestycja i zakres	Etap realizacji	Termin ukończenia
Przebudowa linii 220 kV relacji Krajnik – Glinki oraz Budowa linii 220 kV relacji Pomorzany – nacięcie linii Krajnik - Glinki. Inwestycja obejmuje budowę po nowej trasie dwutorowego odcinka 220 kV (ok. 20 km), budowę 6,5 km łącznika do stacji Pomorzany, demontaż 17,4 km istniejącej linii, wymianę przewodów OPGW oraz modernizację stacji Pomorzany. Celem przedsięwzięcia jest rozbudowa sieci przesyłowej w północno-zachodniej Polsce, poprawa niezawodności dostaw energii dla aglomeracji szczecińskiej oraz umożliwienie wyprowadzenia mocy z Elektrowni Pomorzany, Elektrowni Dolna Odra i planowanych OZE.	W przygotowaniu – etap projektowy i formalnoprawny w gminach Kołbaskowo, Dobra, Police i Szczecin.	Brak precyzyjnego terminu. Wciąż trwa procedura środowiskowa: w 2025 r. opublikowano obwieszczenie o postępowaniu w sprawie decyzji środowiskowej.
Rozbudowa stacji 400/220 kV Krajnik (PSE). Zakres obejmuje trzy zadania: (1) rozbudowę stacji dla przyłączenia nowych obiektów do KSE – w tym instalacji OZE, odbiorców i magazynów energii (w przygotowaniu); (2) rozbudowę rozdzielni 400 kV dla przyłączenia farmy fotowoltaicznej Banie 2 (w budowie); (3) rozbudowę dla przyłączenia dwóch bloków gazowo-parowych Elektrowni Dolna Odra (w budowie).	W przygotowaniu – różne etapy dla poszczególnych zadań.	Brak precyzyjnej daty zakończenia (realizacja etapowa po 2025 r.).
Budowa linii 400 kV Dunowo – Żydowo Kierzkowo – Piła Krzewina (PSE). Dwutorowa linia najwyższych napięć o długości ok. 171 km (w tym 98 km na terenie woj. zachodniopomorskiego), łącząca rozbudowywane stacje Dunowo i Piła Krzewina z nowo budowaną stacją Żydowo Kierzkowo. Na Pomorzu Zachodnim przebiega przez gminy: Szczecinek, Biały Bór, Polanów, Bobolice, Tychowo, Świeszyno i Biesiekierz. Inwestycja zastąpi funkcjonującą od lat 70. linię 220 kV i zwiększy bezpieczeństwo energetyczne regionu.	W realizacji (według PSE) – prowadzone prace projektowe i budowlane, uzyskane kompletne pozwolenia dla odcinka zachodniopomorskiego. Planowany przetarg na wykonawstwo robót budowlanych.	Do marca 2026 r. (zgodnie z danymi PSE). Komunikat PSE z 2 lipca 2024 r. potwierdza pozwolenia na budowę i informuje o planowanym zakończeniu prac na 2027 r. (dane szacunkowe PSE).
Modernizacja linii 400 kV Dunowo – Słupsk (PSE). Modernizacja istniejącej infrastruktury najwyższych napięć w celu zwiększenia niezawodności i obciążalności połączenia pomiędzy Pomorzem Środkowym a północno-zachodnią częścią kraju.	W realizacji.	Brak danych o terminie ukończenia.

Inwestycja i zakres	Etap realizacji	Termin ukończenia
Rozbudowa stacji 220/110 kV Reclaw (PSE). Inwestycja ma na celu modernizację i rozbudowę stacji, aby umożliwić przyłączenie nowych obiektów do KSE – w tym instalacji wytwórczych (OZE), odbiorców, systemów dystrybucyjnych oraz magazynów energii.	W przygotowaniu – etap projektowy i formalny.	Brak podanego terminu ukończenia.
Modernizacja stacji 400/220/110 kV Morzyczyn (PSE). Inwestycja obejmuje modernizację i rozbudowę stacji dla poprawy bezpieczeństwa pracy sieci w woj. zachodniopomorskim i środkowym rejonie KSE oraz umożliwienia przyłączenia nowych obiektów: OZE, odbiorców, systemów dystrybucyjnych i magazynów energii.	W przygotowaniu/ w budowie – różne etapy modernizacji.	Brak określonego terminu ukończenia.
Budowa wielkoskalowego baterijnego magazynu energii elektrycznej przy Elektrowni Dolna Odra (Gryfino, PGE Energia Odnawialna). Magazyn o mocy do 400 MW i pojemności 800 MWh, zlokalizowany przy Elektrowni Dolna Odra w Nowym Czarnowie. Celem projektu jest zwiększenie elastyczności i stabilności systemu poprzez bilansowanie mocy wytwarzanej z OZE.	W przygotowaniu – ogłoszony przetarg w sierpniu 2025 r. na zaprojektowanie i budowę obiektu.	Uruchomienie planowane na 2029 r.
Terminal instalacyjny dla morskich farm wiatrowych w Świnoujściu (ORLEN Neptun). Infrastruktura portowa zaprojektowana do obsługi statków jack-up i heavy-lift, przeznaczona do instalacji turbin o mocy ok. 15 MW i montażu komponentów farm wiatrowych (BC-Wind, Baltica 2). Terminal umożliwia załadunek, rozładunek i magazynowanie elementów turbiny, m.in. fundamentów monopalowych, wież, łopat i gondol. Z obiektu korzystają m.in. konsorcja Ocean Winds i Smulders.	W eksploatacji od czerwca 2025 r. – uruchomiony i działa komercyjnie, zawarte pierwsze kontrakty na wynajem infrastruktury.	2025 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Mapa inwestycji PSE” oraz danych PGE.

Szczególne znaczenie dla długoterminowej stabilności zasilania oraz warunków rozwoju inwestycji energochłonnych mają dwa przedsięwzięcia: budowa linii 400 kV Dunowo – Żydowo Kierzkowo – Piła Krzewina oraz budowa baterijnego magazynu energii przy Elektrowni Dolna Odra. Projekty te wzmacniają odporność systemu elektroenergetycznego w północno-zachodniej Polsce, zwiększają elastyczność pracy sieci i ograniczają ryzyko przeciążeń, co stanowi jeden z kluczowych czynników determinujących rozwój rynku centrów danych w regionie.

Inwestycja „Budowa linii elektroenergetycznej 400 kV Dunowo – Żydowo Kierzkowo – Piła Krzewina”, realizowana przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE), stanowi jedno z kluczowych przedsięwzięć infrastrukturalnych w północno-zachodniej Polsce. Linia o długości około 171 kilometrów połączy rozbudowywane

**SZCZEGÓLNE ZNACZENIE
DLA DŁUGOTERMINOWEJ
STABILNOŚCI ZASILANIA
ORAZ WARUNKÓW
ROZWOJU INWESTYCJI
ENERGOCHŁONNYCH MAJĄ
DWA PRZEDSIĘWZIĘCIA:
BUDOWA LINII 400 KV
DUNOWO – ŻYDOWO
KIERZKOWO – PIŁA KRZEWINA
ORAZ BUDOWA BATERIJNEGO
MAGAZYNU ENERGII PRZY
ELEKTROWNI DOLNA ODRA.**

stacje elektroenergetyczne Dunowo i Piła Krzewina z nowo powstającą stacją Żydowo Kierzkowo. Nowa dwutorowa linia 400 kV zastąpi dotychczasową linię 220 kV, stanowiąc istotne wzmocnienie krajowego systemu elektroenergetycznego w regionie Pomorza Środkowego. W województwie zachodniopomorskim linia przebiega m.in. przez gminy Biesiekierz, Świeszyno, Tychowo, Bobolice i Polanów. Będzie ona stanowić kluczowy element infrastruktury, która ma duże znaczenie dla wyprowadzenia energii z przyszłych morskich farm wiatrowych na Bałtyku i skierowanie jej do krajowego systemu elektroenergetycznego.

Nowy korytarz przesyłowy wpłynie na wzrost zdolności przesyłowych i poprawia stabilność pracy sieci w północno-zachodniej Polsce. Dla centrów danych oznacza to przede wszystkim zwiększenie odporności obszaru na przeciążenia oraz większą przewidywalność parametrów zasilania, szczególnie w warunkach rosnącego udziału OZE i wzrostu obciążenia letniego. Inwestycja zmniejsza ryzyko lokalnych ograniczeń przesyłowych, ułatwia bilansowanie napięć na stacjach GPZ, co przekłada się na większą przewidywalność pracy systemu. Jednocześnie sama rozbudowa infrastruktury 400 kV nie przesądza o dostępności mocy przyłączeniowej dla centrów danych.

W 2025 roku PGE Energia Odnawialna rozpoczęła postępowanie przetargowe dotyczące budowy baterijnego magazynu energii o mocy do 400 MW i pojemności 800 MWh przy Elektrowni Dolna Odra w Nowym Czarnowie koło Gryfina. Inwestycja, która ma zostać uruchomiona w 2029 roku, będzie jednym z największych magazynów energii w Europie i kluczowym elementem krajowego systemu elektroenergetycznego. PGE zabezpieczyło dla niej 17-letni kontrakt na rynku mocy, co gwarantuje jej stabilność ekonomiczną i długofalowe znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego północno-zachodniej Polski.

Obiekt tej skali zwiększa elastyczność systemu elektroenergetycznego, umożliwia szybkie bilansowanie mocy oraz skraca czas reakcji na nagłe odchylenia napięciowe i częstotliwościowe. Dla centrów danych oznacza to redukcję ryzyka krótkotrwałych zaburzeń pracy sieci. Bliskość inwestycji w stosunku do istniejących stacji GPZ tworzy warunki systemowe sprzyjające projektom wymagającym wysokiej jakości energii i stabilnego profilu obciążenia, jakimi są centra danych. Inwestycja nie determinuje dostępności konkretnych mocy przyłączeniowych, jednak wzmacnia odporność systemu, co ułatwia utrzymanie stabilnych warunków pracy dla odbiorców wysokiej mocy i o wysokiej krytyczności operacyjnej.

Choć inwestycje przesyłowe stanowią fundament bezpieczeństwa energetycznego regionu, ostateczne warunki techniczne dla lokalizacji centrów danych są kształtowane na poziomie sieci dystrybucyjnej. W związku z tym istotne jest uwzględnienie działań inwestycyjnych operatorów systemów dystrybucyjnych. Na terenie województwa zachodniopomorskiego działa dwóch operatorów systemów dystrybucyjnych: Enea Operator i Energa-Operator.

- Enea Operator Sp. z o.o. (Oddział Dystrybucji Szczecin) – obejmuje ok. 75–80% powierzchni województwa, w tym jego część zachodnią, centralną i południową. W zasięgu Enei znajdują się m.in. aglomeracja Szczecin–Police–Stargard, a także obszary obejmujące Goleniów, Pyrzyce, Myślibórz, Drawsko Pomorskie, Gryfice, Kamień Pomorski i Świnoujście⁶⁷. Spółka prowadzi modernizacje infrastruktury w rejonie Szczecina (Pomorzany) oraz w gminach o rosnącym zapotrzebowaniu, takich jak Pyrzyce. Inwestycje te wpisują się w długofalową strategię zwiększania mocy przesyłowych i przygotowywania sieci na wzrost zapotrzebowania, w tym ze strony obiektów energochłonnych⁶⁸.

- Energa-Operator S.A. (Oddział Dystrybucji Koszalin) – obsługuje ok. 20–25% powierzchni województwa, obejmując północno-wschodni pas regionu, w tym powiaty koszaliński, sławieński, białogardzki, kołobrzeski, świdwiński oraz częściowo szczecinecki, łobeski (gminy Łobez i Węgorzyno), choszczeński (Drawno) i gryficki (Brojce, Trzebiatów)⁶⁹. Spółka realizuje inwestycje w rozbudowę stacji 110/15 kV oraz modernizację sieci SN i NN. W 2024 r. do jej sieci przyłączono 62 tys. nowych odbiorców, a 47% energii wprowadzonej do sieci pochodziło z OZE, co wymusza adaptację systemu do zmiennej generacji i zwiększa znaczenie lokalnych wzmocnień sieciowych.

Działania OSD kształtują lokalną odporność systemu i wpływają na dostępność stabilnych warunków zasilania w obszarach potencjalnych lokalizacji centrów danych. Modernizacje GPZ oraz rozwój infrastruktury 110 kV mają istotne przełożenie na możliwość realizacji inwestycji centrów danych, czyli obiektów o wysokiej mocy przyłączeniowej i wysokiej wrażliwości na jakość energii.



Region dysponuje rozwiniętą i systematycznie modernizowaną infrastrukturą sieciową, co tworzy korzystne warunki wstępne dla lokalizacji inwestycji o wysokim zapotrzebowaniu mocy, takich jak centra danych. Gęsta sieć linii 110 kV, obecność korytarzy 220/400 kV oraz koncentracja GPZ wzdłuż głównych korytarzy osadniczych i transportowych sprzyjają poszukiwaniu lokalizacji w rejonie aglomeracji szczecińskiej, pasa Stargard–Goleniów–Nowogard oraz obszaru Koszalin–Kołobrzeg–Białogard–Ustronie Morskie. Są to obszary, w których nakładają się: relatywnie dobra dostępność GPZ, powiązania z siecią wyższych napięć oraz prowadzone lub planowane inwestycje infrastrukturalne.

Wzmocnienia realizowane w sieci przesyłowej dodatkowo poprawiają stabilność pracy systemu w regionie, szczególnie w strefach o najwyższym potencjale lokalizacyjnym wskazanych powyżej. Planowana budowa linii 400 kV Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina podniesie odporność systemu na przeciążenia i poprawi warunki przesyłowe w północno-zachodniej Polsce, co przełoży się na bardziej stabilne tło systemowe dla lokalnych przyłączy centrów danych. Podobnie planowany magazyn energii przy Elektrowni Dolna Odra wzmocni elastyczność pracy sieci, skracając czas reakcji na zaburzenia i redukując ryzyko krótkotrwałych zakłóceń.

Wskazane obszary należy traktować jako strefy podwyższonego potencjału infrastrukturalnego, a nie jako gwarancję możliwości realizacji przyłączenia o określonej mocy i w określonym horyzoncie czasowym. Kwestiami wymagającymi analizy z perspektywy inwestorów pozostają: koszty przyłączenia, czas realizacji przyłączeń, priorytety inwestycyjne dla poszczególnych obszarów, a także potencjalne ograniczenia wynikające z konkurencyjnych wniosków przyłączeniowych. Województwo zachodniopomorskie można zatem traktować jako obszar o potencjale infrastrukturalnym, przy jednoczesnej konieczności bardzo wczesnego wejścia w dialog z operatorami systemów oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy warunków przyłączenia na poziomie konkretnej lokalizacji.

5.2. POTENCJAŁ OZE W REGIONIE

Parametry sieci przesyłowej i dystrybucyjnej wyznaczają podstawowe możliwości lokalizacyjne centrów danych, jednak ostateczny profil energetyczny takich inwestycji zależy w coraz większym stopniu od struktury wytwarzania energii oraz dostępności źródeł odnawialnych. Szybki wzrost ruchu danych prowadzi do wzrostu zużycia energii i emisji dwutlenku węgla. W odpowiedzi na ten trend rośnie znaczenie integracji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Przykłady takich rozwiązań obejmują m.in. centrum danych Emersona w stanie Missouri, które wykorzystuje instalację fotowoltaiczną o mocy 100 kW⁷⁰, czy kompleks Intela w Nowym Meksyku z własnym systemem solarnym o mocy 10 kW⁷¹. W projekcie Parasol opracowano natomiast prototypowe „zielone centrum danych” oparte na infrastrukturze kontenerowej, panelach słonecznych, magazynie energii i połączeniu z siecią elektroenergetyczną⁷². Liderzy rynku w Polsce również deklarują przejście na zieloną energię.

W niniejszym rozdziale szczegółowo omówiono potencjał OZE regionu, ponieważ wielkość i struktura wytwarzania energii odnawialnej wpływają na możliwość zabezpieczenia zielonej energii dla centrów danych oraz na stabilność pracy sieci w warunkach rosnącej zmienności generacji. Energooszczędna i niskoemisyjna infrastruktura centrów danych stała się jednym z priorytetów Komisji Europejskiej, która wskazuje, że obiekty te powinny dążyć do osiągnięcia neutralności klimatycznej,

**ENERGOOSZCZĘDNA
I NISKOEMISYJNA INFRASTRUKTURA
CENTRÓW DANYCH STAŁA SIĘ
JEDNYM Z PRIORYTETÓW KOMISJI
EUROPEJSKIEJ, KTÓRA WSKAZUJE,
ŻE OBIEKTY TE POWINNY DĄŻYĆ
DO OSIĄGNIĘCIA NEUTRALNOŚCI
KLIMATYCZNEJ, ZWIĘKSZYĆ UDZIAŁ
ENERGII ODNAWIALNEJ, PODNIEŚĆ
EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ
ORAZ WYKORZYSTYWAĆ ENERGIĘ
ODPADOWĄ M.IN. POPRZEC
SYSTEMY ODZYSKU CIEPŁA.**

zwiększyć udział energii odnawialnej, podnieść efektywność energetyczną oraz wykorzystywać energię odpadową m.in. poprzez systemy odzysku ciepła. Wsparcie dla tej transformacji zapewniają zarówno obowiązujące narzędzia regulacyjne, jak i instrumenty finansowania. Jednocześnie wdrażane są mechanizmy oraz prowadzone są prace nad ujednoliceniem metod oceny efektywności i zrównoważenia centrów danych, co zapowiada dalszą standaryzację oczekiwań wobec obiektów data center⁷³.

Lokalizacja centrum danych pozostaje kluczowym czynnikiem determinującym jego zapotrzebowanie na energię, a także potencjał zasilania z odnawialnych źródeł. Równie istotne są cechy lokalnej sieci elektroenergetycznej i struktura miksu energetycznego, które wpływają na poziom emisji CO₂, zużycie energii pierwotnej oraz koszty eksploatacyjne obiektu. Możliwość powiązania infrastruktury centrów danych z lokalnymi źródłami odnawialnymi tworzy potencjał zarówno dla poprawy efektywności kosztowej, jak i ograniczenia obciążeń środowiskowych. Operatorzy centrów danych mogą wytwarzać energię samodzielnie, korzystać z lokalnych instalacji OZE lub pozyskiwać ją od zewnętrznych dostawców w ramach długoterminowych umów PPA (Power Purchase Agreement).

5.2.1. OZE W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM

Na koniec 2024 roku województwo zachodniopomorskie było jednym z największych krajowych ośrodków wytwarzania energii z odnawialnych źródeł. Odzwierciedla to zarówno kierunkową politykę rozwojową województwa, jak i działania operatorów systemów dystrybucyjnych, którzy rozbudowują infrastrukturę i dostosowują ją do rosnącej liczby instalacji odnawialnych przyłączanych do sieci. Wysoka skala wytwarzania energii odnawialnej w regionie zwiększa znaczenie województwa jako potencjalnej lokalizacji inwestycji wysokiej mocy, w tym centrów danych, które coraz częściej optymalizują swoje modele energetyczne w oparciu o zieloną energię i długoterminowe umowy PPA.

W *Strategii Rozwoju Grupy Kapitałowej Enea do 2035 roku* przyjęto kierunek głębokiej transformacji w stronę niskoemisyjnej i wysoko niezawodnej energetyki⁷⁴. W 2024 roku do sieci Enei Operator przyłączonych było prawie 192 tysiące źródeł odnawialnych o łącznej mocy ponad 7,2 gigawata (GW), co stanowiło dwukrotność maksymalnego zapotrzebowania na moc odbiorców przyłączonych do sieci spółki⁷⁵. Z kolei w sieci Energa-Operator S.A. udział energii z OZE w sieci Energa-Operator we wrześniu 2024 roku po raz pierwszy przekroczył 55%, a w całym roku wyniósł 47%, pokrywając blisko 60% zapotrzebowania odbiorców z obszaru działalności spółki⁷⁶.

Produkcja energii elektrycznej z OZE w województwie zachodniopomorskim w 2023 r. po raz pierwszy w historii przekroczyła zużycie energii ogółem w regionie, osiągając 122,7%

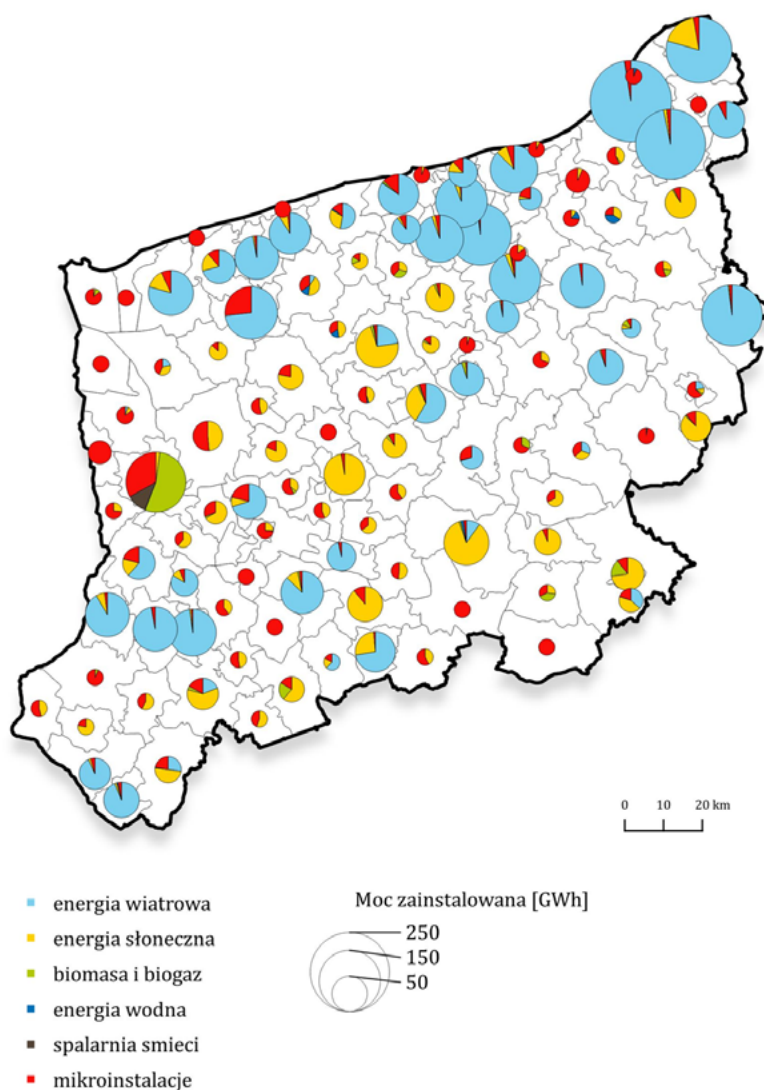
**PRODUKCJA ENERGII
ELEKTRYCZNEJ
Z OZE W WOJEWÓDZTWIE
ZACHODNIOPOMORSKIM
W 2023 R. OSIĄGNĘŁA 122,7%
BILANSU ENERGETYCZNEGO
(DLA PORÓWNIANIA ŚREDNIA
KRAJOWA WYNIOSŁA 28,5%).
OZNACZA TO, ŻE WOJEWÓDZTWO
ZACHODNIOPOMORSKIE
PRODUKUJE WIĘCEJ ENERGII
Z ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ,
NIŻ WYNOŚI JEGO WŁASNE
ZAPOTRZEBOWANIE.**

bilansu energetycznego (dla porównania średnia krajowa wyniosła 28,5%). Oznacza to, że województwo zachodniopomorskie produkuje więcej energii z odnawialnych źródeł, niż wynosi jego własne zapotrzebowanie, a nadwyżki są przesyłane do innych regionów⁷⁷. Pomorze Zachodnie wyróżnia się, jako region, który może wspierać rozwój centrów danych opartego na niskoemisyjnych źródłach zasilania, co jest zgodne z kierunkami polityki UE dotyczącymi „zielonej chmury” oraz neutralności klimatycznej infrastruktury cyfrowej.

Region jest więc jednym z głównych krajowych ośrodków produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych i dysponuje jednym z najwyższych w kraju potencjałów rozwoju odnawialnych źródeł energii, szczególnie energetyki wiatrowej. Według danych Regionalnego Biura Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (RBGPWZ), na koniec 2024 roku w regionie funkcjonowały instalacje OZE o łącznej mocy 3,9 gigawata (GW). W przypadku instalacji powyżej 50 kW udział województwa wyniósł 16,1% mocy zainstalowanej w kraju, co plasowało je na drugim miejscu po Wielkopolsce (4,0 GW), przed Pomorskim (2,1 GW) i Kujawsko-Pomorskim (1,8 GW)⁷⁸. W czerwcu 2025 roku całkowita moc zainstalowana osiągnęła 4,07 GW, z czego:

- elektrownie wiatrowe (WIL) stanowią zdecydowaną większość – 2 556,9 MW (63%),
- instalacje fotowoltaiczne (PVA) – 902,9 MW (22%),
- biogazownie (BG) – 22,8 MW, biomasa (BM) – 90,6 MW,
- elektrownie wodne (WO) – 13,6 MW,
- instalacje termicznego przetwarzania odpadów (ITPO) – 15,5 MW,
- mikroinstalacje prosumenckie – 465,2 MW (11%).

Rozwój mikroinstalacji stanowi istotny element lokalnej transformacji energetycznej. Na koniec 2024 roku w województwie zachodniopomorskim funkcjonowało 48206 mikroinstalacji o łącznej mocy 444 MW (stan na czerwiec 2025 – 465,2MW), co oznacza wzrost o 12,9% w stosunku do roku poprzedniego. Udział województwa w krajowej liczbie mikroinstalacji wyniósł 3,17%, a w mocy – 3,68%.



Rysunek 6. Struktura i moc zainstalowana OZE w województwie zachodniopomorskim.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych RBGPWZ.

Analizy RBGPWZ wskazują na wyraźną koncentrację mocy OZE w pasie nadmorskim i środkowozachodnim województwa, szczególnie w gminach wiejskich o dużym potencjale wiatrowym. Liderami w zakresie łącznej mocy zainstalowanej w instalacjach powyżej 50 kW są kolejno:

1. Darłowo – gmina wiejska (265,1 MW),
2. Malechowo (195,6 MW),
3. Postomino (173,3 MW),
4. Karlino (152,9 MW),
5. Biały Bór (147,9 MW),
6. Miasto Szczecin (144,0 MW)
7. Golczewo (110,34 MW),
8. Dygowo (107,5 MW),
9. Białogard – gmina wiejska (104,8 MW).

Wysoki poziom integracji odnawialnych źródeł energii potwierdza, że region zachodniopomorski znajduje się w czołówce krajowej transformacji energetycznej. Jednocześnie wskazuje na potrzebę planowania inwestycji wysokiej mocy, takich jak centra danych, w oparciu o lokalne bilanse przyłączeniowe, dostępność mocy w Głównych Punktach Zasilania (GPZ) oraz zdolność sieci do stabilnej pracy w warunkach dużego udziału generacji rozproszonej.

Według Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r.⁷⁹ Polska planuje osiągnąć 32,6% udziału OZE w końcowym zużyciu energii brutto w 2030 r. oraz 58,4% w 2040 r. W 2030 r. udział OZE w elektroenergetyce ma wynieść 56%, w ciepłownictwie 35%, a w transporcie 17% (z silnym naciskiem na biopaliwa i elektromobilność). Największy przyrost ma pochodzić z: energetyki wiatrowej, fotowoltaiki (z potencjałem wzrostu mocy do 24 GW w 2030 r.), biomasy i biogazu w ciepłownictwie oraz w dalszej perspektywie – wodoru i paliw odnawialnych. Zachodniopomorskie określono w planie jako region strategiczny dla rozwoju OZE, ze względu na najlepsze w kraju warunki wiatrowe (lądowe i morskie), wysoki udział w krajowej produkcji energii odnawialnej, istniejącą infrastrukturę przesyłową i bliskość portów (kluczowych dla offshore)⁸⁰. Z punktu widzenia centrów danych wysoka integracja OZE tworzy atrakcyjne tło do budowania niskoemisyjnych profili energetycznych obiektów oraz wzmacnia argumenty lokalizacyjne regionu w kontekście zielonej transformacji infrastruktury cyfrowej. Jednocześnie pozostaje konieczne każdorazowe odniesienie projektów centrów danych do lokalnych warunków przyłączeniowych i parametrów pracy sieci.

5.2.2. POTENCJAŁ ROZWOJOWY ENERGETYKI WIATROWEJ W REGIONIE

Województwo zachodniopomorskie należy do obszarów o najwyższej w kraju produkcji energii wiatrowej, której łączna moc wynosi 2,56 GW. To wynik, który daje regionowi pozycję lidera w kraju. Analiza tego segmentu jest istotna z perspektywy centrów danych, ponieważ określa skalę dostępnych wolumenów energii niskoemisyjnej. Rozmieszczenie farm wiatrowych oraz ich powiązania z infrastrukturą sieciową wpływają także na długoterminowe możliwości dekarbonizacji operacji energochłonnych. W tym kontekście poniżej przedstawiono aktualny stan i potencjał rozwojowy tego sektora.

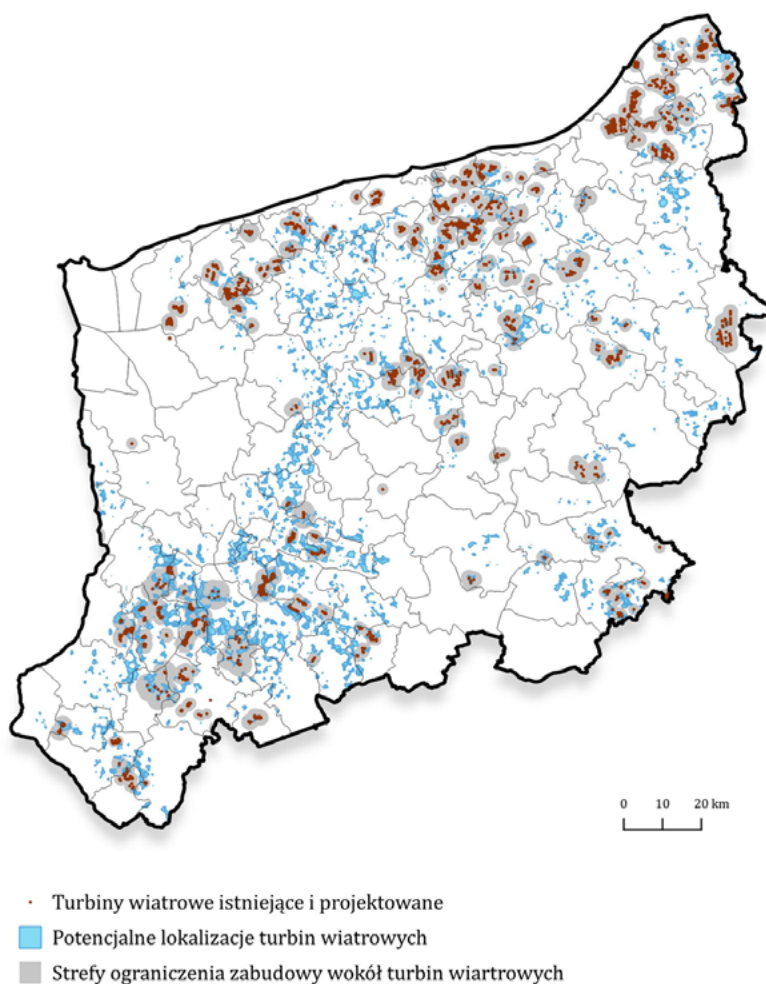
Energetyka wiatrowa stanowi główny filar nadwyżki produkcyjnej regionu, co przekłada się na 63% udziału mocy zainstalowanej w całkowitej mocy zainstalowanej OZE w regionie. Kluczowymi ośrodkami są:

1. Darłowo - gmina wiejska (258,36 MW),
2. Malechowo (189,25 MW),
3. Karlino (149,87 MW),
4. Biały Bór (144,90 MW),
5. Postomino (137,58 MW),
6. Dygowo (101,16 MW),
7. Białogard (98,18 MW),
8. Kozielice (86,00 MW).

**WOJEWÓDZTWO
ZACHODNIOPOMORSKIE
NALEŻY DO OBSZARÓW
O NAJWYŻSZEJ W KRAJU
PRODUKCJI ENERGII
WIATROWEJ, KTÓREJ
ŁĄCZNA MOC WYNOSI
2,56 GW. TO WYNIK,
KTÓRY DAJE
REGIONOWI POZYCJĘ
LIDERA W KRAJU.**

W 2024 roku w województwie przyłączono nowe instalacje OZE o łącznej mocy 0,48 GW, w tym wiatrowe 0,12 GW, co pokazuje utrzymującą się dynamikę inwestycyjną, mimo ograniczeń przesyłowych KSE⁸¹.

Analiza potencjału przeprowadzona przez Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego w 2023 roku wskazuje na duży potencjał rozwoju energetyki wiatrowej w regionie. Po uwzględnieniu wszystkich czynników ograniczających lokalizację nowych elektrowni wiatrowych wyznaczono obszary możliwe do zagospodarowania pod energetykę o łącznej powierzchni około 70 tys. ha, co stanowi ponad 3,5% powierzchni województwa. Szacunki wskazują, że na tym obszarze mogłoby powstać około 5,4 tys. nowych elektrowni wiatrowych, co w przeliczeniu na obecne standardy technologiczne (średnia moc turbiny ok. 5 MW) odpowiada teoretycznemu potencjałowi 27 GW mocy zainstalowanej⁸². Dla porównania aktualna moc zainstalowana w działających farmach wiatrowych na Pomorzu Zachodnim przekracza 2,56 GW, co oznacza, że potencjał dalszego rozwoju jest kilkunastokrotnie większy niż obecny stan wykorzystania. Wskazuje to, że region może w kolejnych latach pozostawać atrakcyjnym obszarem dla projektów centrów danych ukierunkowanych na dekarbonizację zasilania centrów danych oraz ograniczanie śladu węglowego ich operacji.



Rysunek 7. Informacje dot. potencjału i ograniczeń dla rozwoju energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych RBGPWZ.

W dłuższej perspektywie rozwój energetyki wiatrowej może zostać wzmocniony przez magazyny energii i technologie wodorowe, co pozwoli na większe wykorzystanie lokalnego potencjału produkcyjnego i zmniejszenie zależności od krajowego systemu przesyłowego. Dostęp do sieci przesyłowej pozostaje kluczowym czynnikiem determinującym rozwój nowych mocy. Modernizacje prowadzone przez PSE zwiększają elastyczność i przepustowość sieci, co może stworzyć korzystniejsze warunki dla przyszłych przyłączy w centralnej i północnej części regionu.

Z punktu widzenia centrów danych znaczenie ma nie tylko sama skala produkcji energii wiatrowej, lecz przede wszystkim zdolność sieci do jej stabilnego odbioru i dystrybucji. Zmienny charakter wytwarzania powoduje, że energetyka wiatrowa jest kluczowym elementem miksu energetycznego oraz podstawą do zawierania kontraktów typu PPA, a nie bezpośrednim źródłem zasilania podstawowego. Rozmieszczenie głównych farm wiatrowych (Darłowo, Malechowo, Karlino, Biały Bór, Postomino, Dygowo, Białogard, Kozielice) częściowo pokrywa się z obszarami o rozwiniętej infrastrukturze GPZ i powiązaniach z siecią 220–400 kV, co może wspierać projekty redukujące ślad węglowy operacji centrów danych.

5.2.3. POTENCJAŁ FOTOWOLTAIKI

Fotowoltaika stanowi drugi kluczowy segment odnawialnych źródeł energii w regionie i odgrywa rosnącą rolę w bilansie mocy niskoemisyjnej. Jej znaczenie dla centrów danych wynika przede wszystkim z miejsca, jakie zajmuje w długoterminowych strategiach dekarbonizacji oraz z możliwości zawierania kontraktów PPA. W praktyce to komplementarność wiatru i słońca, wspierana rosnącą rolą magazynów energii, tworzą istotny atut dla budowy „zielonych” strategii zasilania centrów danych w regionie. Charakterystyka pracy instalacji słonecznych, ich rozmieszczenie i skala mocy pozwalają ocenić, w jakim stopniu mogą one wspierać realizację celów klimatycznych inwestycji wymagających stabilnego i przewidywalnego zasilania.

Województwo zachodniopomorskie charakteryzuje się umiarkowanym, lecz stabilnym potencjałem nasłonecznienia. W ujęciu wieloletnim Polska dzieli się na mniej nasłonecznioną północ i bardziej nasłonecznione centrum oraz południe kraju, jednak różnice te są niewielkie i wynoszą średnio ok. 20 W/m². Większość powierzchni województwa zachodniopomorskiego znajduje się w strefie o nasłonecznieniu rzędu 110–120 W/m², natomiast w centralnej i południowej części regionu obserwuje się najkorzystniejsze warunki, gdzie roczna suma napromieniowania osiąga 1000–1050 kWh/m⁸³.

W czerwcu 2025 roku łączna moc zainstalowana w instalacjach fotowoltaicznych (powyżej 50 kW) wynosi około 0,9 GW, co stanowi 22% całkowitej mocy OZE w regionie. Dodatkowo mikroinstalacje prosumenckie generują kolejne 0,47 GW, co łącznie daje niemal 1,4 GW energii słonecznej dostępnej w systemie. Struktura przestrzenna wskazuje, że największa koncentracja instalacji fotowoltaicznych występuje w północno-środkowej i centralnej części województwa, w szczególności w gminach:

- Golczewo (102,15 MW),
- Kalisz Pomorski (68,50 MW),
- Chociwel (66,26 MW),
- Resko (52,14 MW),

**W CZERWCU 2025
ROKU ŁĄCZNA MOC
ZAINSTALOWANA
W INSTALACJACH
FOTOWOLTAICZNYCH
(POWYŻEJ 50 KW)
WYNOSI OKOŁO
0,9 GW, CO STANOWI
22% CAŁKOWITEJ
MOCY OZE W REGIONIE.**

- Choszczno (44,16 MW),
- Polanów (34,90 MW),
- Szczecinek (gmina wiejska, 31,99 MW),
- Wałcz (gmina miejska, 31,53 MW).

Znaczenie tego segmentu rośnie wraz z poprawą efektywności technologicznej paneli i rozwojem infrastruktury przyłączeniowej. Synergia energetyki wiatrowej i słonecznej, wspierana planowanymi inwestycjami w magazyny energii, może stworzyć warunki dla rozwoju zielonych centrów danych, zdolnych do pracy w oparciu o lokalny miks OZE i redundantne systemy zasilania. W perspektywie najbliższych lat fotowoltaika będzie zyskiwała na znaczeniu regionalnej infrastruktury energetycznej wspierającej transformację Pomorza Zachodniego.

Fotowoltaika w województwie zachodniopomorskim odgrywa rosnącą rolę w lokalnym systemie energetycznym, z łączną mocą instalacji wielkoskalowych ok. 0,9 GW oraz dodatkowymi 0,47 GW w mikroinstalacjach. Z punktu widzenia infrastruktury centrów danych znaczenie fotowoltaiki należy analizować inaczej niż w przypadku energetyki wiatrowej, ponieważ produkcja fotowoltaiczna cechuje się wysoką przewidywalnością dobową, silną sezonowością oraz ograniczoną zgodnością z profilem obciążenia obiektów typu data center.

Rozmieszczenie mocy PV (Golczewo, Kalisz Pomorski, Chociwel, Resko, Choszczno, Polanów, Szczecinek, Wałcz) wskazuje na przestrzenne rozproszenie potencjału oraz częstą lokalizację poza obszarami o najwyższej dostępności GPZ i sieci przesyłowych. W związku z tym fotowoltaika ma kluczowe znaczenie przede wszystkim jako element długoterminowych kontraktów PPA oraz narzędzie dekarbonizacji operacji, zgodnie z kierunkami polityk UE dotyczącymi energooszczędnej chmury obliczeniowej.

5.2.4. DUŻE ODBIORNIKI ENERGII JAKO ELEMENT STABILIZACJI OZE

Rosnący udział odnawialnych źródeł energii w województwie zachodniopomorskim wpływa na charakter pracy systemu elektroenergetycznego, zwiększając zmienność generacji oraz potrzebę lokalnego bilansowania mocy. W regionie, w którym produkcja energii z OZE przekracza zużycie, kluczowego znaczenia nabiera rola dużych odbiorców energii, jakimi są centra danych, które mogą wspierać elastyczność systemu, wykorzystując nadwyżki energii wytwarzanej lokalnie. Zdolność absorpcji znacznych wolumenów energii oraz możliwość dostosowania części obciążeń do sygnałów systemowych sprawiają, że obiekty te mogą wspierać utrzymanie równowagi między generacją a zużyciem energii.

W 2023 r. produkcja energii elektrycznej z OZE przekroczyła zużycie energii ogółem w województwie (122,7% przy średniej krajowej 28,5%). Energia wiatrowa produkowana w regionie znacznie przewyższa lokalne zużycie i jest dystrybuowana poprzez Krajowy System Elektroenergetyczny (KSE) w skali kraju. Region osiągnął poziom, na którym priorytetem staje się magazynowanie energii i rozwój lokalnego popytu, czyli przyciąganie dużych odbiorców przemysłowych, którzy

**REGION OSIĄGNĄŁ POZIOM,
NA KTÓRYM PRIORYTETEM
STAJE SIĘ MAGAZYNOWANIE
ENERGII I ROZWÓJ
LOKALNEGO POPYTU,
CZYLI PRZYCIĄGANIE
DUŻYCH ODBIORCÓW
PRZEMYSŁOWYCH, KTÓRZY
MOGĄ STABILIZOWAĆ
SYSTEM.**

mogą stabilizować system. Elektrownia gazowa PGE Gryfino Dolna Odra (1,4 GW) pełni funkcję stabilizującą dla generacji z OZE⁸⁴. Rozwój OZE wymaga zwiększenia lokalnego popytu na energię wytwarzaną w regionie. Duży odbiorca (np. przemysł energochłonny, centra danych, elektrolizery) mogą stanowić kluczowy element stabilizujący system w regionie o nadprodukcji energii z OZE.

Zgodnie z projektem Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r.⁸⁵, wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w krajowym systemie elektroenergetycznym wymaga rozwoju elastyczności systemu oraz lokalnego bilansowania popytu i podaży energii. W planie podkreślono, że stabilność systemu elektroenergetycznego musi być zapewniona poprzez utrzymanie wystarczalności mocy, rozwój infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej, a także aktywne zarządzanie stroną popytową (DSR). W dokumencie wskazano, że wraz z przyrostem mocy z OZE kluczowe znaczenie będą miały:

- duże odbiorniki energii, które mogą działać jako regulator lokalnego bilansu – poprzez zużycie energii w momentach nadprodukcji;
- rozwój przemysłu energochłonnego, infrastruktury wodorowej i centrów danych, które będą mogły absorbować nadwyżki energii z OZE;
- integracja odbiorców przemysłowych z lokalnymi źródłami energii odnawialnej – poprzez klastry energii, spółdzielnie i kontrakty PPA.

Realizowane w województwie zachodniopomorskim inwestycje przesyłowe i dystrybucyjne (m.in. budowa linii 400 kV Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina, modernizacje stacji 400/220/110 kV Morzyczyn, rozbudowa stacji węzłowych Dunowo i Żydowo Kierzkowo oraz modernizacje GPZ przez Eneę i Enerę) tworzą warunki do lokowania takich dużych odbiorców w bezpośrednim sąsiedztwie sieci o podwyższonej niezawodności i przepustowości. Dzięki temu centra danych planowane w pasie Koszalin–Białogard–Kołobrzeg oraz w aglomeracji Szczecin–Police–Stargard mogą pełnić funkcję odbiorców systemowych, wykorzystujących nadwyżki energii z OZE w regionie.

Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. jednoznacznie stwierdza, że utrzymanie bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego w Polsce będzie zależało od „zapewnienia elastyczności po stronie popytu, rozwoju magazynowania energii oraz wykorzystania potencjału dużych odbiorców energii”. W dokumencie podkreślono, że przemysł energochłonny może

pełnić funkcję stabilizatora systemu, szczególnie w regionach o dużym udziale niestabilnych źródeł odnawialnych, takich jak północna Polska.

Dla województwa zachodniopomorskiego oznacza to konieczność rozwoju lokalnego przemysłu niskoemisyjnego, w tym inwestycji w elektrolizery wodorowe, centra danych i nowoczesne zakłady przemysłowe, które mogą wykorzystywać nadwyżki energii wytwarzanej z farm wiatrowych i fotowoltaicznych⁸⁶.

**CENTRA DANYCH PLANOWANE
W PASIE KOSZALIN-BIAŁOGARD-
KOŁOBRZEG ORAZ W AGLOMERACJI
SZCZECIN-POLICE-STARGARD
MOGĄ PEŁNIĆ FUNKCJĘ
ODBIORCÓW SYSTEMOWYCH,
WYKORZYSTUJĄCYCH NADWYŻKI
ENERGII Z OZE W REGIONIE.**

5.2.5. WSPÓŁDZIELENIE PRZYŁĄCZY ENERGETYCZNYCH Z OZE

Wysoka koncentracja instalacji odnawialnych źródeł energii w województwie zachodniopomorskim, przy jednoczesnych ograniczeniach przepustowości sieci, prowadzi do konieczności poszukiwania rozwiązań zwiększających efektywność wykorzystania istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej. Jednym z mechanizmów wskazywanych w dokumentach strategicznych i w praktykach międzynarodowych jest współdzielenie przyłączy energetycznych pomiędzy wytwórcami OZE a dużymi odbiorcami energii. Analiza tego zagadnienia została uwzględniona, ponieważ centra danych, jako odbiorcy o ciągłym, wysokim i przewidywalnym zapotrzebowaniu, mogą w określonych warunkach współpracować z instalacjami OZE. Tego typu modele są rozwijane w kilku europejskich krajach o podobnej strukturze infrastruktury.

Zgodnie z projektem Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r., rozwój sieci elektroenergetycznych powinien obejmować nie tylko nowe inwestycje, lecz również działania na rzecz zwiększenia efektywności wykorzystania dostępnych mocy przyłączeniowych. Dokument podkreśla potrzebę rozwijania lokalnych systemów bilansujących energię i wdrażania inteligentnych sieci (smart grids), umożliwiających łączenie wytwórców OZE z dużymi odbiorcami energii⁸⁷. Wzrost zapotrzebowania na moc w sektorze centrów danych staje się jednym z kluczowych wyzwań dla krajowej sieci elektroenergetycznej.

Jednocześnie regiony o wysokim potencjale odnawialnych źródeł energii, takie jak województwo zachodniopomorskie, dysponują rosnącą liczbą przyłączy wykorzystywanych przez farmy wiatrowe i fotowoltaiczne. Coraz częściej analizowanym rozwiązaniem jest model współdzielenia przyłączy pomiędzy operatorami OZE a centrami danych, pozwalający na efektywne wykorzystanie istniejącej infrastruktury przesyłowej. Tego typu współpraca przynosi korzyści poprzez:

- Zwiększenie efektywności sieciowej – przyłącze wykorzystywane przez farmę wiatrową lub fotowoltaiczną przez część doby może zasilac centrum danych w godzinach niskiej generacji. Umożliwia to optymalne wykorzystanie istniejących linii 110 kV i GPZ-ów bez konieczności budowy nowych odcinków sieci.
- Redukcje kosztów przyłączenia – koszt budowy dedykowanego przyłącza wysokiego napięcia stanowi jedną z największych barier inwestycyjnych dla centrów danych. Współdzielenie infrastruktury z OZE pozwala obniżyć te koszty nawet o 30–40%.
- Zwiększenie udziału energii odnawialnej w bilansie zasilania – centra danych mogą korzystać bezpośrednio z energii produkowanej lokalnie, zawierając kontrakty typu PPA (Power Purchase Agreement) z producentami OZE korzystającymi z tego samego przyłącza.

**ZGODNIE Z PROJEKTEM
KRAJOWEGO PLANU
W DZIEDZINIE
ENERGII I KLIMATU
DO 2030 R., ROZWÓJ SIECI
ELEKTROENERGETYCZNYCH
POWINIEN OBEJMOWAĆ NIE
TYLKO NOWE INWESTYCJE,
LE CZ RÓWNIEŻ DZIAŁANIA
NA RZECZ ZWIĘKSZENIA
EFEKTYWNOŚCI
WYKORZYSTANIA
DOSTĘPNYCH MOCY
PRZYŁĄCZENIOWYCH.**

- Zwiększenie stabilności zasilania – w połączeniu z magazynami energii (BESS) i systemami zarządzania popytem możliwe jest utrzymanie zasilania nawet w warunkach ograniczeń sieciowych. Takie rozwiązania rozwijane są już w Skandynawii i Holandii, a Polska – ze względu na strukturę sieci 110 kV i duży udział farm wiatrowych – ma podobny potencjał wdrożeniowy.

W regionie zidentyfikowane ograniczenia wynikające z przepustowości sieci i wymogów odległościowych od linii elektroenergetycznych i określono minimalne buforowe odległości od linii 400 i 220 kV (510 m) oraz od 110 kV (220 m). Możliwości przyłączeniowe do sieci nadal są dostępne, ale jednocześnie rozwój energetyki wiatrowej jest ograniczony przez przepustowość sieci KSE, co wskazuje na konieczność lokalnych modeli współdzielenia przyłączy i lepszego wykorzystania istniejącej infrastruktury⁸⁸.

W kontekście Pomorza Zachodniego współdzielenie przyłączy może mieć szczególne znaczenie w rejonach, gdzie istnieje duża koncentracja inwestycji OZE, np. w gminach Darłowo, Karlino, Malechowo, Postomino czy Dygowo, a jednocześnie przebiegają tam główne linie przesyłowe 110 i 220 kV. Włączenie centrów danych do tego systemu umożliwiłoby bilansowanie mocy w oparciu o lokalne źródła, skracając dystans przesyłu i zmniejszając straty energetyczne.

Jednocześnie operator centrum danych zawiera z wytwórcą lokalny kontrakt PPA (Power Purchase Agreement), gwarantujący zakup energii odnawialnej z określonego źródła. Magazyny energii (BESS), które stabilizują dostawy i umożliwiają zasilanie infrastruktury w godzinach niskiej generacji OZE. W regionie szczególne znaczenie ma w tym kontekście inwestycja PGE w baterijny magazyn energii w Gryfinie (400 MW/800 MWh).

Model współdzielenia przyłączy nie stanowi rozwiązania uniwersalnego, lecz może pełnić funkcję jednego z kluczowych mechanizmów umożliwiających rozwój sektora centrów danych w regionie. Jego zastosowanie wymaga jednak wysokiego poziomu koordynacji technicznej, organizacyjnej i regulacyjnej pomiędzy operatorami sieci, wytwórcami energii oraz odbiorcami końcowymi. W województwie zachodniopomorskim istnieją uwarunkowania sprzyjające wykorzystaniu tego modelu, w szczególności wysoka koncentracja farm wiatrowych oraz przebieg głównych korytarzy przesyłowych 220–400 kV. Jednocześnie konieczna jest każdorazowo weryfikacja dostępności redundantnych tras zasilania oraz spełnienia

wymogów odległościowych od infrastruktury wysokich i najwyższych napięć. Z perspektywy przestrzennej, jako najbardziej perspektywiczne obszary dla tego typu rozwiązań wskazać można pas Darłowo–Karlino–Malechowo, obszar Koszalin–Białogard oraz aglomerację Szczecin–Police–Stargard.

W KONTEKŚCIE POMORZA ZACHODNIEGO WSPÓŁDZIELENIE PRZYŁĄCZY MOŻE MIEĆ SZCZEGÓLNE ZNACZENIE W REJONACH, GDZIE ISTNIEJE DUŻA KONCENTRACJA INWESTYCJI OZE, NP. DARŁOWO, KARLINO, MALECHOWO, POSTOMINO CZY DYGOWO, A JEDNOCZEŚNIE PRZEBIEGAJĄ TAM GŁÓWNE LINIE PRZESYŁOWE 110 I 220 KV. WŁĄCZENIE CENTRÓW DANYCH DO TEGO SYSTEMU UMOŻLIWIŁOBY BILANSOWANIE MOCY W OPARCIU O LOKALNE ŹRÓDŁA, SKRACAJĄC DYSTANS PRZESYŁU I ZMNIEJSZAJĄC STRATY ENERGETYCZNE.

5.2.6. LOKALNE PLANY ROZWOJU OZE DO 2040

Planowanie rozwoju odnawialnych źródeł energii do 2040 roku jest istotnym elementem oceny długoterminowych warunków energetycznych dla inwestycji wysokiej mocy, w tym centrów danych. Przewidywalność kierunków polityki regionalnej i stopień integracji OZE z siecią wyznaczają ramy dla strategii dekarbonizacji oraz dostępności zielonej energii w horyzoncie wieloletnim. Z tego powodu analizowane tu dokumenty regionalne stanowią istotne tło infrastrukturalne i regulacyjne dla inwestorów planujących działalność w regionie.

W Karcie charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej zawarto bezpośrednie odniesienie do Dyrektywy RED III (2023/2413/UE), wskazując, że wyniki analiz mają stanowić wkład w przyszłe mapowanie obszarów rozwoju OZE w województwie, zgodnie z nowymi wymogami unijnymi⁸⁹. Elementy, które należy uwzględnić w długoterminowej perspektywie obejmują:

- potencjał teoretyczny wiatru (20–34 GW) miał stanowić bazę do planowania regionalnych stref rozwoju OZE do 2040 r.;
- zakładano, że rozwój technologii magazynowania energii i wodoru umożliwi bardziej lokalne wykorzystanie energii odnawialnej, a więc zwiększenie samowystarczalności regionu;
- wskazano, że repowering (zastępowanie turbin 1–2 MW nowymi 5–6 MW) będzie kluczowym procesem do 2040 roku.

W ujęciu czasowym (z perspektywy 2025 r.) RBGPWZ przedstawiło spójne i aktualne kierunki rozwoju, które zostały później potwierdzone w regionalnych strategiach energetycznych. Dalsza ekspansja OZE zależy od modernizacji infrastruktury przesyłowej, wzrostu lokalnego popytu na energię oraz rozwoju technologii magazynowania. Kolejnym etapem rozwoju regionu powinna być budowa dobowych i sezonowych magazynów energii, w tym produkcja zielonego wodoru oraz rozwój sieci PV z magazynowaniem, które mogą stabilizować lokalne bilanse. Ważnym czynnikiem równoważącym system w regionie jest uruchomiona elektrownia gazowa PGE Gryfino Dolna Odra (1,4 GW), stanowiąca bufor bezpieczeństwa dla zmiennej generacji odnawialnej. Dalszy rozwój OZE będzie również uzależniony od integracji z nowymi liniami przesyłowymi 400 kV (np. Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina), a także planowanej inwestycji magazynu energii. Uwzględnienie tych kierunków rozwoju pozwala określić, w jakim otoczeniu energetycznym mogą funkcjonować inwestycje wymagające dużej mocy w dłuższym horyzoncie.



Województwo zachodniopomorskie dysponuje jednym z najsilniejszych profili OZE w kraju, co wzmacnia jego pozycję w kontekście inwestycji dążących do budowy niskoemisyjnych modeli energetycznych, w tym „zielonych” centrów danych. Analiza odnawialnych źródeł energii w województwie zachodniopomorskim pokazuje, że region należy

do najważniejszych krajowych ośrodków wytwarzania energii odnawialnej, z dominacją energetyki wiatrowej oraz rosnącą rolą fotowoltaiki.

W 2023 roku produkcja energii z OZE po raz pierwszy przekroczyła lokalne zużycie (122,7%), co oznacza trwałą nadwyżkę generacji oraz konieczność bilansowania systemu poprzez magazynowanie energii i rozwój lokalnego popytu.

Wysoki poziom integracji OZE przekłada się na szeroką dostępność energii niskoemisyjnej w regionie, jednak nie determinuje warunków przyłączeniowych dla nowych odbiorców. O możliwości zasilania inwestycji wysokiej mocy decyduje bowiem stan sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, dostępność mocy w GPZ oraz zdolność systemu do stabilnej pracy w warunkach zmiennej generacji. W tym kontekście znaczenie mają prowadzone inwestycje PSE i OSD, które zwiększają elastyczność pracy sieci, choć nie przesądzają o dostępności konkretnych wolumenów mocy dla nowych centrów danych.

W regionie o strukturalnej nadprodukcji energii rośnie znaczenie dużych odbiorców, którzy mogą absorbować część nadwyżek i wspierać lokalne bilanse. W tym kontekście centra danych są jednym z typów odbiorców analizowanych w dokumentach krajowych jako potencjalny element stabilizujący system, zwłaszcza w połączeniu z mechanizmami zarządzania stroną popytową oraz magazynowaniem energii. Ich rola zależy jednak od dostępności przyłączy, parametrów pracy sieci oraz indywidualnych warunków lokalizacyjnych.

Wysoka koncentracja instalacji OZE i ograniczona przepustowość sieci sprzyjają rozważaniu modeli współdzielenia przyłączy pomiędzy instalacjami odnawialnymi a odbiorcami przemysłowymi. Modele te są stosowane w państwach o podobnej strukturze infrastruktury i mogą, w określonych warunkach, zwiększać efektywność wykorzystania sieci. Ich zastosowanie wymaga jednak szczegółowej analizy technicznej oraz koordynacji między operatorami.



06

INFRASTRUKTURA TRANSPORTOWA I TELEKOMUNI- KACYJNA JAKO CZYNNIKI DOSTĘPNOŚCI REGIONU

6.1. INFRASTRUKTURA CYFROWA I TELEKOMUNIKACYJNA W REGIONIE

Infrastruktura telekomunikacyjna stanowi filar funkcjonowania centrów danych. Dostępność światłowodowych łączy o wysokiej przepustowości, ich fizyczna redundancja oraz liczba niezależnych operatorów determinują bezpieczeństwo operacyjne, jakość usług oraz możliwość skalowania mocy obliczeniowej. W tym kontekście ocena infrastruktury cyfrowej województwa zachodniopomorskiego prowadzona jest przez pryzmat realnych wymogów funkcjonowania centrów danych o znaczeniu regionalnym i krajowym.

Wzrost dostępności redundantnych połączeń światłowodowych o niskim opóźnieniu w przepływie jest jednym z kluczowych czynników wyboru lokalizacji. Ekspertcy ocenili siłę wpływu tego elementu na rozwój rynku data center na 3,83 w pięciostopniowej skali, gdzie 5 oznacza „bardzo wysoki wpływ”. Ponadto 83% respondentów uznało, że istnieje wysokie prawdopodobieństwo dalszego rozwoju tej infrastruktury. Wśród innych istotnych czynników napędzających rozwój infrastruktury cyfrowej wysoko zostały ocenione również: zaostrenie regulacji dot. lokalnego przechowywania danych (4,00), wzrost wykorzystania rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji jako stymulanta rozwoju rynku data centers (3,83), rosnące zapotrzebowanie na przestrzeń chmurową ze strony sektora publicznego (3,82), postępująca cyfryzacja usług publicznych (3,76), wzrost zapotrzebowania instytucji edukacyjnych i sektora nauki na "storage" i moc obliczeniową (3,55) i wzrost wykorzystania rozwiązań IoT jako stymulanta rozwoju rynku data centers (3,5), z których wszystkie dotyczą przetwarzania cyfrowych danych, opartych na infrastrukturze cyfrowej i telekomunikacyjnej.

Województwo ma dziś słabsze pokrycie siecią telekomunikacyjną niż średnia krajowa, jednak ponadprzeciętny udział zasięgu hurtowego (7,3%) jest wyraźnie wyższy niż średnia krajowa (5,3%). Oznacza to, że w dużej liczbie lokalizacji istnieje już techniczna infrastruktura sieciowa, ale nie jest ona jeszcze bezpośrednio wykorzystywana do świadczenia usług dla klientów końcowych. Tego typu infrastruktura stanowi „zaplecze techniczne”, które może zostać uruchomione, co w praktyce zwiększa potencjał rozwoju rynku i poprawy dostępności usług.

6.1.1. WYMAGANIA JAKOŚCI ŁĄCZY I LICZBY OPERATORÓW

Centra danych łączą się ze światem zewnętrznym za pośrednictwem dostawców usług internetowych (ISP) i innych sieci. Te połączenia zewnętrzne często wykorzystują światłowody do obsługi dużych ilości danych przesyłanych do i z obiektu. Kable światłowodowe oferują większą przepustowość, niższe opóźnienie oraz odporność na zakłócenia. Zdolność światłowodów do obsługi dużej przepustowości na duże odległości sprawia, że idealnie nadają się do tych krytycznych połączeń.

Analizy badawcze oraz dobre praktyki i wypowiedzi ekspertów wskazują, że niezwykle istotnym czynnikiem dla centrów danych jest jakość i redundancja infrastruktury telekomunikacyjnej. Wszystkie obiekty data center w kraju posiadają co najmniej dwie niezależne trasy światłowodowe łączące je z sieciami operatorów, a około 45% obiektów dysponuje dwiema trasami, 22,5% – trzema, kolejne 22,5% – czterema, a 10% – pięcioma lub większą liczbą połączeń⁹⁰. Oznacza to, że poziom świadomości potrzeby dywersyfikacji łączy telekomunikacyjnych jest w Polsce wysoki, choć nie we wszystkich przypadkach odpowiada formalnym standardom ANSI/TIA-942, definiującym minimalne wymagania dla klas (tier) w zakresie niezależności tras i operatorów.

W zakresie przepustowości łączy światłowodowych dominują instalacje powyżej 300 par włókien, które posiada 57,6% obiektów, natomiast 24,2% centrów danych dysponuje łącami poniżej 50 par włókien. Rozkład ten wskazuje na zróżnicowanie infrastruktury – od dużych obiektów o znaczeniu krajowym po mniejsze serwerownie regionalne i zapasowe. W polskich centrach danych średni poziom redundancji infrastruktury telekomunikacyjnej można uznać za wysoki w ujęciu europejskim, szczególnie w regionach aglomeracyjnych, gdzie działa kilku operatorów o zasięgu krajowym.

Operatorzy tacy jak Orange Polska, Netia, T-Mobile, 3S Data Center, Exatel, Asseco Data Systems i Atman zapewniają największy udział w rynku kolokacji i telekomunikacji dla centrów danych. Ich sieci obejmują główne miasta, co stanowi podstawę dla rozwoju infrastruktury w województwie zachodniopomorskim. Region ten znajduje się w zasięgu światłowodowych magistrali krajowych i transgranicznych, co pozwala na łatwe włączenie nowych inwestycji w struktury europejskie m.in. poprzez punkty wymiany ruchu w Gdańsku i Poznaniu⁹¹.

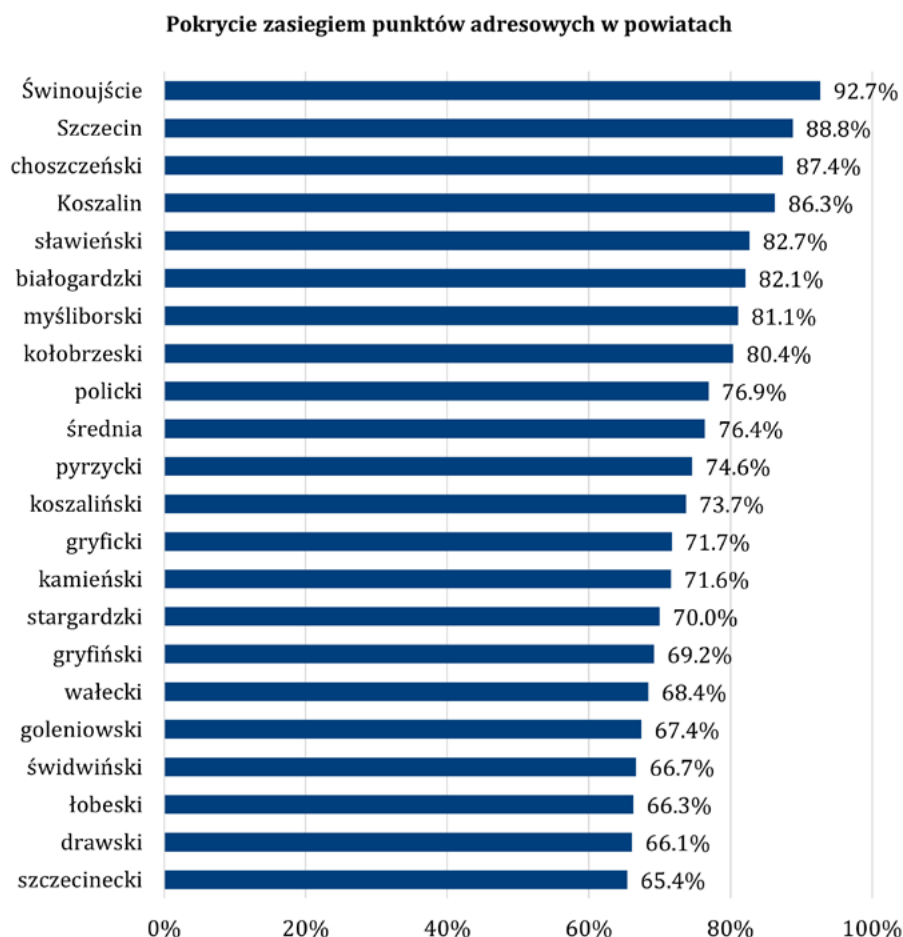
Dla inwestorów planujących budowę centrów danych w województwie zachodniopomorskim kluczowe jest uwzględnienie następujących wymagań technicznych:

- zapewnienie minimum dwóch niezależnych tras światłowodowych od różnych operatorów to wymóg podstawowy;
- przepustowość łączy 100 Gb/s a także 400Gb/s oraz 800 Gb/s;
- niski poziom opóźnień (latencji < 5 ms);
- niezależne punkty dostępu (meet-me rooms) umożliwiające elastyczne podłączenie kolejnych operatorów.

Dane przedstawione w niniejszym rozdziale opisują ogólny poziom dostępności infrastruktury światłowodowej oraz zasięg infrastruktury hurtowej w województwie zachodniopomorskim. Jednak każda potencjalna lokalizacja inwestycji wymaga odrębnej, indywidualnej weryfikacji technicznej obejmującej dostępność rzeczywistych tras światłowodowych, ich redundancję, możliwe do zagwarantowania przepustowości, aby dokonać ostatecznej oceny przydatności terenu pod inwestycję centrów danych.

6.2. DOSTĘPNOŚĆ SIECI SZKIELETOWEJ

W województwie jest 322 410 punktów adresowych. Na koniec września 2025 roku 76,4% (246 449) punktów adresowych było objętych zasięgiem deklarowanym przez operatorów, co jest wartością niższą niż wartość krajowa (84,5%). To oznacza, że ok. 1 na 4 adresy w regionie znajduje się poza oficjalnym zasięgiem sieci (szczególnie na obszarach wiejskich i peryferyjnych). Na terenie województwa działa 106 przedsiębiorców telekomunikacyjnych świadczących usługi stacjonarnego dostępu do usług szerokopasmowych, w tym 74 oferujących wyłącznie usługi detaliczne, 7 świadczących wyłącznie usługi hurtowe, natomiast 25 świadczących usługi hurtowo-detaliczne.



Wykres 4. Pokrycie zasięgiem punktów adresowych na terenie województwa zachodniopomorskiego w podziale na powiaty.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych "Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do internetu".

Dominującym medium w kraju są sieci światłowodowe, które odpowiadają za 73,9% wszystkich zasięgów. Medium światłowodowe w województwie zachodniopomorskim obejmuje 879 191 zasięgów, co stanowi 60,73% wszystkich zasięgów zgłoszonych przez podmioty zobowiązane do raportowania⁹². Rodzaj zasięgu na terenie województwa zachodniopomorskiego można podzielić na:

- rzeczywisty zasięg – punkty adresowe, w których operatorzy świadczą usługi końcowe (fizycznie dostępna sieć i aktywni użytkownicy) obejmuje ok. 2/3 wszystkich adresów w województwie – 217 643 punktów adresowych;
- hurtowy (wyłącznie) – punkty, w których dostępna jest infrastruktura umożliwiająca świadczenie usług przez innych operatorów, ale brak jeszcze dostępu detalicznego. Stanowi 7,25 % adresów – potencjalne miejsca do komercyjnego zagospodarowania;

**MEDIUM
ŚWIATŁOWODOWE
W WOJEWÓDZTWIE
ZACHODNIOPOMORSKIM
OBEJMUJE 879 191
ZASIĘGÓW, CO STANOWI
60,73%.**

- teoretyczny (wyłącznie) – lokalizacje, dla których operatorzy zadeklarowali możliwość podłączenia w ramach planowanych inwestycji stanowi 1,68 % punktów adresowych;
- brak zasięgu – adresy, w których nie odnotowano żadnej formy dostępu do sieci szerokopasmowej stanowią 23,56 % wszystkich punktów, czyli prawie co czwarty adres w regionie pozostaje offline.

Tabela 10. Podział na punkty adresowe w zależności od rodzaju zasięgu.

Rodzaj zasięgu	Liczba adresów w woj. zachodniopomorskim	Udział [%] w woj. zachodniopomorskim	Udział [%] w Polsce
Rzeczywisty	217 643	67,5%	74,8%
Hurtowy	23 382	7,3%	5,3%
Teoretyczny	5 424	1,7%	4,4%
Brak zasięgu	75 961	23,6%	15,5%
SUMA	322 410	-	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych "Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do internetu".

Udział zasięgu hurtowego w województwie zachodniopomorskim jest wyższy niż średni udział zasięgu hurtowego w Polsce. Zasięg hurtowy świadczy o fizycznej obecności infrastruktury sieciowej w danej lokalizacji. Nie gwarantuje on gotowej usługi, ale oznacza, że koszt i czas uruchomienia połączeń są zwykle niższe niż w obszarach całkowicie pozbawionych sieci. Na tle województwa wyraźnie wyższym udziałem zasięgu hurtowego wyróżniają się kolejno:

1. gmina Dobrzany: 37,26%,
2. gmina wiejska Kołobrzeg: 19,61%,
3. gmina Dolice: 19,61% (ta sama wartość),
4. gmina Chociwel: 17,75%,
5. gmina Sławno: 16,80%,
6. gmina Stara Dąbrowa: 15,60%,
7. miasto Kołobrzeg: 14,30%,
8. gmina Białogard: 14,21%,
9. gmina Darłowo: 14,12%,
10. gmina Dobra (Szczecińska): 13,42%,
11. gmina Marianowo: 12,97%,
12. gmina Przelewice: 11,23%,
13. gmina Dębno: 10,50%,
14. gmina Świerzno: 10,36%,
15. gmina Kobyłka: 10,16%.

**UDZIAŁ ZASIĘGU HURTOWEGO
W WOJEWÓDZTWIE
ZACHODNIOPOMORSKIM JEST
WYŻSZY NIŻ ŚREDNI UDZIAŁ
ZASIĘGU HURTOWEGO W POLSCE.**

Inwestycja w tych obszarach może potencjalnie minimalizować ryzyko logistyczne i kapitałowe związane zprzylączeniem do sieci szkieletowej. Potencjał ten wymaga każdorazowej weryfikacji dostępności redundantnych tras i minimalnej gwarantowanej przepustowości u operatorów, jako że dane statystyczne nie precyzują parametrów tych łączy.

6.2.1. PRZEPUSTOWOŚĆ SIECI W ZACHODNIOPOMORSKIM A CENTRA DANYCH

Wymagana przepustowość dla centrum danych zależy od jego wielkości, ilości przetwarzanych danych oraz charakteru hostowanych aplikacji. Duże centra danych o dużych potrzebach obliczeniowych i dużym ruchu użytkowników wymagają znacznej przepustowości, aby zapewnić płynne działanie. Wymagania dotyczące przepustowości mogą wahać się od kilku gigabitów na sekundę (Gb/s) do terabitów na sekundę (Tb/s) w przypadku centrów danych o dużej skali. Skalowalność jest kluczowym czynnikiem, który pozwala centrom danych dostosowywać się do rosnących wymagań bez obniżania wydajności⁹³.

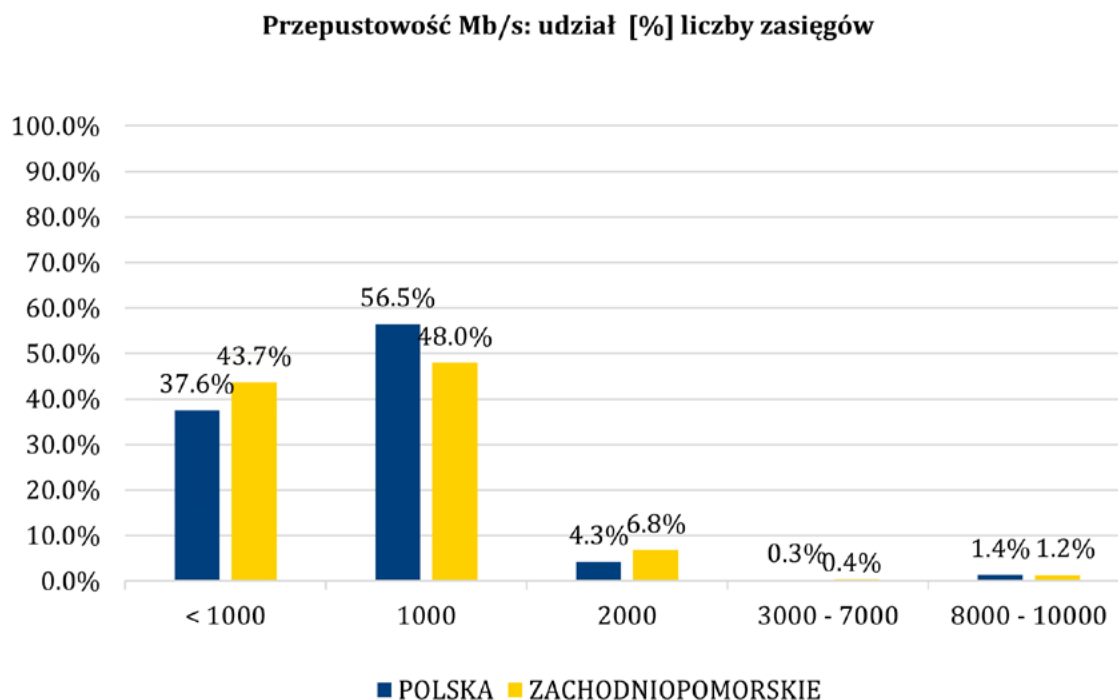
Tabela 11. Zakres przepustowości w województwie.

Zakres przepustowości	Liczba zasięgów	Udział [%]	Liczba punktów adresowych	Udział [%]
≤ 50 Mb/s	355 230	24,52%	39 176	15,9%
100–500 Mb/s	94 196	6,50%	12 656	5,1%
600–900 Mb/s	173 641	11,9%	13 657	5,5%
1000 Mb/s (1 Gb/s)	694 223	47,95%	106 535	43,23%
2000 Mb/s (2 Gb/s)	98 359	6,79%	54 607	22,16%
5000 Mb/s (5 Gb/s)	5 374	0,37%	3 715	1,51%
8000 Mb/s (8 Gb/s)	10 841	0,75%	9 102	3,69%
10000 Mb/s (10 Gb/s)	6 756	0,47%	6 671	2,71%
SUMA ≥ 1 Gb/s	824 658	56,9%	181 000	73,4%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych "Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do internetu".



Województwo zachodniopomorskie wykazuje wysoki udział zasięgów ≥ 1 Gb/s. Dominują sieci 1 Gb/s, które odpowiadają za prawie 48% wszystkich zasięgów i 43% adresów. Jest to standard usług detalicznych w miastach. Sieci 2–5 Gb/s obejmują 7% zasięgów, ale 24% adresów, co sugeruje, że występują w mniejszych liczbach, ale z dużym zasięgiem terytorialnym. Ultraszybkie połączenia 8–10 Gb/s stanowią tylko 1,2% zasięgów, jednak obejmują ponad 6% adresów, co jest charakterystyczne dla infrastruktury sieciowej dużych operatorów.



Wykres 5. Przepustowość Mb/s. Udział [%] liczby zasięgów w Polsce, a w województwie zachodniopomorskim.

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do internetu”.

W województwie zachodniopomorskim udział przepustowości rzędu 1 Gb/s jest niższy, ale odsetek połączeń powyżej 2 Gb/s jest wyższy niż średnia krajowa i wynosi 6,8% liczby zasięgów, a pod względem punktów adresowych 22,16%, co jest wysokim nasyceniem w skali kraju⁹⁴. Analiza lokalna na poziomie gminy wskazuje na zestaw czynników, które mogą mieć znaczenie w procesie oceny lokalizacji przez operatorów centrów danych. Czynniki te stanowią element szerszej analizy infrastrukturalnej i powinny być rozpatrywane łącznie z parametrami technicznymi, energetycznymi oraz środowiskowymi. Miejscowości z dostępem do sieci o najwyższej przepustowości to:

1. Rewal - 10 Gb/s: 94,68%,
2. Karnice - 10 Gb/s: 46,91%,
3. Szczecin - 8–10 Gb/s: 20,89%,
4. Karlino - 10 Gb/s: 0,48%,
5. Stargard - 8 Gb/s: 4,91%,
6. Wałcz - 2 Gb/s: 46,78%; 1 Gb/s: 39,40%,
7. Szczecinek - 2 Gb/s: 40,26%; 1 Gb/s: 33,41%,

8. Białogard - 2 Gb/s: 34,01%; 500 Mb/s: 44,65%,
9. Mielno - 2 Gb/s: 28,35%; 1 Gb/s: 37,62%,
10. Koszalin - 2 Gb/s: 24,85%; 1 Gb/s: 48,35%; ≥ 5 Gb/s: 0,43%,
11. Goleniów - 1 Gb/s: 66,93%; brak ≥ 5 Gb/s,
12. Sianów - dominacja 1 Gb/s (brak wyższych przepustowości).

6.2.2. PLANY INWESTYCYJNE I ROZBUDOWA SIECI

Polska znajduje się w fazie intensywnej rozbudowy sieci światłowodowych. Dane z pierwszego kwartału 2025 roku pokazują, że plany inwestycyjne operatorów obejmują 1,86 mln punktów adresowych, w tym 1,69 mln unikalnych lokalizacji. W województwie zachodniopomorskim liczba punktów adresowych ze zgłoszonymi planami inwestycyjnymi finansowanymi ze środków własnych inwestora to 48 893 punkty adresowe, w tym 45 126 jest objęta planami inwestycyjnymi, co stanowi ok. 15% wszystkich adresów województwa (322 410). Oznacza to, że w najbliższym okresie inwestycyjnym co siódmy adres w regionie ma zostać objęty rozbudową sieci komercyjnej.

Tabela 12. Kluczowe inwestycje publiczne i komercyjne: TOP 5 udziału wszystkich inwestycji.

Typ inwestycji	Powiat	Liczba punktów adresowych objętych planami	Udział w całości [%]
publiczne	stargardzki	7 615	19,0 %
	kołobrzeski	4 592	11,5%
	kamieński	4 463	11,1%
	koszaliński	4 235	10,6%
	ślawieński	3 135	7,8%
komercyjne	Szczecin	13 352	27,3%
	policki	5 847	12,0%
	Koszalin	5 382	11,0%
	białogardzki	4 336	8,9%
	stargardzki	2 066	4,2%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych "Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do internetu".

POLSKA ZNAJDUJE SIĘ W FAZIE INTENSYWNEJ ROZBUDOWY SIECI ŚWIATŁOWODOWYCH. DANE Z PIERWSZEGO KWARTAŁU 2025 ROKU POKAZUJĄ, ŻE PLANY INWESTYCYJNE OPERATORÓW OBEJMUJĄ 1,86 MLN PUNKTÓW ADRESOWYCH, W TYM 1,69 MLN UNIKALNYCH LOKALIZACJI. PLANOWANE INWESTYCJE PUBLICZNE OBEJMUJĄ 40 091 PUNKTÓW ADRESOWYCH, CZYLI OK. 12,4% WSZYSTKICH ADRESÓW W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM.

Planowane inwestycje publiczne obejmują 40 091 punktów adresowych, czyli ok. 12,4% wszystkich adresów w województwie zachodniopomorskim (322 410). Jest to nieco mniejszy zakres niż inwestycje komercyjne (48 893), ale często komplementarny terytorialnie, ponieważ dotyczy powiatów z niższą rentownością i słabszym nasyceniem infrastruktury. Komercyjni inwestorzy skupiają się na aglomeracjach i strefach przemysłowych, natomiast inwestycje publiczne kompensują braki infrastrukturalne w powiatach nadmorskich i wiejskich. Największe punkty synergii publiczno-prywatnej to powiaty: stargardzki, policki, koszaliński, kołobrzeski, gdzie obie ścieżki inwestycyjne się nakładają.



W obecnym stanie infrastruktury telekomunikacyjnej i energetycznej województwo zachodniopomorskie wykazuje realny potencjał dla rozwoju centrów danych o charakterze regionalnym i zapasowym (edge, disaster recovery, regional cloud). Statystyki zasięgu i przepustowości potwierdzają rozwijającą się infrastrukturę światłowodową oraz rosnącą dostępność usług wysokich przepływności, jednak nie pozwalają ocenić fizycznej niezależności tras ani stopnia redundancji wymaganego dla obiektów o znaczeniu strategicznym. W praktyce każda potencjalna lokalizacja wymaga indywidualnej weryfikacji możliwości przyłączeniowych już na etapie przedinwestycyjnym.

Region wykazuje rosnący potencjał telekomunikacyjny, zwłaszcza w głównych ośrodkach miejskich, jednak obecny poziom dojrzałości infrastrukturalnej nie jest porównywalny z wiodącymi lokalizacjami rynku data center w Polsce. Dostępność szybkich łączy pozostaje zróżnicowana i koncentruje się w wybranych punktach, m.in. w Rewalu, Karnicach, Szczecinie, Wałczu i Stargardzie. Bliskość synergicznych inwestycji publicznych i komercyjnych w powiatach stargardzkim, polickim, kołobrzeskim i koszalińskim wzmacnia długoterminowy potencjał tych obszarów jako lokalnych węzłów infrastrukturalnych.

Oznacza to, że województwo zachodniopomorskie posiada funkcjonalne warunki do pełnienia roli zaplecza infrastrukturalnego dla kraju i regionu Morza Bałtyckiego, jednak pełne wykorzystanie tego potencjału wymaga ukierunkowanych działań technicznych: wzmocnienia sieci szkieletowej, rozbudowy węzłów wymiany ruchu oraz zapewnienia większej

transparentności danych dotyczących rzeczywistej topologii sieci. Region ma więc atuty rozwojowe, ale ich uruchomienie zależy od precyzyjnych inwestycji w infrastrukturę telekomunikacyjną.

6.3. UWARUNKOWANIA TRANSPORTOWE

Województwo zachodniopomorskie nie jest obecnie głównym węzłem lokalizacji dużych obiektów data center, jednak posiada zestaw cech przestrzennych i infrastrukturalnych, które tworzą realne podstawy do rozwoju tej funkcji. Jednym z czynników warunkujących tę możliwość jest dostępność transportowa, rozumiana zarówno jako łatwość realizacji inwestycji, jak i sprawność funkcjonowania obiektów w długim horyzoncie operacyjnym. Dostępność transportowa w przypadku centrów danych pełni funkcję operacyjną, logistyczną i bezpieczeństwa. Na etapie budowy decyduje o kosztach i czasie realizacji inwestycji, umożliwia sprawny transport wyspecjalizowanych elementów infrastruktury, ciężkiego sprzętu, prefabrykatów oraz systemów energetycznych i chłodniczych. W fazie operacyjnej wpływa na możliwość szybkiego przemieszczania kadr technicznych, zespołów serwisowych oraz podmiotów odpowiedzialnych za reakcje kryzysowe.

Istotnym aspektem jest korelacja infrastruktury transportowej z przebiegiem sieci telekomunikacyjnych i energetycznych, które często są lokowane wzdłuż głównych korytarzy komunikacyjnych. Oznacza to, że obszary o wysokiej dostępności drogowej i kolejowej mają większy potencjał integracji z infrastrukturą światłowodową i przesyłową. Równocześnie obowiązujące normy techniczne wskazują na konieczność zachowania bezpiecznych odległości od źródeł drgań i zakłóceń, takich jak linie kolejowe czy lotniska, co powoduje, że optymalne lokalizacje muszą łączyć dobrą dostępność zewnętrzną z odpowiednim dystansem od potencjalnych źródeł ryzyka.

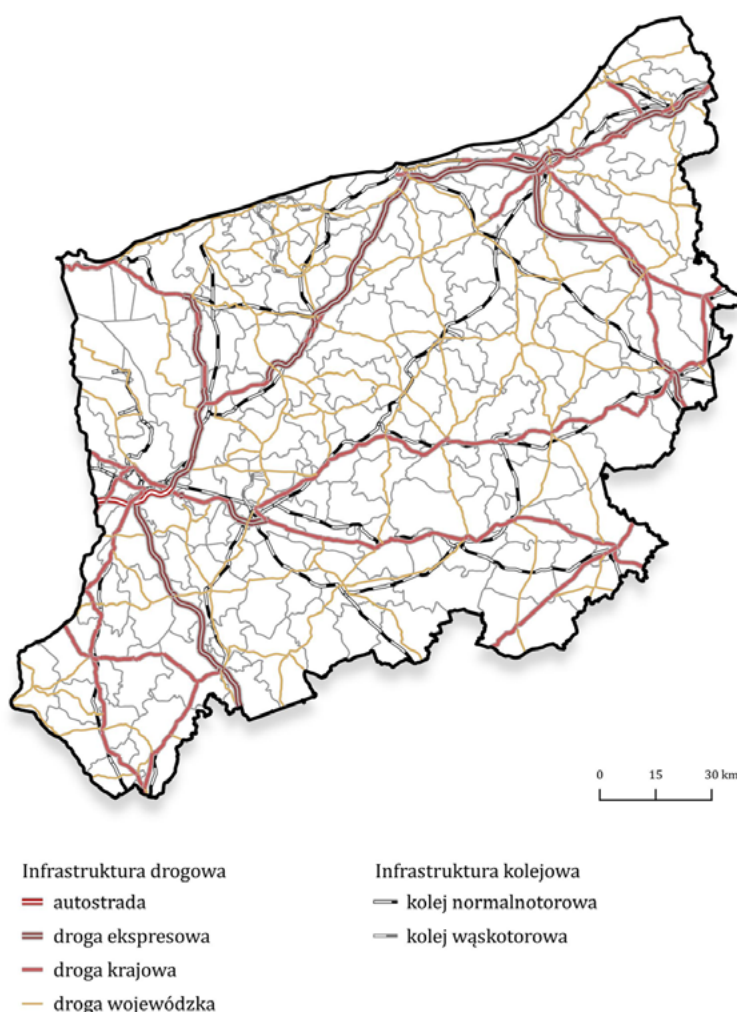
W zakresie połączeń transportowych przez region przebiega kilka dróg wyższego rzędu, takich jak drogi ekspresowe i drogi krajowe, z których część jest w trakcie planowania lub realizacji rozbudowy. Najważniejszymi z nich są:

- S6 (Trasa Kaszubska) - łącząca Szczecin z Koszalinem, a już wkrótce z Gdańskiem,
- S3 - łącząca Świnoujście i Szczecin z Gorzowem Wielkopolskim i Zieloną Górą,
- DK20 - łącząca Szczecin z Gdańskiem,
- S10 (w budowie do 2030 r.) - łącząca Szczecin z Bydgoszczą i Toruniem⁹⁵.

Powyższe połączenia (istniejące i planowane) zapewniają dobrą dostępność zewnętrzną części województwa. Wszystkie z nich wzmacniają przede wszystkim dostępność Szczecina, jako największego ośrodka regionalnego. Trasa S3 należy do transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T) w ramach sieci bazowej, z kolei S6 do sieci kompleksowej. Należy zwrócić uwagę na niską dostępność centralnej części województwa, szczególnie w relacji północ-południe. W centrum i na wschodzie województwa drogi wyższego rzędu całkowicie omijają niektóre powiaty. W kontekście centrów danych dostępność drogowa jest dobra, lecz silnie zróżnicowana i zależy od wyboru konkretnej lokalizacji.

Dostępność transportowa regionu jest uzupełniana przez połączenia kolejowe. Infrastruktura kolejowa

ma dwojakie znaczenie dla obiektów centrów danych. Z jednej strony zbyt bliskość do obiektów jest niewskazana według norm klasyfikacyjnych. Odległość poniżej 800 metrów do infrastruktury kolejowej może powodować drgania negatywnie wpływające na hardware w centrach danych. W województwie zachodniopomorskim sieć kolejowa jest stosunkowo rozbudowana, to znaczy że łączy większość średnich miast województwa i osiąga czwarty najwyższy wskaźnik linii kolejowych na 10 tys. mieszkańców w Polsce. Niemniej linie międzymiastowe o największej przepustowości prowadzą przede wszystkim do Szczecina jako głównego ośrodka regionu. Trasa pasażerska między Poznaniem a Szczecinem, oraz między Berlinem a Szczecinem należą do sieci TEN-T, jako trasy konwencjonalne sieci bazowej. Te same połączenia oraz połączenie Szczecina ze Świnoujściem należą także do sieci bazowej w ramach transportu ładunków. Do sieci uzupełniającej TEN-T należą także połączenia pasażerskie między Zieloną Górą, a Szczecinem, oraz Gdańskiem, a Stargardem przez Koszalin.



Rysunek 8. Infrastruktura transportowa w regionie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z BDOT.

Podobnie niejednoznaczna jest obecność transportu powietrznego. Z jednej strony zbyt bliskość lotniska może negatywnie oddziaływać na wrażliwe systemy infrastruktury cyfrowej data center. W związku z tym preferowane jest utrzymanie odległości przynajmniej 10 km od lotnisk międzynarodowych. Z drugiej strony obecność lotniska z dobrą siatką połączeń międzynarodowych jest kluczowa dla sprawnego funkcjonowania

największych centrów danych. Międzynarodowe firmy technologiczne potrzebują dostępności transportowej dla specjalistów, którzy sprawują opiekę nad wieloma obiektami w różnych krajach. Pozwala to im dotrzeć do obiektów w możliwie krótkim czasie w przypadkach kryzysowych, takich jak awarie sieci i sprzętu. Jest to bezpośrednio powiązane także z segmentacją informacyjną, która wspomaga procedury bezpieczeństwa w firmach. Województwo zachodniopomorskie posiada jedno międzynarodowe lotnisko na swoim obszarze – Szczecin-Goleniów im. NSZZ „Solidarność”.



Wykres 6. Liczba obsłużonych pasażerów w ruchu krajowym i międzynarodowym w 2024 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

Port lotniczy obsługuje mniej niż 0,5 mln pasażerów rocznie, przy czym wykazuje tendencje spadkową w latach popandemicznych. Zajmuje pod tym względem dopiero 9. miejsce w Polsce (dane za 2024 r. według ULC)⁹⁶, a różnica pomiędzy czołowymi lotniskami jest kilkunastokrotna. Szansą jest realizowana modernizacja i rozbudowa terminala pasażerskiego szczecińskiego lotniska, która pozwoli zwiększyć ruch do ok. 1 mln⁹⁷. Ponadto w sąsiednich regionach znajdują się porty z szerszą siatką połączeń, takie jak lotnisko im. Lecha Wałęsy w Gdańsku (obsługujące niecałe 7 mln pasażerów rocznie), które jest oddalone 130 km od granicy województwa i ok. 200 km od najbliższego większego miasta w zachodniopomorskim – Koszalin. Od drugiej strony międzynarodowa dostępność województwa jest zwiększona przez bliskość portu lotniczego Berlin Brandenburg, który w 2024 roku obsłużył 25,5 mln pasażerów⁹⁸, oddalonego 190 km (2 godziny drogi) od Szczecina.



Uwarunkowania transportowe województwa zachodniopomorskiego tworzą zróżnicowany, ale funkcjonalny fundament dla rozwoju infrastruktury centrów danych. Silnym atutem pozostaje koncentracja dróg ekspresowych i krajowych oraz infrastruktury kolejowej w otoczeniu Szczecina, a także powiązania z siecią TEN-T oraz bliskość międzynarodowego lotniska Berlin Brandenburg. Z punktu widzenia dużych, wyspecjalizowanych obiektów technologicznych zwiększa to atrakcyjność zachodniej części regionu i wzmacnia potencjał obszarów położonych wzdłuż głównych korytarzy transportowych.

Centralna i wschodnia część województwa charakteryzuje się pewnymi ograniczeniami w dostępności, zwłaszcza w układzie północ-południe. W efekcie dostępność transportowa regionu stanowi czynnik sprzyjający rozwojowi centrów danych, jednak w sposób silnie zależny od wyboru lokalizacji – wspierając inwestycje koncentrujące się w dobrze skomunikowanych obszarach przy jednoczesnej konieczności zachowania wymogów technicznych dotyczących odległości od infrastruktury transportowej.



07

BEZPIECZEŃSTWO INFRASTRUKTURY: ANALIZA ZAGROŻEŃ

7.1. BEZPIECZEŃSTWO REGIONU: PRZESTĘPCZOŚĆ ORAZ ZAGROŻENIA ATAKAMI TERRORYSTYCZNYMI

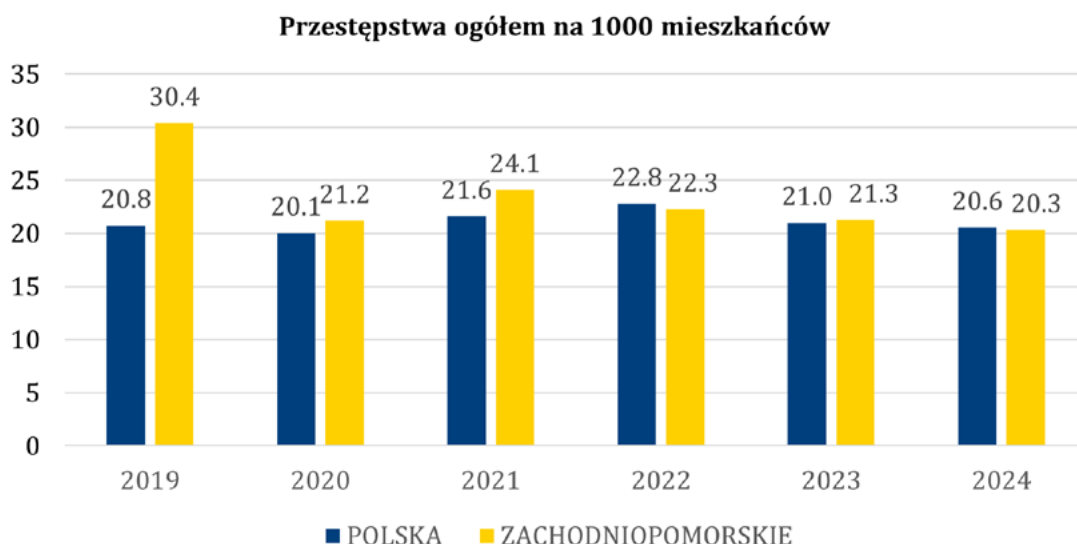
Bezpieczeństwo fizyczne i stabilność społeczna regionu stanowią istotny czynnik lokalizacji obiektów o wysokiej wrażliwości operacyjnej, takich jak centra danych. Funkcjonowanie data center jest szczególnie podatne na zakłócenia ciągłości działania, a ich ochrona wymaga uwzględnienia ryzyk związanych z przestępczością, sabotażem oraz zagrożeniami o charakterze terrorystycznym lub dywersyjnym. Ocena poziomu bezpieczeństwa wpływa bezpośrednio na koszty zabezpieczeń fizycznych, założenia projektowe oraz ubezpieczalność inwestycji i pozwala określić realny poziom ryzyka operacyjnego dla obiektów wymagających wysokiej niezawodności.

W 2024 roku w Unii Europejskiej odnotowano 58 ataków terrorystycznych, z czego 34 zostały przeprowadzone, 5 nie powiodło się, a 19 udaremniono. Największą liczbę incydentów przypisano terroryzmowi dżihadystycznemu (24) oraz lewicowemu i anarchistycznemu (21). Łącznie 20 państw członkowskich zgłosiło 449 aresztowań za przestępstwa związane z terroryzmem, z dominującym udziałem spraw związanych z terroryzmem dżihadystycznym (289). Na tle tych danych Polska pozostaje krajem o bardzo niskim poziomie zagrożenia – nie odnotowano ataków terrorystycznych, a liczba zatrzymań wyniosła 13 aresztowań w 2024 roku⁹⁹.

Niemniej warto zaznaczyć, że chociaż czynnik w postaci wzrostu zagrożenia aktami dywersji i terroryzmu, wymierzonymi w infrastrukturę techniczną został oceniony jako dosyć istotny (siła wpływu w wysokości 3,18/5), to zaskakująca może być ocena prawdopodobieństwa. 91% ekspertów uznało, że istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że czynnik ten będzie podążał trajektorią wzrostu. Daje to istotne przesłanki do wzmacniania nie tylko ochrony cyfrowej, ale także fizycznych systemów bezpieczeństwa nowych obiektów.

Bezpieczeństwo publiczne jest jednym z wskaźników stabilności społecznej i jakości życia mieszkańców regionu. W ostatnich latach województwo zachodniopomorskie odnotowuje systematyczną poprawę w tym obszarze, co znajduje odzwierciedlenie w spadku liczby przestępstw. Na tle stabilizującej się sytuacji wewnętrznej warto jednocześnie zauważyć rosnące znaczenie zagrożeń o charakterze międzynarodowym. W 2023 roku w państwach Unii Europejskiej zarejestrowano znaczący wzrost liczby ataków terrorystycznych, jednak Polska pozostaje krajem o bardzo niskim poziomie ryzyka w tym zakresie.





Wykres 7. przestępstwa stwierdzone przez Policję ogółem na 1000 mieszkańców.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, BDL.

W 2024 roku wskaźnik liczby przestępstw stwierdzonych przez Policję w województwie zachodniopomorskim (20,33) był niższy niż średnia krajowa (20,57). W ostatnich siedmiu latach widać wyraźny trend spadkowy – od odnotowanego w 2019 roku wysokiego poziomu 30,39 w zachodniopomorskim wobec 20,75 w Polsce, do wartości zbliżonej do krajowej w 2023 roku (21,27 wobec 21,01) i nieco niższej w 2024. Oznacza to, że poziom przestępczości w regionie obniżył się w ostatnich latach i zbliżył do poziomu krajowego, co wskazuje na poprawę bezpieczeństwa i stabilizację sytuacji w regionie.

Niższy poziom przestępczości ogółem w województwie zachodniopomorskim wynika przede wszystkim z mniejszej liczby przestępstw gospodarczych oraz spadku przestępczości kryminalnej w ciągu ostatnich pięciu lat.



Województwo zachodniopomorskie charakteryzuje się stabilną sytuacją w zakresie bezpieczeństwa publicznego oraz niskim poziomem zagrożeń o charakterze terrorystycznym w skali kraju. Spadek wskaźników przestępczości oraz brak historycznych zdarzeń o charakterze terrorystycznym tworzą korzystne warunki dla lokalizacji infrastruktury krytycznej, w tym centrów danych. Jednocześnie wyniki badania eksperckiego wskazują na rosnącą wagę ryzyk dywersyjnych wymierzonych w infrastrukturę techniczną, co wymaga uwzględnienia podwyższonych

standardów ochrony fizycznej i organizacyjnej. W praktyce Pomorze Zachodnie można ocenić jako obszar o wysokim poziomie bezpieczeństwa bazowego, przy konieczności stosowania zaawansowanych rozwiązań zabezpieczających charakterystycznych dla obiektów o znaczeniu strategicznym.

7.2. CYBERBEZPIECZEŃSTWO

Centra danych należą do infrastruktury szczególnie wrażliwej w kontekście cyberbezpieczeństwa, a ich funkcjonowanie zależy od stabilności krajowego i regionalnego ekosystemu ochrony cyfrowej, zdolności reagowania na incydenty oraz poziomu dojrzałości instytucjonalnej w obszarze bezpieczeństwa informacji. Istotne znaczenie mają zarówno deklaracje strategiczne, rzeczywista skala finansowania, zdolności operacyjne zespołów reagowania, jak i skuteczność krajowych mechanizmów ochrony infrastruktury krytycznej. Analiza poziomu cyberbezpieczeństwa w Unii Europejskiej i w Polsce pozwala określić realne warunki funkcjonowania centrów danych w środowisku podwyższonego ryzyka cybernetycznego.

Unia Europejska dysponuje jednym z najbardziej rozbudowanych systemów regulacyjnych w zakresie cyberbezpieczeństwa, jednak poziom finansowania i koordynacji działań pozostaje niewystarczający wobec rosnącej skali zagrożeń. W obecnej perspektywie finansowej 2021–2027 łączna wartość środków przeznaczonych na cyberbezpieczeństwo w UE wynosi ok. 2,9 mld euro, z czego połowa pochodzi z programu Digital Europe Programme (DEP), a pozostała część z Horizon Europe oraz European Defence Fund (EDF). To niemal trzykrotny wzrost względem poprzedniego budżetu. w wysokości 1 mld euro¹⁰⁰. W kontekście centrów danych skala i stabilność finansowania przekładają się na jakość ochrony infrastruktury towarzyszącej oraz na efektywność krajowych systemów reagowania.

Europejski Indeks Cyberbezpieczeństwa jest narzędziem opracowanym przez ENISA w celu syntetycznej oceny dojrzałości cyberbezpieczeństwa w państwach członkowskich. Wskaźnik ma charakter skalowany, a wszystkie wartości przeliczane są do jednostki punktowej w skali 0–100, gdzie 0 oznacza poziom minimalny, a 100 poziom maksymalny. Indeks wskazuje na umiarkowany poziom odporności cyfrowej w Europie. Najwyżej oceniono obszar polityk publicznych (66,09), obejmujący tworzenie i wdrażanie strategii cyberbezpieczeństwa, natomiast najniżej – obszar operacyjny (57,63), odnoszący się do zdolności reagowania i utrzymania ciągłości działania¹⁰¹. Jednocześnie system europejski mierzy się z trwałym niedoborem specjalistów ds. cyberbezpieczeństwa, co ogranicza tempo budowy odporności.

Według danych Pełnomocnika Rządu ds. Cyberbezpieczeństwa, w 2024 roku krajowe zespoły reagowania zarejestrowały ponad 111 tys. incydentów, co oznacza wzrost o 23% rok do roku, a w 2025 roku zespół reagowania działający w NASK obsługuje ok. 50 tys. zgłoszeń miesięcznie, z czego kilkanaście tysięcy stanowią realne incydenty. Polska należy do najczęściej atakowanych państw w Europie¹⁰². Jednocześnie Polska zajmuje 6. miejsce na świecie w rankingu MIT Technology Review Cyber Defense Index 2022/23¹⁰³ oraz 7. miejsce w National Cyber Security Index z wynikiem 92,50 punktu (na 100 możliwych) i wskaźnikiem rozwoju cyfrowego 73,21 punktu¹⁰⁴. Różnica ta wskazuje na wysoką dojrzałość bezpieczeństwa w relacji do tempa transformacji cyfrowej kraju.

W 2025 roku Polska realizuje największy w historii program inwestycji w cyberbezpieczeństwo – ponad 3,1 mld zł przeznaczonych na wzmocnienie ochrony przed cyberatakami w sektorze cywilnym. Budżet Ministerstwa Cyfryzacji na 2025 rok obejmuje między innymi: 90 mln zł w dotacjach celowych (o 30% więcej niż w 2024 r.), 40 mln zł na działalność krajowego zespołu reagowania funkcjonującego w strukturach NASK, 355 mln zł z Funduszu Cyberbezpieczeństwa dla podmiotów kluczowych oraz 860 mln zł z Krajowego Planu Odbudowy, w tym 271 mln zł na program „Cyberbezpieczny Rząd” i ponad 300 mln zł na ochronę sektora wodociągów¹⁰⁵. Największą część (1,8 mld zł) stanowią środki z programu Fundusze Europejskie na Rozwój Cyfrowy, obejmujące między innymi projekt „Cyberbezpieczny Samorząd” oraz budowę Centrum Cyberbezpieczeństwa NASK. Wysoka pozycja Polski w rankingach oraz rekordowe środki na ochronę infrastruktury krytycznej są istotne w kontekście centrów danych, które w Polsce funkcjonują w środowisku intensywnie testowanej odporności, a nie w warunkach braku zagrożeń.



Funkcjonowanie centrów danych zależy od stabilności krajowego systemu cyberbezpieczeństwa, w tym jakości reagowania na incydenty oraz dojrzałości instytucjonalnej. Na poziomie Unii Europejskiej skala finansowania ok. 2,9 mld euro na lata 2021–2027 rośnie, lecz pozostaje niewystarczająca wobec rosnących zagrożeń. W Polsce liczba incydentów obsługiwanych przez zespoły reagowania (ponad 111 tys. w 2024 r.) potwierdza wysoką ekspozycję na zagrożenia. Jednocześnie Polska utrzymuje silną pozycję w międzynarodowych zestawieniach: Cyber Defense Index (6. miejsce na świecie) i National Cyber Security Index (7. miejsce na świecie). Rządowy program inwestycji w cyberbezpieczeństwo o wartości ponad 3,1 mld wskazuje na inwestycję w systemową odporność. Dla centrów danych oznacza to możliwość działania w środowisku, w którym ryzyko jest stałym elementem operacyjnym, a nie barierą lokalizacyjną, przy jednoczesnym dostępie do rozwiniętych mechanizmów ochrony i reagowania.



7.3. RYZYKO ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM ENERGETYCZNYM – PRZYGOTOWANIE NA BLACKOUT

Stabilność i odporność regionalnego systemu elektroenergetycznego stanowi ważny czynnik lokalizacyjny dla centrów danych. Warunkuje on możliwość utrzymania ciągłości usług na poziomie wymaganym przez klientów komercyjnych i sektor publiczny. Region Pomorza Zachodniego, ze względu na nadmorskie położenie, silne nasycenie odnawialnymi źródłami energii (OZE) oraz pełnioną rolę korytarza przesyłowego północnej Polski, posiada strategiczne znaczenie dla krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE). Analiza obejmuje elementy infrastrukturalne, organizacyjne i systemowe, które łącznie decydują o poziomie przygotowania regionu na ewentualny blackout.

Artykuł *Elektroenergetyczna infrastruktura krytyczna w województwie zachodniopomorskim – 10 lat po blackoucie*¹⁰⁶ przedstawia szczegółową analizę przyczyn, przebiegu i konsekwencji awarii energetycznej, która wystąpiła w nocy z 7 na 8 kwietnia 2008 roku.

W wyniku ekstremalnych warunków pogodowych doszło do kolejnych, niezależnych od siebie wyłączeń linii 110 kV i 220 kV zasilających lewobrzeżną część

Szczecina. Awaria objęła ponad 650 tysięcy mieszkańców

województwa zachodniopomorskiego, a jej przebieg potwierdza klasyczny mechanizm zdarzeń kaskadowych.

W Szczecinie przerwa w dostawach energii trwała prawie 13 godzin, natomiast w wielu miejscowościach regionu przywracanie zasilania i usuwanie skutków uszkodzeń infrastruktury zajęło ponad 32 godziny.

W kolejnych latach zrealizowano szeroki pakiet inwestycji modernizacyjnych, który – zgodnie z opisem w artykule – obejmował rozbudowę stacji Morzyczyn, modernizację linii 220 kV Morzyczyn–Reclaw i Krajnik-Glinki, wzmocnienie zasilania Szczecina poprzez rozdzielnię Pomorzany 110 kV oraz rozwój infrastruktury umożliwiającej autonomiczną pracę lokalnych źródeł energii. Polskie Sieci Elektroenergetyczne rozpoczęły również prace nad budową dwóch niezależnych połączeń 400 kV, co docelowo ma stworzyć pierścieniowy układ sieci zwiększający odporność regionu na zakłócenia. Artykuł wskazuje, że stopień ryzyka ponownej awarii nie może być jednoznacznie wykluczony, lecz skala i zakres zrealizowanych inwestycji istotnie zmniejszają podatność systemu na zjawiska kaskadowe.

Wojewódzki Plan Zarządzania Kryzysowego klasyfikuje blackout jako jedno z zagrożeń priorytetowych poziomu wojewódzkiego. Dokument określa strukturę zarządzania w sytuacjach awaryjnych, w tym zadania Wojewódzkiego Centrum Zarządzania Kryzysowego, PSE, ENEA Operator, samorządów lokalnych oraz służb ratowniczych. W ramach planu:

- zidentyfikowano obiekty infrastruktury krytycznej (szpitale, stacje uzdatniania wody, jednostki wojskowe, telekomunikacja),
- zapewniono im autonomię zasilania przez co najmniej 72 godziny poprzez agregaty i zapasy paliwa,
- wskazano kanały łączności alternatywnej (radiowej i satelitarnej), określono procedury powiadamiania i koordynacji działań z operatorami energetycznymi.

**WOJEWÓDZKI PLAN
ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO
KLASYFIKUJE BLACKOUT
JAKO JEDNO Z ZAGROŻEŃ
PRIORYTETOWYCH POZIOMU
WOJEWÓDZKIEGO.**

Plan ujawnia również pewne ograniczenia, takie jak brak jednolitego systemu testowania agregatów prądotwórczych i brak pełnej integracji baz danych między administracją publiczną a operatorami. Poziom formalnego przygotowania administracji jest wysoki, ale wymaga dalszej integracji operacyjnej i technicznej¹⁰⁷.

Na poziomie krajowym w 2025 roku wdrażany jest Pakiet antyblackoutowy, obejmujący zmiany legislacyjne w Prawie energetycznym, ustawie o cyberbezpieczeństwie i Prawie zamówień publicznych¹⁰⁸. Celem pakietu jest zwiększenie odporności infrastruktury krytycznej, w tym poprzez obowiązek raportowania planów pracy źródeł przyłączonych do sieci, pełną transparentność danych bilansujących, certyfikację systemów ICT oraz nadzór nad operatorami strategicznymi. Wzmocnienie krajowych ram regulacyjnych oznacza również większą koordynację pomiędzy sektorem elektroenergetycznym a strukturami zarządzania kryzysowego w regionach.

7.3.1. STAN SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO W LATACH 2024-2025

W ramach monitoringu przerw w dostawach energii elektrycznej stwierdzono, że sieci dystrybucyjne pięciu największych OSD pozostają szczególnie podatne na zakłócenia wynikające z niekorzystnych zjawisk pogodowych, degradacji infrastruktury oraz czynników zewnętrznych niezależnych od operatorów. Dane przekazane Prezesowi URE potwierdzają, że dominującym źródłem awarii były intensywne i gwałtowne zjawiska atmosferyczne – burze, ulewne deszcze, powodzie, podtopienia, intensywne opady śniegu oraz wichury. Skutkowały one uszkodzeniami elementów sieci na wszystkich poziomach napięcia, zrywaniem przewodów, łamaniem konstrukcji wsporczych oraz trwałymi uszkodzeniami infrastruktury, powodując przerwy w zasilaniu obejmujące duże grupy odbiorców.

ENEA OPERATOR NIE ZAREJESTROWAŁA WZROSTU AWARYJNOŚCI SPOWODOWANEJ EKSTREMALNYMI ZJAWISKAMI POGODOWYMI, CO PRZEŁOŻYŁO SIĘ NA RELATYWNIE NISKI POZIOM PRZERW W DOSTAWACH ENERGII.

W 2024 roku w skala awaryjności różniła się wśród operatorów. Enea Operator nie zarejestrowała wzrostu awaryjności spowodowanej ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, co przełożyło się na relatywnie niski poziom przerw w dostawach energii. Łączna ilość energii niedostarczonej w wyniku przerw planowanych i nieplanowanych wyniosła ok. 4 800 MWh, z czego 3 800 MWh dotyczyło przerw nieplanowanych.

W przypadku Energa-Operator S.A. skala zakłóceń była wyraźnie większa. Gwałtowne zjawiska atmosferyczne odpowiadały za 57 przypadków wyłączeń. Spółka potwierdziła, że w ostatnich latach obserwuje wyraźny wzrost częstotliwości i intensywności anomalii pogodowych, które prowadzą do większej liczby rozległych awarii, w tym przerw o charakterze katastrofalnym. Trend ten wskazuje na narastające znaczenie odporności klimatycznej infrastruktury elektroenergetycznej oraz konieczność systemowego wzmocnienia mechanizmów

ODPORNÓŚĆ KLIMATYCZNA SIECI DYSTRYBUCYJNYCH STAJE SIĘ JEDNYM Z KLUCZOWYCH UWARUNKOWAŃ LOKALIZACYJNYCH DLA INWESTYCJI DATA CENTER.

minimalizowania skutków przerw w dostawach energii¹⁰⁹. Różnice między operatorami pokazują, że odporność klimatyczna sieci dystrybucyjnych staje się jednym z kluczowych uwarunkowań lokalizacyjnych dla inwestycji data center. Im większa dynamika anomalii pogodowych w danym regionie, tym większe ryzyko przerw nieplanowanych i konieczność budowy bardziej rozbudowanych systemów rezerwowych, co podnosi koszty operacyjne i projektowe.

Kluczowe wskaźniki jakości dostaw energii, to między innymi SAIDI (System Average Interruption Duration Index) i SAIFI (System Average Interruption Frequency Index):

- SAIDI określa średni łączny czas trwania przerw w zasilaniu przypadający na jednego odbiorcę w ciągu roku (min/odb.);
- SAIFI – średnią liczbę przerw w dostawie energii na odbiorcę (liczba/rok). Niższe wartości obu wskaźników oznaczają wyższą niezawodność sieci dystrybucyjnej.

Dane dotyczące wskaźników ciągłości zasilania za rok 2023 oraz 2024 na podstawie danych operatorów dla oddziału terenowego Szczecin przedstawiono poniżej.

Tabela 13. SAID i SAIF dla OT Szczecin, rok 2023/2024.

rok	SAIDI [min/odb.]			SAIFI [szt./odb.]			MAIFI [szt./odb.]
	nieplano- wane bez katastrof naturalnych	nieplano- wane z katastro- fami natu- ralnymi	planowane	nieplano- wane bez katastrof naturalnych	nieplano- wane z katastro- fami natu- ralnymi	planowane	
2023 r.	3 433,68	3 803,96	18 902,57	2,38	2,38	1,40	5,42
2024 r.	1 524,58	0,00	20 256,80	4,26	0,00	1,22	0,13
2023–2024 średnio- roczny	2 479,13	1 901,98	19 579,69	3,32	1,19	1,31	2,78

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE.

Oddział terenowy Szczecin odnotował w latach 2023–2024 stabilną pracę sieci elektroenergetycznych, przy braku poważnych lub długotrwałych przerw w dostawach energii, poza jednym zdarzeniem przekraczającym 24 godziny. W analizowanym okresie nie zgłoszono skarg odbiorców, ani nie zaistniały okoliczności wymagające interwencji Prezesa URE. Łącznie wystąpiło 375 przerw o sumarycznym czasie 929 godzin, przy czym większość stanowiły przerwy planowane (60,8 proc.). Głównymi przyczynami zdarzeń były zwarcia oraz uszkodzenia mechaniczne infrastruktury spowodowane ingerencją podmiotów trzecich, a także awarie po stronie operatorów nadrzędnych. Pojedynczy przypadek dotyczył pogorszenia stanu izolacji kabla. Wskaźniki ciągłości zasilania (SAIDI, SAIFI, MAIFI) wykazały poprawę rok do roku, co potwierdza wzrost poziomu niezawodności sieci na obszarze działania OT Szczecin¹¹⁰.

**WSKAŹNIKI CIĄGŁOŚCI
ZASILANIA (SAIDI, SAIFI,
MAIFI) WYKAZAŁY
POPRAWĘ ROK DO ROKU,
CO POTWIERDZA WZROST
POZIOMU NIEZAWODNOŚCI
SIECI NA OBSZARZE DZIAŁANIA
OT SZCZECIN.**

Z perspektywy lokalizacji centrów danych oznacza to, że w analizowanym okresie nie wystąpiły sygnały wskazujące na strukturalne problemy z niezawodnością dostaw energii. Informacje te nie przesądzają o pełnej ocenie ryzyka, lecz wskazują, że w badanym czasie funkcjonowanie sieci w regionie pozostawało stabilne.

7.3.2. INWESTYCJE INFRASTRUKTURALNE PODNOSZĄCE ODPORNOŚĆ REGIONU

W ocenie uwarunkowań lokalizacyjnych centrów danych kluczowe znaczenie ma stopień rozwoju i modernizacji infrastruktury elektroenergetycznej w regionie. Informacje o projektach będących w fazie realizacji umożliwiają określenie, w jakim zakresie sieć przesyłowa i dystrybucyjna będzie wzmocniana w najbliższych latach oraz jak mogą kształtować się możliwości przyłączeniowe dla nowych, energochłonnych inwestycji. Dane te pozwalają także ocenić, w jakim otoczeniu technicznym funkcjonować będzie potencjalna infrastruktura wymagająca wysokiej niezawodności.

Lista projektów będących w fazie realizacji w 2024 roku obejmuje szereg działań na obszarze województwa zachodniopomorskiego oraz w jego bezpośrednim otoczeniu, koncentrujących się wokół kluczowych węzłów sieciowych: Krajnik, Dunowo, Morzyczyn i Żydowo Kierzkowo. Projekty te dotyczą m.in. rozbudowy i modernizacji stacji 400/220/110 kV, przebudowy rozdzielni 400 kV, instalacji nowych transformatorów oraz budowy odcinków linii 400 kV wzmocniających połączenia międzyregionalne (np. Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina). W ramach prac przewidziano również modernizację istniejących linii 220 kV i 400 kV oraz dostosowanie infrastruktury do przyłączy nowych źródeł wytwórczych i odbiorców. Zestawienie to odzwierciedla zakres modernizacji planowanych i prowadzonych przez operatora, mających na celu zwiększenie przepustowości, elastyczności i odporności północno-zachodniej części krajowego systemu elektroenergetycznego, jednak nie przesądza o ich zakończeniu ani terminach oddania do eksploatacji.

W województwie zachodniopomorskim planowana jest budowa dużego magazynu energii w Nowym Czarnowie (gm. Gryfino) o mocy do 400 MW i pojemności 800 MWh. Inwestycja realizowana przez PGE Energia Odnawialna ma być jednym z największych magazynów energii w Europie (PGE Energia Odnawialna, 2024)¹¹¹. naczenie tego projektu jest podwójne: z jednej strony stanowi element buforowy systemu w przypadku nagłego spadku generacji, z drugiej – może być użyty do wsparcia odbudowy zasilania po blackoutcie, poprzez pracę wyspą i stabilizację napięcia w węźle Dolna Odra.

Działania te zwiększają gotowość operacyjną i umożliwiają szybkie reagowanie w sytuacjach awaryjnych. Istotnym elementem planu jest również rozwój Centrum Zarządzania Kryzysowego ENEA, odpowiedzialnego za koordynację reakcji w czasie rzeczywistym oraz współpracę z PSE i samorządami w zakresie odbudowy zasilania po awarii¹¹².



Analiza potwierdza, że województwo zachodniopomorskie funkcjonuje w warunkach podwyższonej wrażliwości na zdarzenia pogodowe oraz obciążenia systemowe, wynikającej z nadmorskiego położenia, dużego udziału OZE oraz roli regionu jako korytarza przesyłowego północnej Polski. Monitoring przerw w dostawach energii za lata 2023–2024 pokazuje,

że na obszarze Oddziału Terenowego Szczecin nie występowały długotrwałe przerwy strukturalne, a wskaźniki SAIDI, SAIFI i MAIFI uległy poprawie. Przerwy wynikały głównie z incydentów technicznych oraz ingerencji podmiotów trzecich, co potwierdza, że obserwowane zdarzenia nie miały charakteru systemowej destabilizacji. Równolegle funkcjonują formalne ramy zarządzania kryzysowego. Dokumenty regionalne wskazują wysoki poziom przygotowania formalnego, przy jednoczesnej potrzebie dalszej integracji operacyjno-technicznej.

Zestawienie projektów w realizacji potwierdza, że północno-zachodnia część kraju znajduje się w fazie intensywnej modernizacji infrastruktury 400/220/110 kV, co wzmacnia odporność systemu i zwiększa potencjał przyłączeniowy w perspektywie średnioterminowej. Region znajduje się w procesie wzmacniania swojej odporności elektroenergetycznej, a obserwowane parametry niezawodności potwierdzają stabilne działanie sieci w badanym okresie, przy równoczesnym utrzymaniu świadomości ryzyk wynikających ze struktury systemu i zmian klimatycznych.



08

TECHNOLOGIE I POTENCJAŁ, A KOSZT PRZECHOWYWANIA DANYCH



8.1. KOSZTY PRZECHOWYWANIA DANYCH W CENTRACH DANYCH

Koszty związane z budową i utrzymaniem centrów danych stanowią jeden z kluczowych czynników warunkujących opłacalność inwestycji oraz ich odporność w długim horyzoncie czasowym. W niniejszym rozdziale przedstawiono strukturę tych kosztów oraz czynniki je kształtujące. Zaprezentowano również przegląd cen energii oraz technologii chłodzenia, które mogą wpływać na obniżenie kosztów operacyjnych i poprawę efektywności energetycznej centrów danych.

Struktura kosztów obejmuje trzy główne kategorie: koszty kapitałowe (CAPEX), koszty operacyjne (OPEX) oraz koszty pośrednie i ryzyka systemowe. Koszty kapitałowe (CAPEX), to nakłady inwestycyjne obejmują wszystkie elementy niezbędne do uruchomienia i rozbudowy infrastruktury centrum danych. Do głównych składników należą: zakup gruntów, prace budowlane, systemy zasilania i klimatyzacji precyzyjnej, zabezpieczenia przeciwpożarowe i fizyczne, okablowanie strukturalne oraz sprzęt IT. W raportowanych przypadkach szczególnie wysokie koszty dotyczą systemów zasilania awaryjnego (transformatory dużej mocy, generatory) oraz chłodzenia. W małych i średnich serwerowniach inwestycje te są nieproporcjonalnie wysokie względem skali działalności, co ogranicza efektywność ekonomiczną. Etapowa rozbudowa obiektów, mimo elastyczności, generuje dodatkowe ryzyka inwestycyjne i operacyjne. Z tego względu firmy coraz częściej rezygnują z samodzielnych inwestycji na rzecz modeli usługowych.

Do kosztów pośrednich zaliczają się czynniki zewnętrzne, wpływające na całkowity koszt posiadania (TCO) i długoterminową stabilność inwestycji. Należą do nich: ryzyka energetyczne i infrastrukturalne (przebiegi, przerwy w dostawach prądu), regulacyjne i środowiskowe (m.in. wynikające z dyrektyw EED, CSRD, DORA i NIS2), a także makroekonomiczne (inflacja, kursy walut), czy niestabilność geopolityczna.

W strukturze OPEX dominują koszty energii elektrycznej i chłodzenia. Infrastruktura cyfrowa, obejmująca centra danych, sieci przesyłowe i urządzenia końcowe, stała się jednym z kluczowych odbiorców energii elektrycznej na świecie. Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej centra danych zużyły w 2022 roku 230–340 TWh energii elektrycznej, co stanowiło 1–1,3% globalnego zapotrzebowania. W Unii Europejskiej zużycie wyniosło ok. 100 TWh (4% całkowitej konsumpcji) i ma wzrosnąć do 150 TWh do 2026 roku. W Polsce moc centrów danych osiągnęła w 2023 roku 173 MW, a do 2030 roku prognozuje się jej wzrost do co najmniej 500 MW. Zgodnie z „Planem Rozwoju PSE 2025–2034” krajowe zużycie energii przez centra danych sięgnie 9,3 TWh, czyli ok. 4,5% całkowitej konsumpcji. Energia stanowi obecnie największy składnik kosztów operacyjnych - odpowiada za 46–60% wydatków, a globalne zużycie energii w centrach danych może do 2028 roku wzrosnąć ponad dwukrotnie, osiągając 857 TWh.

Rosnące ceny energii i obciążenie systemów przez rozwój sztucznej inteligencji sprawiają, że poprawa efektywności - obniżenie PUE - staje się kluczowym czynnikiem utrzymania rentowności operacyjnej. Ich udział systematycznie rośnie w wyniku zwiększonego zużycia energii związanego z rozwojem sztucznej inteligencji, ociepleniem klimatu oraz ograniczeniami produkcji energii podczas suszy. Rosnące ceny energii wymuszają inwestycje w poprawę efektywności energetycznej, automatyzację procesów i wykorzystywanie energii odnawialnej. Nowe obiekty w Polsce osiągają PUE na poziomie 1,1–1,3¹¹³. Oprócz energii do kosztów operacyjnych zaliczają się wydatki na serwis infrastruktury technicznej, personel 24/7, utrzymanie sieci, ochronę fizyczną oraz spełnianie regulacji środowiskowych i podatkowych. Na tle krajowym województwo

zachodniopomorskie charakteryzuje się relatywnie korzystnymi warunkami dla projektów energochłonnych, ze względu na wysoki udział OZE, a także warunki klimatyczne wspierające rozwijanie energooszczędnych systemów chłodzenia.

Warto również zwrócić uwagę na potencjał technologii, które nie decyduje dziś o efektywności energetycznej centrów danych, ale są wskazywane, jako istotny kierunek rozwoju w przyszłości. W badaniu delfickim eksperci wśród czynników kształtujących rynek data center wskazywali możliwość poboru energii z reaktorów jądrowych, w tym małych reaktorów modułowych SMR (3,82). Są to reaktory o obniżonej mocy jednostkowej (najczęściej do około 300 MWe), projektowanych w formie modułów wytwarzanych fabrycznie, przystosowanych do transportu i montażu na miejscu inwestycji. Ich konstrukcja zakłada zastosowanie pasywnych systemów bezpieczeństwa oraz możliwość pracy bliżej odbiorców przemysłowych. Technologia SMR znajduje się obecnie na etapie rozwoju i wdrożeń demonstracyjnych; w Europie nie osiągnięto jeszcze etapu pełnej komercyjnej eksploatacji. Trwają procesy licencyjne oraz przygotowania do budowy pierwszych instalacji pilotażowych. Reaktory SMR są analizowane jako potencjalne przyszłe źródło stabilnej i niskoemisyjnej energii dla przemysłu.

W przypadku województwa zachodniopomorskiego ocena konkurencyjności kosztowej musi uwzględniać zarówno strukturę krajowego rynku energii, jak i regionalne uwarunkowania infrastrukturalne, oraz potencjał wykorzystania odnawialnych źródeł energii. W tej perspektywie koszty CAPEX i OPEX nie są wyłącznie kategorią finansową, lecz elementem długoterminowej stabilności inwestycyjnej.

8.2. KOSZT I STABILNOŚĆ CEN ENERGII

W kontekście centrów danych koszt energii stanowi główny składnik wydatków operacyjnych i jeden z najważniejszych czynników wpływających na długoterminową stabilność inwestycyjną. Z tego względu kluczowe znaczenie ma analiza poziomu cen energii elektrycznej w Polsce oraz ich zmienności w czasie, określającej skalę ryzyka kosztowego dla odbiorców energochłonnych. W niniejszym podrozdziale przedstawiono aktualne uwarunkowania cenowe na krajowym rynku energii, dynamikę zmian wynikającą z transformacji oraz czynniki strukturalne wpływające na koszty w kolejnych latach.

Centra danych w Polsce kupują energię na rynku zazwyczaj w kontraktach hurtowych z dużymi sprzedawcami energii, poprzez umowy PPA (Power Purchase Agreement) z farmami OZE lub jako mieszankę energii konwencjonalnej i odnawialnej z gwarancjami pochodzenia. Umowy PPA to długoterminowe kontrakty zawierane bezpośrednio między odbiorcą a wytwórcą energii, najczęściej z odnawialnych źródeł. Pozwalają one na zakup energii po ustalonej cenie przez kilka lub kilkanaście lat, co ogranicza ryzyko wahań rynkowych i stabilizuje koszty operacyjne centrów danych. W praktyce oznacza to, że operatorzy mogą korzystać z energii pochodzącej z konkretnych instalacji fotowoltaicznych lub wiatrowych, wspierając jednocześnie rozwój zielonej energetyki

**WOJEWÓDZTWO
ZACHODNIOPOMORSKIE POSIADA
ISTOTNY DŁUGOTERMINOWY
ATUT W KONTEKŚCIE OBIEKTÓW
CENTRÓW DANYCH, PONIEWAŻ
WYSOKI POZIOM GENERACJI Z OZE
MOŻE SPRZYJAĆ BUDOWANIU
MODELI KOSZTOWYCH OPARTYCH
NA ENERGII ODNAWIALNEJ.**

w kraju. W Polsce rośnie liczba tego typu kontraktów, zarówno w modelu fizycznym (dostawa energii przez sieć), jak i finansowym (rozliczenie oparte na różnicy cen rynkowych), co zwiększa dostępność zielonej energii dla dużych odbiorców. Województwo zachodniopomorskie posiada istotny długoterminowy atut w kontekście projektów centrów danych, ponieważ wysoki poziom generacji z OZE może sprzyjać budowaniu modeli kosztowych opartych na energii odnawialnej.

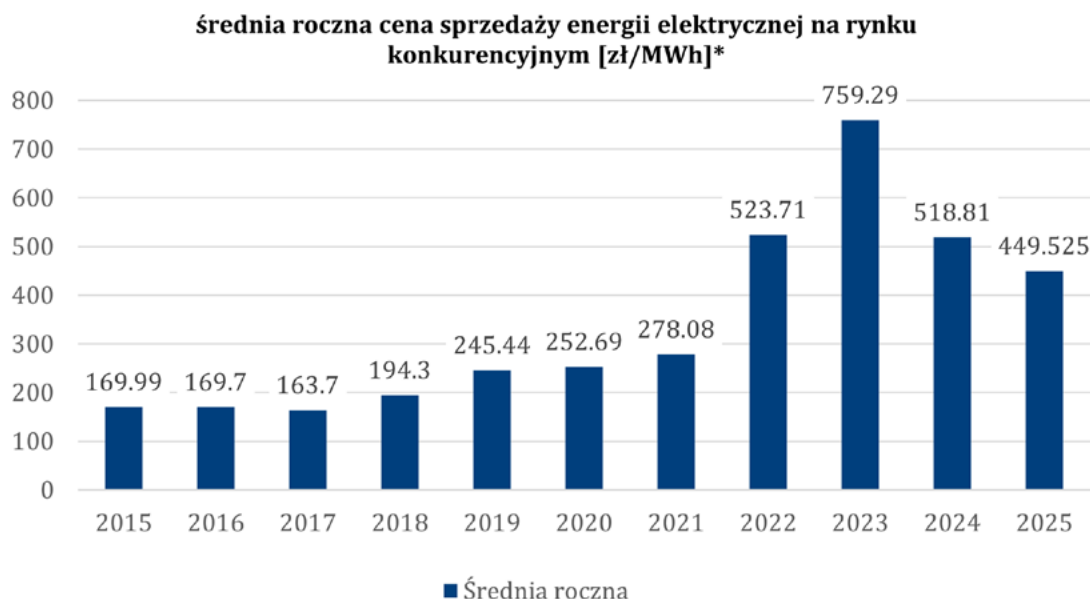
W 2024 r. produkcja energii elektrycznej brutto w Polsce wzrosła o 2,1% w porównaniu z 2023 r. i wyniosła 166,99 TWh, natomiast zużycie krajowe wzrosło o 0,9% (do 168,96 TWh). Struktura wytwarzania uległa dalszemu przeobrażeniu – udział OZE osiągnął rekordowy poziom 25,3% (wzrost o 3,8 p.p. r/r), co oznacza, że co czwarta megawatogodzina energii w Polsce pochodziła z odnawialnych źródeł, głównie z fotowoltaiki i energetyki wiatrowej. W 2024 r. utrzymał się trend dekoncentracji sektora wytwarzania energii, co potwierdzają trzy kluczowe parametry:

- udział trzech największych grup kapitałowych (PGE, Enea, Orlen) w energii wprowadzonej do sieci spadł do 58,2% (-3,2 p.p. r/r),
- wskaźnik HHI (koncentracja) spadł o 9,3% dla wolumenu energii i o 6,3% dla mocy zainstalowanej,
- udział niezależnych producentów i mniejszych wytwórców OZE w miksie wytwórczym rośnie¹¹⁴.

Dekoncentracja w sektorze oznacza większą konkurencyjność rynku hurtowego, co przekłada się na bardziej elastyczne warunki kontraktowe dla dużych odbiorców przemysłowych (takich jak operatorzy DC) oraz lepszą dostępność umów PPA i OTC.

Moc zainstalowana w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) wzrosła o 6,5%, a moc osiągalna o 7,8% r/r, co w praktyce oznacza poprawę bezpieczeństwa energetycznego i dostępności mocy w szczytach zapotrzebowania, a tym samym większą stabilność systemową i niższe ryzyko przerw w dostawach energii w perspektywie średnioterminowej. Dla oceny kosztów operacyjnych przyjęto dane Prezesa URE dotyczące średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym, stanowiącej odniesienie dla kontraktów przemysłowych.





Wykres 10. Średnia roczna cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energetyka 2024. Informacja Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki o stanie rynku energii elektrycznej w Polsce w 2024 roku.

W 2024 roku średnia cena wyniosła 518,81 zł/MWh, a w I półroczu 2025 roku spadła do ok. 450 zł/MWh. W latach 2015–2023 średnia roczna cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym w Polsce wzrosła z 169,99 zł/MWh do 759,29 zł/MWh, co oznacza ponad czterokrotny wzrost w ciągu sześciu lat. Po gwałtownych wzrostach w latach 2021–2023, w 2024 roku nastąpiła stabilizacja i umiarkowany spadek cen energii:

- średnia roczna cena sprzedaży energii na rynku konkurencyjnym: 518,81 zł/MWh (spadek o 31,7% względem 2023 r.),
- średnia cena na rynku dnia następnego (RDN, SPOT): 424,94 zł/MWh (spadek o 108,67 zł względem 2023 r.),
- kontrakty terminowe BASE_Y-25: 530,00 zł/MWh (vs. 642,19 zł/MWh rok wcześniej).

Ceny te świadczą o powrocie do poziomów sprzed kryzysu energetycznego, co znacząco poprawia konkurencyjność Polski w stosunku do państw zachodnioeuropejskich¹¹⁵. Spadek cen dla dużych odbiorców (grupa A) wyniósł 30,3%. Przy wzroście opłat dystrybucyjnych o 7,1% oznaczało to realny spadek kosztu energii z dostawą o 25,9%. Dla centrów danych (zasilanie w grupie A) oznacza to realny spadek kosztów całkowitych energii o ok. 25%, co czyni Polskę konkurencyjnym rynkiem w regionie CEE w 2024 r.

**SPADEK CEN DLA
DUŻYCH ODBIORCÓW
(GRUPA A) WYNIÓSŁ
30,3%. PRZY
WZROŚCIE OPŁAT
DYSTRYBUCYJNYCH
O 7,1% OZNACZAŁO
TO REALNY SPADEK
KOSZTU ENERGII
Z DOSTAWĄ O
25,9%.**

Na koniec 2024 r. funkcjonowało w Polsce ponad 1,54 mln mikroinstalacji o łącznej mocy 12,7 GW, z czego 12,0 GW stanowiły instalacje prosumenckie. Produkcja energii z mikroinstalacji wprowadzona do sieci wyniosła 8,5 TWh (+17% r/r). Choć tempo przyrostu nowych instalacji maleje (z 41% w 2022 r. do 10% w 2024 r.), rynek ten stabilizuje się, co świadczy o dojrzałości segmentu rozproszonego OZE.

Całkowity wolumen obrotu energią elektryczną na Towarowej Giełdzie Energii (TGE) w 2024 roku wyniósł 131,7 TWh (–10,7% r/r), a wolumen transakcji fizycznych – 125,0 TWh, co stanowi 74,8% krajowej produkcji energii elektrycznej. Rynek terminowy (RTPE/OTF) pozostaje kluczowym segmentem handlu – osiągnął 81,98 TWh obrotu, z czego kontrakty roczne typu BASELOAD (BASE_Y-24 i BASE_Y-25), obejmujące całodobowe dostawy energii na lata 2024 i 2025, stanowiły niemal połowę wolumenu (45,7%). Wolumen rynku OTC (Over the Counter) wyniósł 19,9 TWh (+0,5% r/r), utrzymując znaczenie dla długoterminowych kontraktów bilateralnych.



Analiza cen energii i struktury rynku w Polsce wskazuje, że w 2024 roku nastąpiła stabilizacja kosztów energii elektrycznej po okresie silnej zmienności z lat 2021–2023. Spadek średniej ceny sprzedaży energii na rynku konkurencyjnym oraz obniżenie notowań kontraktów terminowych (BASE_Y-25) potwierdzają powrót cen do poziomów obserwowanych przed kryzysem energetycznym. Rosnący udział źródeł odnawialnych i postępująca dekoncentracja sektora wytwarzania zwiększają różnorodność podmiotów aktywnych na rynku hurtowym, co przekłada się na szerszy wachlarz możliwych strategii zakupowych, w tym umów PPA. W województwie zachodniopomorskim, należącym do regionów o najwyższym udziale OZE, wysoki poziom generacji odnawialnej stanowi istotny element lokalnego kontekstu energetycznego dla odbiorców przemysłowych. Jednocześnie system energetyczny pozostaje w fazie transformacji, co oznacza utrzymujące się ryzyka regulacyjne i infrastrukturalne typowe dla rynków przechodzących proces modernizacji.

8.3. SYSTEMY CHŁODZENIA W CENTRACH DANYCH, A POTENCJAŁ WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO

Energia w centrum danych zużywana jest przede wszystkim przez sprzęt IT, systemy chłodzenia, instalacje elektryczne oraz infrastrukturę pomocniczą. Spośród nich system chłodzenia stanowi drugi co do wielkości składnik zużycia energii, odpowiadając średnio za około 40% całkowitego zapotrzebowania, utrzymując temperaturę pracy w wymaganym zakresie. Wzrost kosztów chłodzenia infrastruktury serwerowej w centrach danych jest czwartym najważniejszym czynnikiem według ekspertów, ustępując tylko aspektom energetycznym. Jego siła wpływu została określona na poziomie 4,08 w 5-stopniowej skali. Z kolei wzrost efektywności energetycznej (spadek wskaźnika PUE) dzięki wdrażaniu nowych technologii chłodzenia i zarządzania energią jest 6 w rankingu z oceną wpływu na poziomie 3,92.

Podstawowym globalnym wskaźnikiem efektywności energetycznej centrów danych jest PUE (Power Usage Effectiveness), określający stosunek całkowitego zużycia energii do energii zużytej przez sprzęt IT. Im niższa wartość PUE, tym wyższa efektywność energetyczna obiektu. Uzupełnia go ESR (Energy-Saving Rate), który mierzy udział energii zaoszczędzonej dzięki optymalizacji systemu chłodzenia w stosunku do energii zużywanej przez system pierwotny. Dodatkowo stosuje się wskaźniki środowiskowe – WUE (Water Usage Effectiveness), określający zużycie wody w przeliczeniu na energię IT, oraz CUE (Carbon Usage Effectiveness), mierzący emisję gazów cieplarnianych w relacji do zużycia energii IT.

Planowanie lokalizacji obejmuje wybór miejsca, układu oraz kształtu zabudowy. Lokalizacja bezpośrednio wpływa na efektywność energetyczną i zapotrzebowanie na chłodzenie, szczególnie w nowoczesnych obiektach o niskim PUE. Preferowane są miejsca oferujące naturalne źródła chłodu, takie jak chłodne powietrze, wody gruntowe, jeziora, morze czy jaskinie. Wybór takiego środowiska pozwala ograniczyć pracę systemów mechanicznych i zmniejszyć koszty eksploatacji¹¹⁶. W opracowaniu Senhong Cai i Zhonghua Gou (2024), *Towards energy-efficient data centers* zaprezentowano globalne przykłady centrów danych o najwyższej efektywności. W analizowanych obiektach wartości PUE spadały poniżej 1,2, a rekordowa wartość wyniosła 1,02 (centrum danych BitFury w Tbilisi). Większość wskazanych w zestawieniu obiektów stosuje strategię chłodzenia aktywnego z wykorzystaniem technologii free cooling. Jednocześnie autorzy podkreślają, że skuteczność tego podejścia jest ściśle uzależniona od warunków środowiskowych lokalizacji.

W projektowaniu budynków stosuje się dwie uzupełniające się strategie – pasywną (PD) i aktywną (AD). W centrach danych działają one komplementarnie - rozwiązania aktywne wykorzystują urządzenia zużywające energię, natomiast pasywne poprawiają wydajność układu bez dodatkowego poboru energii. Podejścia pasywne ograniczają wykorzystanie napędów mechanicznych, zmniejszając tym samym ślad środowiskowy¹¹⁷. Województwo zachodniopomorskie może być potencjalnie atrakcyjnym regionem

**WOJEWÓDZTWO
ZACHODNIOPOMORSKIE
MOŻE BYĆ ATRAKCYJNYM
REGIONEM DO LOKALIZACJI
DATA CENTER ZE WZGLĘDU
NA POTENCJAŁ DO WDROŻENIA
STRATEGII CHŁODZENIA
AKTYWNEGO (ZARÓWNO
CHŁODZENIA POWIETRZEM, JAK
I CHŁODZENIA WODĄ), KTÓRE
MOŻE ISTOTNIE OBNIŻYĆ KOSZT
ENERGII.**

do lokalizacji data center ze względu na potencjał do wdrożenia strategii chłodzenia aktywnego (zarówno chłodzenia powietrzem, jak i chłodzenia wodą), które może istotnie obniżyć koszt energii. Z tego względu w analizie uwzględniono technologie, które umożliwiają ograniczenie energochłonności systemów chłodzenia, a tym samym mogą wpływać na całkowity koszt energii w obiektach data center.

AIR-SIDE FREE COOLING (FREE COOLING POWIETRZNY)

Chłodzenie swobodne (free cooling) wykorzystuje naturalne warunki środowiskowe jako medium chłodzące w sytuacjach, gdy temperatura otoczenia jest wystarczająco niska. Skuteczność tego rozwiązania zależy od temperatury i wilgotności powietrza zewnętrznego. W systemach bezpośrednich (direct free cooling) – najczęściej stosowanych i najtańszych – wymagane jest utrzymanie wysokiej jakości powietrza, w tym odpowiedniego poziomu wilgotności i czystości¹¹⁸.

WATER-SIDE FREE COOLING (FREE COOLING WODNY)

System water-side free cooling uznawany jest za rozwiązanie skuteczne, ekonomiczne i niskoemisyjne, dlatego znajduje szerokie zastosowanie w nowoczesnych centrach danych. Zastosowanie modelu optymalizacji opartego na danych operacyjnych umożliwia redukcję zużycia energii nawet o 21%, szczególnie w regionach bogatych w zasoby wodne, w pobliżu rzek, jezior czy morza¹¹⁹. W odróżnieniu od systemów powietrznych, chłodzenie wodne nie wymaga spełnienia wymagań dotyczących jakości powietrza, ale wymaga stabilnego dostępu do wody technologicznej, co czyni je bardziej odpowiednim dla stref chłodnych i bardzo chłodnych. Granica między chłodzeniem bezpośrednim a pośrednim jest w praktyce płynna – na przykład system wieży chłodniczej może być przekształcony w układ chłodzenia bezpośredniego, wykorzystujący naturalnie chłodną wodę.

Na uwagę zasługują również eksperymentalne i pilotażowe modele chłodzenia wykorzystujące wodę morską jako naturalne medium odbierające ciepło. Rozwiązania tego typu są testowane w wybranych lokalizacjach na świecie, głównie w regionach o stabilnych warunkach termicznych. Przykładem jest centrum danych Hamina Data Center (Finlandia), w którym zimna woda z Zatoki Fińskiej wykorzystywana jest do chłodzenia infrastruktury obliczeniowej. Natomiast projekt Natick firmy Microsoft miał na celu ocenę wykonalności rozmieszczania podwodnych modułów obliczeniowych zasilanych energią odnawialną. W drugiej fazie projektu zainstalowano pełnowymiarowy moduł Northern Isles na dnie Morza Północnego, zasilany energią wiatrową, słoneczną i pływową. Projekt potwierdził, że infrastruktura obliczeniowa może funkcjonować pod wodą w warunkach wysokiej stabilności termicznej, a środowisko morskie zapewnia naturalne warunki chłodzenia. Jednocześnie pozostaje to rozwiązanie w fazie badań i nie jest stosowane komercyjnie. Mimo pilotażowego charakteru projektu, eksperyment wskazuje kierunki poszukiwań niskoemisyjnych metod chłodzenia, w których parametry hydrologiczne danego regionu mogą stanowić jeden z czynników wspierających rozwój nowych koncepcji infrastruktury obliczeniowej.

8.3.1. POTENCJAŁ KLIMATYCZNY REGIONU DLA SYSTEMÓW FREE COOLING

Województwo zachodniopomorskie ma wysoki potencjał dla wdrażania systemów chłodzenia opartych na technologiach free cooling. Parametry klimatyczne obliczone na podstawie danych ze stacji lotniczej Solidarity Szczecin–Goleniów Airport (EPSC), obejmujące średnie wartości temperatur, wilgotności i prędkości wiatru w latach 2021–2025 obejmują¹²⁰:

- średnie maksima miesięczne: styczeń 4,0°C → sierpień 23,9°C;
- średnia roczna maks. 14,2°C;
- średnie minima miesięczne: styczeń –1,8°C → sierpień 13,0°C;
- średnia roczna min. 5,7°C;
- liczba dni ciepłych/zimnych:
 - $\geq 20^{\circ}\text{C}$: 94 dni (25,8% roku) → $< 20^{\circ}\text{C}$: 271 dni (74,2% roku);
 - $\geq 25^{\circ}\text{C}$: 28 dni (7,7% roku);
 - $\geq 30^{\circ}\text{C}$: 4 dni (1,1% roku);
 - $\leq 0^{\circ}\text{C}$: 51 dni (14,0% roku);
- zmienność roczna $\geq 20^{\circ}\text{C}$: 90–118 dni w latach 2021–2025;
- okno $< 20^{\circ}\text{C}$: 247–275 dni/rok;
- wilgotność względna: średnio 78%; zimą bardzo wysoka (88–91%), latem umiarkowanie wysoka (ok. 72–74%).

Pomorze Zachodnie oferuje długie „okno chłodu” (temperatury poniżej 20°C przez ok. 247–275 dni w roku w ostatnich latach), jednak należy zwrócić uwagę na parametry wilgotnościowe oraz okresowe epizody mrozu. Niski udział dni bardzo gorących oraz umiarkowane amplitudy temperatur sprzyjają stabilnej pracy instalacji chłodniczych, pod warunkiem właściwego projektowania kontroli wilgotności i zabezpieczeń przeciwołobodzeniowych. W takich warunkach klimatycznych często stosowane są rozwiązania pośrednie i hybrydowe, oparte na wymiennikach powietrze–powietrze lub powietrze–ciecz.

8.3.2. ZASOBY WODNE I POTENCJAŁ CHŁODZENIA WODNEGO

ZAPOTRZEBOWANIE NA WODĘ JEST JEDNYM Z KLUCZOWYCH PARAMETRÓW, PONIEWAŻ SYSTEMY CHŁODZENIA WYMAGAJĄ DUŻYCH, STAŁYCH WOLUMENÓW DO UTRZYMANIA CIĄGŁOŚCI PRACY INFRASTRUKTURY.

Zapotrzebowanie na wodę jest jednym z kluczowych parametrów, ponieważ systemy chłodzenia wymagają dużych, stałych wolumenów do utrzymania ciągłości pracy infrastruktury. Średniej wielkości obiekt może zużywać około 416 mln litrów wody rocznie, natomiast najwięksi operatorzy potrzebują nawet 19 mln litrów dziennie, co odpowiada zapotrzebowaniu populacji rzędu 10–50 tysięcy mieszkańców. W zależności od zastosowanej technologii chłodzenia woda jest wykorzystywana w różnych konfiguracjach: wieże chłodnicze z obiegiem

otwartym wymagają stałego dopływu, a wieże parowe są w stanie odprowadzać ciepło na poziomie 7–8 MW przy przepływach rzędu 19 tys. litrów na minutę. Pojedynczy obiekt Data Center potrzebuje zatem wielu takich jednostek, aby zapewnić odpowiednią wydajność eksploatacyjną¹²¹.

Głównym źródłem zaopatrzenia centrów danych w wodę pozostają sieci komunalne, z których pobierana jest przede wszystkim woda pitna wykorzystywana w systemach chłodzenia. Bliskość zakładów oczyszczania ścieków stanowi dodatkową przewagę operacyjną, ponieważ oferuje dostęp do infrastruktury umożliwiającej recyrkulację oraz zwiększa redundancję systemów zaopatrzenia w wodę.

Region wykazuje więc znaczne zasoby wodne – zarówno powierzchniowe, jak i podziemne. Rozbudowana sieć hydrograficzna, obecność Zalewu Szczecińskiego, licznych jezior pojeziernych i dostęp do wód gruntowych tworzą dogodne warunki dla systemów chłodzenia wodnego (water-side free cooling). W zakresie zasobów podziemnych, na terenie województwa zidentyfikowano 11 głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP), z których dziewięć ma powierzchnię przekraczającą 100 km². Znajdują się tu również złoża wód termalnych i leczniczych – łącznie 10 złóż o eksploatacyjnych zasobach 894,47 m³/h, co stanowi ponad 21% krajowego poboru tych wód. Monitoring wód podziemnych w 2019–2020 roku wskazał, że większość punktów badawczych charakteryzowała się wodami zadowalającej lub dobrej jakości, przy pojedynczych przypadkach wód złej jakości¹²².

Monitoring wód podziemnych wskazuje, że ogólny stan chemiczny zasobów w regionie pozostaje dobry, z wyjątkiem lokalnych obszarów zanieczyszczenia azotanami pochodzenia rolniczego. W 2024 roku przekroczenia wartości granicznych odnotowano jedynie w punkcie pomiarowym w Reńsku, w pobliżu zlewni rzeki Płonia, gdzie stężenie azotanów wyniosło 150,77 mg NO₃/l w okresie wiosennym¹²³. Wynik ten potwierdza wpływ rolnictwa na lokalne zasoby wód podziemnych i wskazuje na konieczność ostrożnego planowania inwestycji chłodniczych w pobliżu terenów rolnych oraz w rejonie jeziora Miedwie, kluczowego źródła wody pitnej dla Szczecina. Stan jakościowy wielu wód powierzchniowych pozostaje niezadowalający. Wody przybrzeżne i przejściowe, w tym Zalew Szczeciński i Zatoka Pomorska, także oceniono jako będące w złym stanie, głównie z powodu eutrofizacji spowodowanej dopływem biogenów z rzek, zwłaszcza Odry.

Wykorzystanie zasobów wodnych wymaga bilansowania poboru wód i ochrony głównych zbiorników wód podziemnych, zwłaszcza w rejonie Koszalina, Świdwina i Szczecina. Warto mieć na względzie, że stan środowiska wodnego w regionie – zarówno wód powierzchniowych, morskich, jak i podziemnych – stanowi istotny kontekst dla planowania i eksploatacji systemów chłodzenia w sektorze przemysłowym i energetycznym. W dorzeczu Odry oraz w wodach przybrzeżnych Bałtyku utrzymują się podwyższone stężenia biogenów, zwłaszcza azotu i fosforu, co sprzyja eutrofizacji i wymusza ograniczanie zrzutów podgrzanych wód¹²⁴.

**ROZBUDOWANA SIEĆ
HYDROGRAFICZNA,
OBECNOŚĆ ZALEWU
SZCZECIŃSKIEGO,
LICZNYCH JEZIOR
POJEZIERNYCH I DOSTĘP
DO WÓD GRUNTOWYCH
MOGĄ TWORZYĆ DOGODNE
WARUNKI DLA SYSTEMÓW
CHŁODZENIA WODNEGO
(WATER-SIDE FREE
COOLING).**

8.3.3. INTEGRACJA CHŁODNICTWA Z ENERGETYKĄ I ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII

W kontekście rozwiązań obniżających energochłonność chłodzenia warto uwzględnić również powiązania systemów chłodzenia z lokalnymi zasobami energetycznymi i infrastrukturą wytwórczą. Umiarkowany poziom wytwarzania odpadów przemysłowych oraz rozwinięta infrastruktura odzysku energii w województwie zachodniopomorskim sprzyjają wdrażaniu systemów kogeneracyjnych i trójgeneracyjnych (CCHP).

Rozwiązania te umożliwiają jednoczesne wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu w jednym cyklu, zwiększając efektywność energetyczną i ograniczając straty przesyłowe.

Integracja systemów chłodzenia z odnawialnymi źródłami energii i magazynami energii stanowi kluczowy kierunek rozwoju regionu w kontekście transformacji branży. Szczególnie dogodne warunki do wdrażania rozwiązań opartych na synergii chłodzenia, wytwarzania energii i magazynowania występują w ośrodkach takich jak Gryfino i Dolna Odra. Rozwój nowoczesnych bloków gazowo-parowych oraz planowanych magazynów energii tworzy tam potencjał do zastosowania układów trójgeneracyjnych, łączących produkcję energii elektrycznej, ciepła i chłodu w sposób elastyczny i niskoemisyjny.

Ważnym kierunkiem jest również wykorzystanie lokalnych zasobów odnawialnych – energii wiatru i słońca – do zasilania systemów chłodzenia w modelach hybrydowych. Technologie chłodzenia mogą być zintegrowane z instalacjami fotowoltaicznymi, farmami wiatrowymi oraz magazynami ciepła lub chłodu, co sprzyja tworzeniu niskoemisyjnych centrów przemysłowych i obiektów infrastrukturalnych. W perspektywie średnioterminowej takie połączenie chłodnictwa i OZE może stanowić istotny element regionalnej strategii energetycznej, wzmacniając efektywność energetyczną, redukując emisje i zwiększając odporność systemu na wahania obciążenia sieci.

**INTEGRACJA SYSTEMÓW
CHŁODZENIA
Z ODNAWIALNYMI
ŹRÓDŁAMI ENERGII
I MAGAZYNAMI
ENERGII STANOWI
KLUCZOWY KIERUNEK
ROZWOJU REGIONU
W KONTEKŚCIE
TRANSFORMACJI
BRANŻY.**





Województwo zachodniopomorskie oferuje korzystne, potwierdzone parametry środowiskowe dla wdrażania energooszczędnych systemów chłodzenia w centrach danych, w szczególności technologii typu free cooling oraz rozwiązań hybrydowych. Najważniejszym elementem jest długie okno chłodu: w latach 2021–2025 temperatury poniżej 20°C występowały 247–275 dni w roku, co odpowiada 74,2% roku, przy jednocześnie niskim udziale dni bardzo gorących (średnio 4 dni $\geq 30^{\circ}\text{C}$ i 28 dni $\geq 25^{\circ}\text{C}$ rocznie). Parametry te umożliwiają szerokie stosowanie free coolingu powietrznego i hybrydowego, pod warunkiem właściwego zarządzania wysoką wilgotnością zimą.

Region charakteryzuje się także znaczącymi zasobami wodnymi, które mają bezpośrednie znaczenie dla wdrażania systemów water-side free cooling. Na jego obszarze zidentyfikowano 11 głównych zbiorników wód podziemnych, z czego dziewięć przekracza powierzchnię 100 km², a dodatkowo występuje 10 złóż wód termalnych i leczniczych o łącznych zasobach 894,47 m³/h (ponad 21% krajowego poboru). Jednocześnie monitoring ujawnia lokalne ryzyka, jak przekroczenie 150,77 mg NO₃/l w Reńsku, co wskazuje na konieczność ostrożnego planowania inwestycji chłodniczych w pobliżu terenów rolnych i kluczowych ujęć wody pitnej (np. Miedwie). Istotnym elementem są także roczne wolumeny zapotrzebowania na wodę przez centra danych - 416 mln litrów rocznie dla obiektu średniej skali oraz nawet 19 mln litrów dziennie dla największych operatorów.

Na tle przykładów globalnych technologii chłodzenia widać, że obecnie najbardziej efektywne obiekty (PUE < 1,2, rekord 1,02 w Tbilisi) osiągają wysoką efektywność dzięki aktywnym modelom chłodzenia powietrznego i wodnego, w tym free coolingu. Rozwiązania tego typu mogą być wspierane przez warunki regionu. Ponadto istnieje potencjał integracji chłodzenia z lokalną infrastrukturą energetyczną. Synergia ta wpisuje się w kierunek transformacji energetycznej i może zwiększać stabilność operacyjną obiektów wymagających dużej niezawodności dostaw energii i chłodu.

09

SPOŁECZNIE UKIERUNKOWANE PODEJŚCIE



9.1. ZACHODNIOPOMORSKIE PARTNERSTWO PUBLICZNO-PRYWATNE JAKO AKTYWATOR ROZWOJU DATA CENTER

PPP, czyli partnerstwo publiczno-prywatne, to forma współpracy między sektorem publicznym a prywatnym w celu realizacji zadań publicznych, np. budowy infrastruktury czy świadczenia usług. Charakteryzuje się wspólnym podziałem zadań i ryzyka, co pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie środków i specjalistycznej wiedzy. Model ten niesie za sobą również pewne wyzwania, takie jak złożoność prawna, wysokie koszty przygotowania projektu czy trudności w precyzyjnym podziale odpowiedzialności. Partnerstwo publiczno-prywatne (PPP) w kontekście Data Centers należy rozumieć nie jako klasyczną formułę realizacji infrastruktury publicznej, lecz jako potencjalny mechanizm uruchamiania długoterminowych projektów cyfrowych o wysokiej kapitałochłonności, strategicznym znaczeniu i podwyższonych wymaganiach bezpieczeństwa.

Formuła partnerstwa publiczno-prywatnego może wspierać rozwój centrów danych, jednak jej efektywne zastosowanie wymaga dojrzałości instytucji publicznych i organizacji prywatnych, a także dostosowanych ram prawnych do realizacji tego typu inwestycji. Korzyścią z formuły PPP może być możliwość stabilizacji ryzyka inwestycyjnego, umożliwiając zaangażowanie kapitału prywatnego przy jednoczesnym zachowaniu interesu publicznego w obszarach takich jak suwerenność danych, ciągłość działania administracji oraz bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej. Doświadczenia z rynku europejskiego pokazują, że współpraca między sektorem publicznym a prywatnym wspiera budowę strategicznych zasobów przetwarzania danych, a tym samymi wzmacnia suwerenność technologiczną państwa. Jednym z przykładów takiej współpracy jest niemiecki model wdrożony przy projekcie Microsoft Cloud Germany, gdzie lokalny operator, T-Systems z Grupy Deutsche Telekom, pełni rolę partnera odpowiedzialnego za krajowy nadzór nad danymi¹²⁵. Rozwiązanie to nie tylko zwiększa kontrolę nad bezpieczeństwem informacji, ale także pozwala zatrzymać część marży w kraju, nawet wtedy, gdy inwestorem jest globalny gracz.

Polskie prawo dopuszcza realizację takich przedsięwzięć na podstawie ustawy z 19 grudnia 2008 r. o partnerstwie publiczno-prywatnym, która przewiduje różne formy współpracy. Na rzecz promocji i pomocy w tego typu aktywnościach działa m.in. Centralna Jednostka ds. Partnerstwa Publiczno-Prywatnego w ramach Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej. Oferowane są liczne szkolenia, wytyczne i dobre praktyki realizacji projektów w tej formule¹²⁶. W praktyce jednak wykorzystanie tej formuły w sektorze cyfrowym jest stosowane bardzo wąsko. W Polsce zawarto dotychczas ponad 208 umów PPP, a kolejne 40 może zostać zawartych. Wśród już podpisanych umów dominują sektory gospodarki wodno-kanalizacyjnej i efektywności energetycznej (głównie modernizacja budynków). Budowa i obsługa centrów danych jest najbliższej sektora „telekomunikacja”, w którym zrealizowano 19 umów. Wszystkie z nich dotyczą obsługi sieci internetowej, w tym szerokopasmowej. Nie ma żadnego projektu, który dotyczyłby rynku centrów danych, pomimo rosnącego zapotrzebowania ze strony sektora prywatnego na obsługę i magazynowanie danych cyfrowych oraz moc obliczeniową¹²⁷.

Niewykorzystanie potencjału PPP może wynikać z kilku barier, w tym sztywności przepisów ustawy prawa zamówień publicznych, które nie nadążają za specyfiką nowoczesnych projektów technologicznych. Obowiązujące procedury przetargowe są dostosowane do zakupu towarów lub infrastruktury fizycznej, natomiast znacznie gorzej radzą sobie z nabywaniem usług w modelu „as-a-service”, takich jak moc obliczeniowa, przestrzeń dyskowa czy dostęp do środowisk obliczeniowych AI. Eksperci i przedstawiciele

sektora prywatnego zwracają uwagę, że państwo powinno przejść od finansowania budowy infrastruktury „pod klucz” do modelu zamawiania usług i funkcjonalności, czyli tzw. service procurement¹²⁸. Taki kierunek byłby zgodny z globalnymi trendami oraz z praktykami Komisji Europejskiej, która w projektach takich jak AI Factories promuje współinwestowanie przez sektor publiczny i prywatny oraz długoterminowe kontrakty na dostarczanie mocy obliczeniowej. Inicjatywa ta zakłada tworzenie w Europie zintegrowanych ekosystemów, łączących superkomputery, dane i talenty, by wspierać rozwój modeli sztucznej inteligencji nowej generacji. „Fabryki AI” mają zapewniać użytkownikom z przemysłu, nauki i sektora publicznego dostęp do infrastruktury i usług obliczeniowych o gwarantowanych parametrach jakościowych i bezpieczeństwa, co wpisuje się w model świadczenia usług infrastrukturalnych, a nie ich bezpośredniego posiadania przez państwo¹²⁹. W tym podejściu państwo niekoniecznie staje się właścicielem infrastruktury, lecz odbiorcą usług o gwarantowanych parametrach jakościowych i bezpieczeństwa, co redukuje ryzyko inwestycyjne po stronie publicznej i zwiększa elastyczność systemu.

W polskich warunkach takie podejście mogłoby być zastosowane np. w ramach zamówień długoterminowych na usługi przetwarzania danych dla administracji, służby zdrowia czy sektora edukacji. Zamiast finansować budowę obiektu, państwo mogłoby ogłaszać przetargi na zapewnienie mocy obliczeniowej, przestrzeni kolokacyjnej lub usług chmurowych przez określony czas, z rozliczaniem na podstawie realnego wykorzystania. Przykładem tego podejścia jest planowane przez administrację wdrożenie wirtualnego asystenta w aplikacji mObywatel, w ramach którego przewiduje się zawarcie umowy ramowej z limitem mocy obliczeniowej i elastycznym rozliczaniem zużycia¹³⁰. Tego typu kontrakty mogą stanowić wzorzec nowoczesnego PPP w sektorze cyfrowym.

Ważnym elementem jest także zdefiniowanie zasad komercyjnego wykorzystania infrastruktury współfinansowanej przez państwo. Obecne przepisy dotyczące pomocy publicznej utrudniają prywatnym partnerom swobodne dysponowanie zasobami powstałymi w ramach projektów publicznych, co ogranicza ich motywację do inwestowania. Niezbędne jest zatem wypracowanie modelu, który umożliwi przedsiębiorstwom częściowe komercyjne wykorzystanie mocy obliczeniowej – np. poprzez rezerwację części zasobów (np. 40%) dla lokalnego przemysłu – przy jednoczesnym zachowaniu zgodności z przepisami o pomocy publicznej i bezpieczeństwie danych.

Kluczowy pozostaje także aspekt bezpieczeństwa. W ramach przyszłych projektów PPP konieczne będzie ustanowienie wspólnych standardów certyfikacji i weryfikacji infrastruktury, aby zapewnić zgodność z europejskimi regulacjami, takimi jak NIS2, DORA czy rozporządzenia dotyczące ochrony danych osobowych. Jednym z możliwych rozwiązań mogłoby być stworzenie sieci certyfikowanych lokalizacji – kilku centrów danych o statusie infrastruktury krytycznej, z których mogłyby korzystać zarówno instytucje publiczne, jak i prywatni odbiorcy usług.

Podsumowując, teoretyczne możliwości wprowadzania PPP w rynek centrów danych mogą zagwarantować obopólną korzyść, a także pozytywnie wpłynąć w szerszym kontekście na rozwój regionalny. Brak realizacji projektów data center w tej formule wskazuje na lukę systemową pomiędzy istniejącymi ramami prawnymi a realnymi potrzebami branży. Należy zwrócić uwagę, że eksperci w badaniu

**MOŻLIWOŚCI
WPROWADZANIA PPP
W RYNEK CENTRÓW
DANYCH MOGĄ
ZAGWARANTOWAĆ
OBOPÓLNĄ KORZYŚĆ,
A TAKŻE POZYTYWNI
WPŁYNAĆ
W SZERSZYM
KONTEKŚCIE
NA ROZWÓJ
REGIONALNY.**

delfickim uznali, że wpływ tego czynnika na rozwój rynku jest stosunkowo niski, oceniając jego średnią siłę wpływu na poziomie 2,83 w 5 stopniowej skali. Jednocześnie 75% respondentów wskazało wysokie prawdopodobieństwo rozwoju tego zjawiska. W zakresie faktycznych możliwości przeprowadzenia projektu tego typu należy dokonać osobnej ekspertyzy, skoncentrowanej na ustalonych możliwościach realizacji konkretnej inwestycji, oraz weryfikacji jej zgodności przez Centralną Jednostkę ds. PPP.



Partnerstwo publiczno-prywatne może stać się ważnym instrumentem rozwoju rynku centrów danych na Pomorzu Zachodnim, o ile zostanie dostosowane do specyfiki inwestycji cyfrowych i usług obliczeniowych. PPP umożliwia stabilizację ryzyka, pozyskanie kapitału prywatnego oraz wzmocnienie suwerenności technologicznej regionu. Jego zastosowanie wymaga przeprowadzenia konsultacji przedstawicieli sektora publicznego z inwestorami i z Centralną Jednostką ds. PPP. Mimo że dziś PPP nie jest realnie wykorzystywane w sektorze data centers, jego potencjał – potwierdzony doświadczeniami europejskimi – wskazuje na możliwość tworzenia strategicznych zasobów obliczeniowych, wspólną certyfikowaną infrastrukturę oraz elastyczne kontrakty na moc obliczeniową.



9.2. OCZEKIWANIA I POTRZEBY LOKALNEJ SPOŁECZNOŚCI W KONTEKŚCIE TWORZENIA OBIEKTU PRZYJAZNEGO OTOCZENIU

Lokalne społeczności reagują w zróżnicowany sposób na nowe inwestycje, a także oczekują różnych benefitów z ich lokalizacji w swoim otoczeniu. Z jednej strony nowe inwestycje to wartość ekonomiczna oraz prestiż, a z drugiej - uruchomienie zjawiska NIMBY („Not In My Back Yard” – sprzeciw wobec inwestycjom w swoim bliskim otoczeniu, nawet jeśli są korzystne i potrzebne) i często dużego oporu społecznego. W województwie zachodniopomorskim reakcje te są dodatkowo kształtowane przez rozproszoną strukturę osadniczą, wysoki udział terenów cennych przyrodniczo oraz doświadczenia regionu z inwestycjami infrastrukturalnymi w sektorze energetycznym i przemysłowym. Centra danych są obiektami, które może stymulować oba rodzaje reakcji.

Ze względu na swoją zasobochłonność centra danych spotykają się z kontrowersjami ze strony społeczności na całym świecie. Wang i inni (2025) w swojej analizie opinii publicznej na temat zużycia energii przez centra danych w USA piszą, że obawy lokalnej społeczności dotyczą często cen energii, wpływu na globalne ocieplenie, dokładnego umiejscowienia oraz wykorzystania OZE. Podobne obawy, ze szczególnym niezadowoleniem wynikającym z kosztów pobranej energii elektrycznej, przejawiają bohaterowie reportaży z USA z miejscowości mających bezpośrednią styczność z centrami danych. Szczególnie kontrowersyjny jest system, w którym mieszkańcy ze swoich podatków dokładają się do rachunków za energię centrów danych¹³¹, a także przerwy w dostawie energii i wody spowodowane przez wzmożoną aktywność tych obiektów. Wang i inni (2025) piszą, że odpowiedzią na to może być poprawa przejrzystości energetycznej, edukacja społeczna i promowanie zrównoważonych technologii.

Wśród najczęstszych obaw lokalnych społeczności wobec centrów danych pojawiają się elementy faktycznie problematyczne oraz elementy częściowo domniemane. Ogólnie można zawrzeć je w kilku kategoriach:

- wysoka konsumpcja zasobów, głównie wody i energii,
- wpływ na środowisko naturalne,
- zanieczyszczenie światłem i hałasem,
- zanieczyszczenie powietrza.

Wysoka konsumpcja zasobów jest największym problemem, który dotyka codziennych realiów życia mieszkańców. Szczególnie w USA relacjonowane są przypadki, w których priorytetyzowane zapotrzebowania na wodę i energię ze strony centrów danych realnie ogranicza możliwość korzystania z nich przez lokalną społeczność. Mechanizm opłat za energię wymusza w niektórych stanach „dokładanie się” gospodarstw domowych do rachunków za energię centrów danych. Nie ma to przełożenia na polski system opłat, ale warto mieć na uwadze ten aspekt w przyszłości.

WYSOKA KONSUMPCJA ZASOBÓW JEST NAJWIĘKSZYM PROBLEMEM, KTÓRY DOTYKA CODZIENNYCH REALIÓW ŻYCIA MIESZKAŃCÓW. SZCZEGÓLNIE W USA RELACJONOWANE SĄ PRZYPADKI, W KTÓRYCH PRIORYTETYZOWANE ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ I ENERGIĘ ZE STRONY CENTRÓW DANYCH REALNIE OGRANICZA MOŻLIWOŚĆ KORZYSTANIA Z NICH PRZEZ LOKALNĄ SPOŁECZNOŚĆ.

Drugą kwestią jest wykorzystanie wody. W bliskiej odległości od centrów danych raportowane są częste przerwy w dostawie wody do gospodarstw domowych. Szczególnie w okresach suszy, gdy ilość wody jest zbyt niska do obsłużenia równocześnie konsumentów komercyjnych i prywatnych, Ci pierwsi są priorytetyzowani kosztem drugich. Powoduje to napięcia w relacjach członków społeczności z inwestorami, a także daje solidny argument przeciwko lokalizowaniu nowych obiektów, wspomagając bojkoty takich inwestycji. Jest to aspekt, na który powinien zostać położony duży nacisk podczas potencjalnych konsultacji społecznych, a także podczas wydawania pozwoleń na budowę. Nowe technologie pozwalają znacznie obniżyć wykorzystanie energii i wody w centrach danych, więc powinno położyć się nacisk na edukowanie i dialog z lokalną społecznością.

Duże zużycie wody dotyczy nie tylko wpływu na komfort życia ludzi w bliskiej odległości od obiektów data center, ale także na środowisko naturalne¹³². Wiele obiektów jest lokalizowanych w dużej odległości od skupisk ludzkich (jest to też element dobrych praktyk), ale oznacza to bliskość przyrody, często o większej wartości ekologicznej i kulturowej. W przypadku czerpania wody z naturalnych źródeł ważne jest transparentne raportowanie zużycia wody, aby ocenić potencjalny wpływ na zubożenie zbiorników i cieków. Oprócz zużycia wody istotnym punktem sprzeciwu jest budowanie obiektów DC na terenach greenfields w obszarach cennych przyrodniczo, o wartościowym krajobrazie lub funkcjach użytkowych (rekreacyjnych, sportowych, i innych ważnych dla lokalnych społeczności) i ekologicznych (korytarzach ekologicznych, siedliskach). W warunkach województwa zachodniopomorskiego problem ten jest istotny ze względu na obecność licznych obszarów chronionych, jezior, rzek oraz ujęć wody, które już dziś podlegają presji związanej ze zmianami klimatu i rosnącym zapotrzebowaniem sektora rolnego, jednocześnie są istotnym walorem sektora turystycznego. Pod względem wyboru terenów należy zadbać, aby nie kolidowały z tymi aspektami, wobec obecności licznych terenów o wysokiej wartości rekreacyjnej i przyrodniczej, zwłaszcza w strefach nadmorskich i pojeziernych.

Często podnoszone są też kwestie zanieczyszczenia światłem i hałasem (w tym niskimi częstotliwościami). W pierwszej części zarzut ten jest prawdziwy, chociaż zależny od skali i lokalizacji inwestycji. Oświetlenie obiektów i ich okolicy jest szczególnie intensywne w przypadku dużych obiektów, o znacznych terenach otaczających np. z infrastrukturą OZE. W województwie zachodniopomorskim, dużą część powierzchni stanowią lasy, grunty uprawne i wody powierzchniowe, co powoduje, że intensywne oświetlenie dużych obiektów infrastrukturalnych może być silniej odczuwalne społecznie i negatywnie wpływać na ekosystem. W przypadkach małych centrów danych umiejscowionych wśród innych budynków trudno mówić o znaczącym wpływie oświetlenia.

W przypadku zanieczyszczenia hałasem bardzo ważne są czynniki technologiczne. Sama budowa obiektów może być uciążliwa z punktu widzenia hałasu, ale to funkcjonowanie operacyjne jest szczególnie istotne. Normy polskiego prawa dopuszczają zazwyczaj hałas w przedziale 60-70 dB¹³³. Stały hałas generowany przez centra danych to głównie odgłosy chłodzenia, w tym wentylatorów. Ich natężenie w bliskiej odległości od budynku z zewnątrz może wynosić ok. 70-80 dB, a w środku budynku ponad 90 dB. Są to jednak wartości dla tradycyjnych obiektów, ze stałym użytkowaniem wentylatorów i w ich najbliższym otoczeniu. W dalszej odległości kilkuset metrów odczuwalny hałas nie przekracza 70 dB, ale mimo to stanowi istotny dyskomfort dla mieszkańców, ze względu na ciągły charakter dźwięku przypominający ruchliwą drogę¹³⁴. Niemniej nowe technologie i praktyki chłodzenia pozwalają zmniejszyć efekt dźwiękowy, do tego stopnia, że funkcjonowanie obiektów nie jest wcale słyszalne przez okoliczną ludność. Wobec tego należy zapewnić wykorzystanie odpowiednich technologii i nie niwelować fizycznych barier (takich jak drzewa), które pozwalają zmniejszyć efekt dźwiękowy.



Drugim elementem, który potrafi być uciążliwy nie tylko z punktu widzenia zanieczyszczenia hałasem, ale także zanieczyszczenia powietrza, są spalinowe generatory energii. Bywają one stosowane w przypadku przerw w dostawie energii. Generatory pozwalają utrzymać ciągłość pracy centrów danych, która jest najważniejszym priorytetem dla operatora obiektu. Liczba generatorów zapasowych jest zależna od wielkości inwestycji. Zazwyczaj działają one w oparciu o spalanie oleju napędowego (diesel), czasem gaz ziemny, albo olej napędowy HVO¹³⁵. Są szczególnie istotne w przypadku braku drugiego połączenia z siecią energetyczną oraz niepewnych lub wykorzystywania magazynów energii o ograniczonej pojemności. Potrafią one wytwarzać hałas do 100 dB, który znacząco przekracza dopuszczalne normy w terenach mieszkalnych, ale nie jest to stały efekt dźwiękowy¹³⁶. Nowoczesne generatory, szczególnie wykorzystujące HVO nie powodują znaczącego zanieczyszczenia powietrza. Mimo to w gminach o profilu rolniczym i turystycznym, krótkotrwałe emisje hałasu i spalin mogą wpływać na postrzeganie jakości życia oraz wizerunek miejscowości.

Podsumowując, centra danych potrafią stwarzać wiele niekorzystnych efektów dla lokalnej społeczności, ale nie są to efekty konieczne. W przypadku wykorzystania odpowiednich technologii i zaprojektowania obiektów w sposób adekwatny do lokalnych uwarunkowań oraz z poszanowaniem mieszkańców nawet największe obiekty mogą pozostawać neutralne dla dobrostanu otoczenia. W spełnieniu tego celu pomagają systemy certyfikacji budynków, takie jak LEED i BREEAM¹³⁷. Niemniej warto zaznaczyć, że eksperci ocenili siłę wpływu czynnika „wzrost sprzeciwu społecznego wobec nowych inwestycji centrów danych i/lub infrastruktury energetycznej” na 2,75 w 5-stopniowej skali, a czynnika „rosnąca świadomość społeczna dotycząca przechowywania danych w chmurze, premiująca bardziej etycznych dostawców usługi” najniżej ze wszystkich, na poziomie 2,18 w 5-stopniowej skali. W obu przypadkach mniej niż połowa ekspertów wskazała wysokie prawdopodobieństwa rozwoju tych zjawisk (odpowiednio 8% i 45%). Dla województwa zachodniopomorskiego oznacza to, że ryzyko silnych konfliktów społecznych nie ma dziś charakteru bariery systemowej, lecz powinno być traktowane jako czynnik wymagający świadomego zarządzania w procesach lokalizacyjnych.

**CENTRA DANYCH POTRAFIĄ
STWARZAĆ WIELE
NIEKORZYSTNYCH EFEKTÓW DLA
LOKALNEJ SPOŁECZNOŚCI, ALE
NIE SĄ TO EFEKTY KONIECZNE.
W PRZYPADKU WYKORZYSTANIA
ODPOWIEDNICH TECHNOLOGII
I ZAPROJEKTOWANIA OBIEKTÓW
W SPOSÓB ADEKWATNY
DO LOKALNYCH UWARUNKOWAŃ
ORAZ Z POSZANOWANIEM
MIESZKAŃCÓW NAWET
NAJWIĘKSZE OBIEKTY MOGĄ
POZOSTAWAĆ NEUTRALNE DLA
DOBROSTANU OTOCZENIA.**



Obiekty data center mogą przynosić regionom korzyści ekonomiczne i prestiż, ale jednocześnie generują obawy związane głównie z wysoką konsumpcją energii i wody, ingerencją w cenne tereny przyrodnicze, hałasem, światłem oraz emisjami z generatorów awaryjnych. W warunkach województwa zachodniopomorskiego, gdzie występuje rozproszona zabudowa i duży udział obszarów chronionych, te obawy mogą być szczególnie silne. Jednocześnie doświadczenia międzynarodowe pokazują, że większość negatywnych efektów jest możliwa do uniknięcia. Nowoczesne technologie chłodzenia, niższe zużycie wody, odpowiednie planowanie przestrzenne czy zastosowanie ekologicznych generatorów znacząco minimalizują negatywne oddziaływanie centrów danych i należy kłaść na nie nacisk podczas budowy obiektów na Pomorzu Zachodnim. Kluczowe jest więc prowadzenie przejrzystych konsultacji, transparentne raportowanie zużycia zasobów, edukacja lokalnej społeczności oraz potwierdzenie, że obiekt jest zaprojektowany z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań. W tym celu inwestor może skontaktować się z firmami prowadzącymi procesy certyfikacji zrównoważonego budownictwa LEED i BREEAM, lub uczestniczyć w szkoleniach PLGBC¹³⁸.



10

ANALIZA RYNKU W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIO- POMORSKIM



10.1. ROKOWANIA ROZWOJU DATA CENTER DLA REGIONU

Rozwój rynku centrów danych w Polsce, podobnie jak w Europie, napędzają przede wszystkim trendy technologiczne: rosnące zapotrzebowanie na moc obliczeniową generowaną przez sztuczną inteligencję, dynamiczny wzrost usług chmurowych, potrzeba bezpiecznego przechowywania danych przez instytucje publiczne i przedsiębiorstwa prywatne, wzrost znaczenia obliczeń brzegowych (edge computing). Oznacza to, że popyt na infrastrukturę centrów danych będzie się utrzymywał, jednak lokalizacja nowych inwestycji będzie zależeć od czynników infrastrukturalnych, energetycznych i logistycznych. Obecnie prawie połowa rynku centrów danych w Polsce koncentruje się w Warszawie i jej bezpośrednim otoczeniu – łącznie funkcjonują tam 44 obiekty komercyjne i kolokacyjne. Kolejne ośrodki o istotnym znaczeniu to Kraków (10 obiektów), Poznań (8) oraz Trójmiasto, gdzie inwestycje pozostają w fazie dynamicznego rozwoju. Pomimo niewielkiej liczby posiadanych obiektów województwo zachodniopomorskie posiada możliwości stania się kolejnym ważnym punktem na mapie tego sektora.

Województwo zachodniopomorskie pozostaje na wczesnym etapie rozwoju rynku data center, a jego profil energetyczny i klimatyczny tworzy warunki sprzyjające rozwojowi infrastruktury o niskoemisyjnym charakterze. W województwie zachodniopomorskim zidentyfikowano dwa aktywne centra danych, zlokalizowane w Szczecinie¹³⁹. Inwestorami są Asseco Data Systems oraz Orange Polska. Choć liczba ta pozostaje symboliczna na tle kraju, obserwowane globalne i krajowe tendencje wskazują, że w dłuższej perspektywie region może stać się obszarem uzupełniającym dla inwestycji o znaczeniu krajowym.

10.1.1. OGRANICZENIA I POTENCJAŁ REGIONU

Z analizy uwarunkowań regionalnych wynika, że województwo zachodniopomorskie posiada kilka istotnych przewag, które w przyszłości mogą sprzyjać rozwojowi tego typu inwestycji. Region dysponuje stabilnymi warunkami klimatycznymi, co sprzyja obiektom wymagającym niezawodności operacyjnej (patrz: Rozdział 3). Dodatkowo charakteryzuje się wysokim potencjałem wytwarzania energii z odnawialnych źródeł, w szczególności z wiatru (onshore i offshore) oraz fotowoltaiki, co stwarza możliwości budowy infrastruktury opartej na zasilaniu niskoemisyjnym (patrz: Rozdział 5.2).

Województwo zachodniopomorskie wyróżnia się relatywnie wysokimi wskaźnikami niezawodności sieci elektroenergetycznej. Wskaźniki SAIDI i SAIFI dla tego regionu są zbliżone do średniej krajowej lub lepsze niż w regionach sąsiednich, co oznacza krótsze i rzadsze przerwy w dostawach energii (patrz: Rozdział 7.3). Istotnym atutem jest obecność strategicznych węzłów przesyłowych oraz planowane inwestycje w nowe linie 400 kV łączące region z centralną Polską i krajami sąsiednimi (patrz: Rozdział 5.1). Bliskość elektrowni Dolna Odra oraz rozwijającego się sektora odnawialnych źródeł energii, w tym morskich farm wiatrowych i dużych instalacji PV, stwarza korzystne warunki do zasilania centrów danych energią niskoemisyjną. W ujęciu strategicznym, z uwzględnieniem obecnych inwestycji w modernizację sieci oraz magazyny energii, województwo może pełnić funkcję bufora energetycznego, szczególnie w kontekście integracji systemu krajowego z sieciami niemieckimi i skandynawskimi. Jednak warunkiem koniecznym dla realnego zaistnienia województwa zachodniopomorskiego w strukturze krajowego rynku data center pozostaje zapewnienie przewidywalnych i efektywnych czasowo procedur przyłączeniowych, zagwarantowanie dostępności mocy

w konkretnych węzłach sieciowych oraz stworzenie jasnych ram planistycznych umożliwiających lokalizowanie tego typu obiektów poza najbardziej konfliktogennymi obszarami krajobrazowymi. Bez spełnienia tych warunków region będzie pełnił funkcję peryferyjną wobec rynków centralnych.

Zachodniopomorskie dysponuje warunkami klimatycznymi sprzyjającymi tzw. free cooling, czyli pasywnemu chłodzeniu powietrzem zewnętrznym. Bliskość zbiorników wodnych i stabilne warunki wilgotnościowe mogą dodatkowo wspierać zastosowanie rozwiązań hybrydowych, łączących chłodzenie powietrzem i cieczą. Takie uwarunkowania sprzyjają inwestycjom w obiekty o podwyższonych wymaganiach efektywności energetycznej.

Atutem regionu jest także dostępność wykwalifikowanej kadry technicznej, rozwijane kierunki kształcenia na uczelniach w Szczecinie i Koszalinie oraz chłonny rynek pracy o niższych kosztach zatrudnienia w porównaniu do aglomeracji centralnych (patrz: Rozdział 4). Wysokie wskaźniki bezpieczeństwa publicznego i prywatnego (patrz: Rozdział 7.1) oraz aktywność instytucji samorządowych w pozyskiwaniu inwestorów technologicznych dodatkowo wzmacniają ten potencjał.

Pomimo korzystnych warunków energetycznych i chłodniczych region nie dysponuje jeszcze odpowiednią masą krytyczną firm technologicznych, instytucji B+R i dużych odbiorców usług kolokacyjnych, które napędzają rynek w największych aglomeracjach. Rozłożenie inwestycji na terenie Polski wyraźnie sugeruje siłę przyciągania miast cechujących się też dużą liczbą podmiotów gospodarczych, czego przykładem jest lokowanie ich w okolicy Warszawy, Krakowa, Poznania, Trójmiasta i Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Także bariery administracyjne i czasochłonne procedury przyłączeniowe pozostają istotnym czynnikiem hamującym.

Województwo zachodniopomorskie jest obszarem o umiarkowanym potencjale inwestycyjnym z wyraźnymi przewagami w zakresie dostępności energii, stabilności sieci i możliwości wykorzystania chłodu środowiskowego, ale z ograniczeniami strukturalnymi po stronie popytu. W dłuższej perspektywie rozwój tego segmentu zależeć będzie od zdolności regionu do przyciągania firm technologicznych, integracji z projektami OZE i budowy wizerunku „zielonego zaplecza” dla centrów danych w Polsce Północnej.

**ATUTEM REGIONU
JEST DOSTĘPNOŚĆ
WYKWALIFIKOWANEJ KADRY
TECHNICZNEJ, ROZWIJANE
KIERUNKI KSZTAŁCENIA
NA UCZELNIACH W SZCZECINIE
I KOSZALINIE ORAZ CHŁONNY
RYNEK PRACY O NIŻSZYCH
KOSZTACH ZATRUDNIENIA
W PORÓWNANIU
DO AGLOMERACJI CENTRALNYCH.**

**WYSOKIE WSKAŹNIKI
BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO
I PRYWATNEGO ORAZ AKTYWNOŚĆ
INSTYTUCJI SAMORZĄDOWYCH
W POZYSKIWANIU INWESTORÓW
TECHNOLOGICZNYCH DODATKOWO
WZMACNIAJĄ TEN POTENCJAŁ.**

10.1.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA USŁUGI DATA CENTER – OCENA POTENCJALNYCH KLIENTÓW, WZROSTU ZAPOTRZEBOWANIA NA USŁUGI PRZECHOWYWANIA I PRZETWARZANIA DANYCH W REGIONIE

Utrzymujący się wzrost popytu na moce obliczeniowe (AI), usługi chmurowe i bezpieczną archiwizację danych po stronie administracji i biznesu przekłada się na systematyczne zapotrzebowanie na usługi centrów danych, jednak podaż ta jest zróżnicowana terytorialnie. Z tego względu rozwój centrów danych, w szczególności w modelu kolokacyjnym, powinien opierać się na obszarach, w których lokalna gospodarka generuje stabilny popyt, takich jak sektor usług publicznych, logistyka, ochrona zdrowia, przemysły cyfrowe czy instytucje posiadające rozbudowane zbiory danych operacyjnych.

W województwie zachodniopomorskim popyt kształtują głównie sektory: logistyka morska i portowa, przemysł chemiczny, finanse (za sprawą regulacji DORA), administracja (za sprawą wprowadzenia KSeF), szkolnictwo wyższe i ICT/MŚP. Struktura popytu jest rozproszona, z koncentracją w osi Szczecin–Świnoujście i aglomeracji szczecińskiej. Wśród głównych grup klientów w województwie można wymienić niżej opisane podmioty.

Podmioty związane z logistyką morską i portową

Jest to sektor stanowiący jedną ze specjalizacji gospodarczych województwa i element wyróżniający na tle Polski. Zespół portów Szczecin–Świnoujście obsłużył w 2024 r. 32,3 mln ton ładunków; terminal LNG w Świnoujściu przyjął w 2024 r. co najmniej 60 dostaw. Istotna jest również rozbudowa infrastruktury dla morskiej energetyki wiatrowej. Do potrzeb tej grupy należy wysoka dostępność, kolokacja blisko źródeł danych operacyjnych oraz zgodność z wymogami NIS2.

Podmioty działające w obszarze logistyki morskiej funkcjonują w oparciu o systemy operacyjne wymagające przetwarzania danych w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Obejmują one m.in. systemy zarządzania ruchem jednostek, obsługą przeładunków, planowaniem operacji portowych oraz monitorowaniem bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej. Wraz ze wzrostem wolumenu obsługiwanych ładunków oraz rozwojem infrastruktury portowej zwiększa się skala danych operacyjnych wymagających przechowywania i przetwarzania.

Wzrost zapotrzebowania na usługi centrów danych ma charakter pochodny wobec cyfryzacji procesów operacyjnych, wymogów ciągłości działania oraz regulacji w zakresie bezpieczeństwa systemów informacyjnych. W praktyce obserwuje się stopniowe odchodzenie od lokalnych rozwiązań serwerowych na rzecz modeli kolokacyjnych i hybrydowych, co generuje popyt na infrastrukturę o podwyższonych parametrach niezawodności.

W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM POPYT KSZTAŁTUJĄ GŁÓWNI SEKTORY: LOGISTYKA MORSKA I PORTOWA, PRZEMYSŁ CHEMICZNY, FINANSE (ZA SPRAWĄ REGULACJI DORA), ADMINISTRACJA (ZA SPRAWĄ WPROWADZENIA KSEF), SZKOLNICTWO WYŻSZE I ICT/MŚP. STRUKTURA POPYTU JEST ROZPROSZONA, Z KONCENTRACJĄ W OSI SZCZECIN–ŚWINOUJŚCIE I AGLOMERACJI SZCZECIŃSKIEJ.

PRZEMYSŁ CHEMICZNY I SEKTOR PROCESOWY

W województwie zachodniopomorskim funkcjonuje Grupa Azoty, która jest jednym z kluczowych koncernów w branży nawozowo-chemicznej w Europie. W 2025 roku spółka znajduje się w procesie restrukturyzacji wybranych aktywów, w tym projektu Polimery Police, obejmującym działania właścicielskie, finansowe oraz prawne.

Tego typu klienci oczekują szybkiego przetwarzania danych procesowych oraz wysokiego poziomu cyberbezpieczeństwa i ciągłości usług ICT. Zapotrzebowanie na zasoby obliczeniowe rośnie w związku z wdrażaniem systemów automatyki przemysłowej, internetu rzeczy oraz narzędzi analitycznych. Skala i krytyczny charakter danych powodują rosnącą potrzebę korzystania z profesjonalnej infrastruktury przetwarzania i przechowywania danych, charakteryzującej się wysoką dostępnością i odpornością operacyjną.

SEKTOR FINANSOWY I UBEZPIECZENIOWY DZIAŁAJĄCY W REGIONIE

W tym sektorze wzrost zapotrzebowania na centra danych wynika z konieczności zapewnienia zgodności regulacyjnej oraz ograniczania ryzyk operacyjnych. Popyt ma charakter jakościowy, a nie wyłącznie ilościowy, koncentrując się na niezawodności i audytowalności infrastruktury. Od 17 stycznia 2025 r. obowiązuje rozporządzenie DORA, które wymusza odporność operacyjną ICT, w tym wymogi wobec dostawców usług ICT (audytowalność, ciągłość działania, zarządzanie incydentami). Klienci z tej grupy wymagają spełniania standardów DORA i wykazania zgodności w łańcuchu dostaw.

ADMINISTRACJA PUBLICZNA

Administracja publiczna funkcjonuje w warunkach systematycznego wzrostu wolumenu danych publicznych, związanych z cyfryzacją usług, rozbudową rejestrów państwowych oraz integracją nowych obowiązków sprawozdawczych. Dodatkowym stymulantem jest obowiązkowe e-fakturowanie w KSeF (duże firmy od 1 lutego 2026 r., pozostali podatnicy od 1 kwietnia 2026 r.), co zwiększa popyt na moc obliczeniową i pojemność archiwizacyjną. Ograniczenia budżetowe oraz bariery organizacyjne utrudniają proporcjonalne skalowanie własnych zasobów infrastrukturalnych, co w dłuższym horyzoncie zwiększa presję na korzystanie z zewnętrznych, profesjonalnych środowisk przetwarzania danych.

EDUKACJA I NAUKA

Jednostki naukowe funkcjonują w modelu projektowym, w ramach którego zapotrzebowanie na zasoby obliczeniowe charakteryzuje się wysoką zmiennością i koncentracją w określonych okresach realizacji projektów badawczych. Wzrost znaczenia symulacji numerycznych, analizy dużych zbiorów danych oraz zastosowań AI powoduje zwiększone zapotrzebowanie na środowiska obliczeniowe o wysokiej wydajności. Jednocześnie sektor ten cechuje się ograniczoną przewidywalnością popytu i silnym uzależnieniem od finansowania grantowego. Oznacza to, że zapotrzebowanie na usługi centrów danych ma tu charakter nieregularny, punktowy i często projektowy, a nie masowy. Techniczne ukierunkowanie czołowych uczelni w Szczecinie i Koszalinie wspiera lokalną adopcję rozwiązań chmurowych i obliczeniowych. Istotna jest dostępność środowisk testowych, HPC/AI dla projektów badawczych oraz bezpieczne przechowywanie danych.

SEKTOR ICT/MŚP I STARTUPY

W Szczecinie pracuje ok. 3,4 tys. specjalistów IT oraz działają klastry technologiczne, co wskazuje na rosnące znaczenie tego sektora w regionie. Sektor ICT i MŚP charakteryzuje się wysokim rozdrobnieniem podmiotowym oraz zróżnicowanym poziomem dojrzałości infrastrukturalnej. Migracja z rozwiązań lokalnych

do środowisk kolokacyjnych i chmurowych ma w tym segmencie charakter stopniowy i silnie uzależniony od barier kosztowych, kompetencyjnych i organizacyjnych. Zapotrzebowanie koncentruje się na elastycznych modelach dostępu do infrastruktury, niskich progach wejścia oraz możliwości szybkiej skalowalności. Wzrost znaczenia edge computing oraz lokalnej dostępności zasobów obliczeniowych sprzyja umiarkowanemu, lecz strukturalnemu wzrostowi znaczenia regionalnych węzłów przetwarzania danych w formule kolokacji.

10.1.3. SCENARISZE ROZWOJU RYNKU DATA CENTER

W horyzoncie do 2030 roku możliwe są trzy zasadnicze scenariusze rozwoju rynku data center w województwie zachodniopomorskim, które zostały opisane poniżej. W każdym z przedstawionych wariantów rozwój rynku data center w województwie zachodniopomorskim pozostaje procesem zależnym od jakości infrastruktury energetycznej, przewidywalności procedur oraz realnego popytu na usługi przetwarzania danych. Region nie jest wskazywany jako naturalny kandydat do lokalizacji projektów hiperskalowych, jednak posiada potencjał do pełnienia funkcji zaplecza technicznego i bezpieczeństwa dla krajowego systemu infrastruktury cyfrowej.

SCENARIUSZ BARDZO OSTROŻNY – UTRZYMANIE ROLI MARGINALNEJ

Województwo zachodniopomorskie pozostaje obszarem o ograniczonym znaczeniu dla krajowego rynku data center, a rozwój sektora ogranicza się do utrzymania istniejących obiektów i pojedynczych projektów o charakterze lokalnym. Region nie staje się trwałym elementem krajowej mapy nowych inwestycji infrastrukturalnych, a jego potencjał energetyczny i klimatyczny pozostaje niewykorzystany w skali systemowej. Do realizacji tego scenariusza mogą się przyczynić opóźnienia w inwestycjach energetycznych, ograniczone inwestycje w infrastrukturę telekomunikacyjną oraz utrzymanie koncentracji dużych projektów cyfrowych w aglomeracjach centralnych.

SCENARIUSZ UMIARKOWANY – ROZWÓJ FUNKCJONALNY

Województwo zachodniopomorskie stopniowo wzmacnia swoją pozycję jako zaplecze infrastrukturalne dla usług publicznych i działalności części lokalnych przedsiębiorstw. Powstają obiekty o średniej skali, pełniące funkcje przetwarzania danych wrażliwych, kopii zapasowych i środowisk obliczeniowych dla sektora administracji, szkół wyższych i wybranych podmiotów z sektora przemysłowego i usługowego. Region nie przyciąga inwestycji hiperskalowych, ale zaczyna pełnić stabilną rolę w krajowym systemie bezpieczeństwa cyfrowego. Głównym czynnikiem uruchamiającym ten scenariusz może być skuteczna realizacja inwestycji w infrastrukturę energetyczną, a szczególnie magazynu energii Gryfino oraz wzrost zapotrzebowania na lokalne przetwarzanie danych.

SCENARIUSZ ROZWOJOWY – SPECJALIZACJA REGIONALNA

Województwo zachodniopomorskie wykorzystuje przewagi klimatyczne i energetyczne do stopniowego budowania pozycji wyspecjalizowanego zaplecza dla północno-zachodniej Polski oraz działalności transgranicznej. Rozwijają się obiekty przetwarzania danych obsługujące przemysł, logistykę, sektor morski i energetyczny oraz obiekty kolokacyjne dla sektora usług. Region buduje swoją pozycję poprzez specjalizację i stabilność operacyjną. Trajektorię tę może uruchomić konsekwentna poprawa dostępności mocy przyłączeniowych, dalszy rozwój odnawialnych źródeł energii oraz stopniowe budowanie wizerunku województwa jako stabilnego zaplecza dla infrastruktury cyfrowej. Uprawdopodobnia się realizacja inwestycji hiperskalowej na terenach dostępnych w podstrefie SSE "Karlino".



Województwo zachodniopomorskie posiada perspektywiczny potencjał rozwoju rynku data center, wynikający przede wszystkim z bardzo korzystnych uwarunkowań energetycznych oraz chłodniczych, które mogą stać się podstawą budowy wizerunku regionu jako „zielonego zaplecza” infrastruktury cyfrowej w północnej Polsce. Kluczowym ograniczeniem pozostaje niska liczba podmiotów generujących popyt, a także czasochłonne procedury przyłączeniowe, które mogą utrwalić peryferyjną rolę regionu wobec rynków centralnych. Rozwój data center będzie zależeć od zdolności województwa do poprawy dostępności mocy przyłączeniowych, przyciągnięcia inwestorów technologicznych oraz skutecznego wykorzystania przewag klimatycznych i energetycznych. W takim układzie region ma szansę stać się wyspecjalizowanym zapleczem operacyjnym i bezpieczeństwa dla krajowej infrastruktury cyfrowej, choć nie należy oczekiwać lokalizacji projektów hiperskalowych.

Chociaż rosnący i zróżnicowany popyt na usługi centrów danych w województwie zachodniopomorskim nie jest jeszcze na tym samym poziomie, co wśród czołowych regionów, to nadal wskazuje, że region znajduje się w fazie strukturalnego zapotrzebowania na nowoczesną infrastrukturę cyfrową. W najbliższych latach będzie napędzany przez takie sektory, jak logistyka morska, chemia procesowa, sektor offshore, finanse regulowane przez DORA, administracja publiczna, szkolnictwo wyższe oraz środowisko ICT/MŚP. Generują one stabilny i rozproszony popyt wymagający wysokiej dostępności, bezpieczeństwa i zgodności regulacyjnej. Szczególnie silnie potrzeby koncentrują się wzdłuż osi gospodarczej Szczecin–Świnoujście. Wraz z narastającą cyfryzacją procesów gospodarczych i usług publicznych oznacza to, że głównym wyzwaniem będzie zdolność regionu do zapewnienia infrastruktury centrów danych odpowiadającej wymaganiom kluczowych branż. Łącznie struktura rynku w województwie zachodniopomorskim sprzyja rozwojowi regionalnych centrów danych, a nie obiektów hiperskalowych. Popyt ma charakter

stabilny, wielosektorowy i odporny na wahania krótkoterminowe, co tworzy realne podstawy inwestycyjne dla centrów danych klasy Tier II+/Tier III. Bariery dla obiektów hiperskalowych mają charakter infrastrukturalny i systemowy, a nie popytowy oraz są zależne od polityki rozwojowej (często na poziomie państwa).



10.2. LOKALNE POTENCJAŁY ROZWOJOWE

Na potrzeby oceny potencjału województwa zachodniopomorskiego wykonano analizę przestrzenną. Analiza wykorzystuje dane przestrzenne (GIS) do oceny rozmieszczenia zasobów, barier i potencjału lokalizacyjnego. Celem zastosowania tego podejścia była ocena uwarunkowań w wymiarze przestrzennym i wskazanie potencjalnych lokalizacji przyszłych inwestycji.

W pierwszej kolejności oceniono potencjał lokalizacyjny obiektów data center w skali gmin w formie bonitacyjnej. Na tym etapie wzięto pod uwagę poszczególne dane przestrzenne oraz dane statystyczne, które na podstawie dobrych praktyk można było uznać za stymulanty lub destymulanty rozwoju centrów danych, aby przedstawić potencjalnie najlepiej przygotowane gminy. Zastosowano do tego 15 wskaźników. Każdy wskaźnik poddano klasyfikacji w podziale na 4 klasy, wraz z przypisaniem im wag. Waga destymulant wahała się od 0 do -3, a stymulant od 0 do 3 i została określona na podstawie dobrych praktyk przytaczanych w literaturze branżowej i normach. Suma wag wyznaczała potencjał gminy. Szczegółowe wskaźniki i ich klasy z wagami znajdują się w tabeli poniżej.

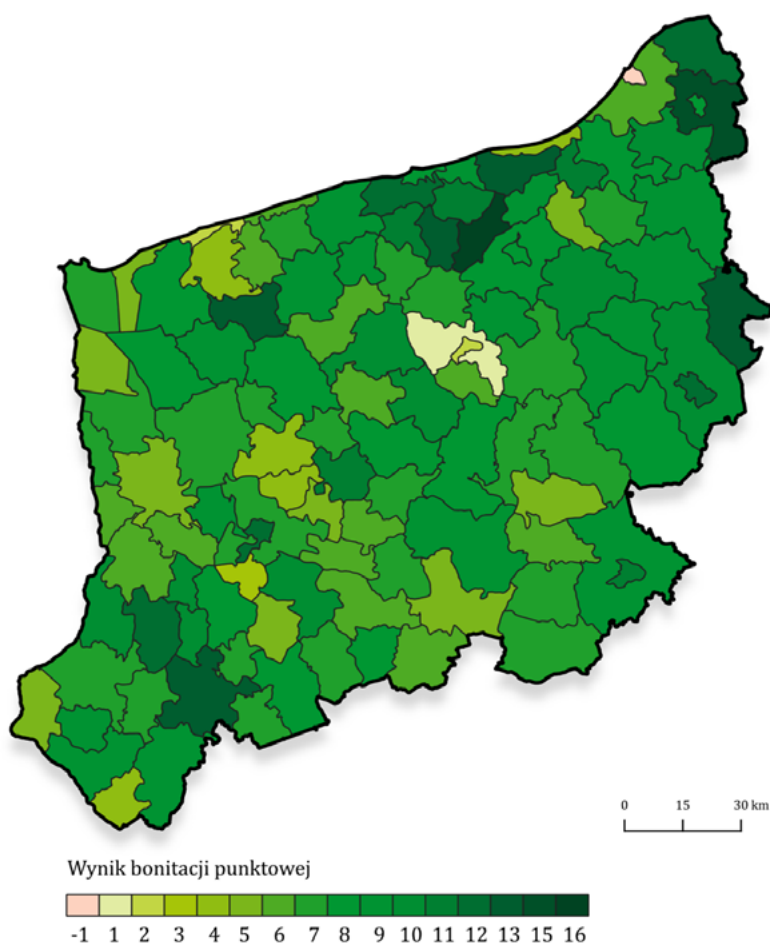
Tabela 14. Wskaźniki bonitacji w podziale na klasy.

Wskaźnik	Klasyfikacja
Obecność wód powierzchniowych	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obecność zabytków archeologicznych wpisanych do rejestru	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obszar zagrożony podtopieniami	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obecność rezerwatu przyrody lub Parku Narodowego wraz z otuliną	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-35% - waga -1 3) 35-60% - waga -2 4) 60-90% - waga -3 4) 90-100% -wykluczający
Odległość od obszaru uzupełnienia zabudowy/obszaru zwartej zabudowy poniżej 1km	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obecność osuwisk	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3

Wskaźnik	Klasyfikacja
Obszary zagrożenia powodziowego 10%	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obszary zagrożenia powodziowego 1%	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Obszary zagrożenia powodziowego od strony morza 1%	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Odległość poniżej 10km od lotnisk z wykazu ULC oraz wojskowych	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga -1 3) 50-89% - waga -2 4) 90-100% -waga -3
Odległość od GPZ poniżej 5km	Odsetek powierzchni gminy 1) 0-10% - waga 0 2) 10-49% - waga 1 3) 50-89% - waga 2 4) 90-100% -waga 3
Obecność lub powierzchnia terenów pod inwestycje	Powierzchnia działek inwestycyjnych 1) pow. 15 ha - waga 3 2) 8-15ha - waga 2 3) 3-8ha - waga 1
Łączna moc zainstalowana OZE	Moc OZE 1) powyżej 110,0 - waga 4 2) 54,1-110,0 - waga 3 3) 18,1-54,0 - waga 2 4) 0,1-18,1 - waga 1
Liczba dostawców internetu za pomocą przyłączy światłowodowych o prędkości powyżej 100Mb/s	Liczba dostawców 1) 3 lub więcej dostawców - waga 3 2) 2 dostawców - waga 2 3) 1 dostawca - waga 1 4) brak - waga 0
Obecność dróg o wybranych kategoriach A, S, GP, G oraz wojewódzkich	Obecność dróg na terenie gminy 1) drogi o kategorii A, E - waga 3 2) drogi o kategorii K - waga 2 3) drogi o kategorii W - waga 1 4) brak powyższych - 0
Budynki mieszkalne podłączone do sieci wodociągowej - w % ogółu budynków mieszkalnych	Odsetek budynków 1) 0,0-80,6% - waga 1 2) 80,7-89,1% - waga 2 3) 89,2-96,5% - waga 3 4) 96,6-100% - waga 4

Źródło: opracowanie własne.

Analizowane wskaźniki obejmowały czynniki odnoszące się do bezpieczeństwa środowiskowego (ryzyka powodziowe, podtopienia, formy ochrony przyrody), dostępności infrastruktury kluczowej (energetyka, sieci światłowodowe, drogi) oraz potencjału inwestycyjnego (dostępność terenów, zaplecze wodno-kanalizacyjne, lokalne źródła energii). Ich wybór i klasyfikacja odbyły się na podstawie przeglądu literatury naukowej, branżowej oraz dobrych praktyk zawartych w regulacjach i normach dla centrów danych. Ograniczenie stanowił dostęp do danych, a w niektórych przypadkach także niejednoznaczność niektórych czynników, które mogą być zarówno zaletami jak i wadami (np. duży udział wód powierzchniowych w terenie gminy obniża dostępność terenów pod inwestycje, ale w niektórych przypadkach może zapewniać rezerwuuar wody użytkowej). Takie spektrum zmiennych pozwoliło na uwzględnienie zarówno ograniczeń środowiskowych, jak i infrastrukturalnych w ocenie potencjału gmin.



Rysunek 9. Mapa bonitacyjna - lokalne potencjały rozwojowe.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS BDL, BDOT, CRFOP, SOPO, ISOK, PSE, ULC, PAIH, NID, RBGPWZ, MC.

Załączona mapa prezentuje potencjał lokalizacji obiektów centrów danych we wszystkich gminach. Najwyższy wynik uzyskały gminy Karlino i Sławno. W zestawieniu wysoko uplasowały się także Myślibórz, Golczewo, Będzino, Biały Bór, Banie, Stargard, Kołobrzeg, Postomino, Szczecinek. Większość z tych gmin charakteryzuje się wysokim udziałem budynków podłączonych do sieci wodociągowej. Wszystkie mają zapewniony dostęp do dróg co najmniej klasy wojewódzkiej, a Sławno, Myślibórz, Będzino, Banie, Stargard, Kołobrzeg i Szczecinek są dodatkowo położone przy trasach szybkiego ruchu. Dużym potencjałem gmin takich jak Karlino, Golczewo,

czy Biały Bór jest wysoka produkcja energii z OZE. Na niekorzyść wszystkich wymienionych (a w szczególności Stargardu) działa wysoki odsetek terenów położonych poniżej 1 km od gęstej zabudowy (określonej na podstawie stref Obszaru Uzupełnienia Zabudowy), ale warto mieć na uwadze, że jest to czynnik o zmiennej istotności dla poszczególnych typów inwestycji. Na niekorzyść gminy Sławno i Stargardu wpływał również odsetek terenów narażonych na podtopienia od wód gruntowych. Jest to uwarunkowanie, któremu można przeciwdziałać na etapie projektu budowlanego, ale generuje dodatkowe koszty. Warto zauważyć, że niemal wszystkie gminy ujęte w zestawieniu osiągają dodatnią sumę wag, co wskazuje na choćby niewielki potencjał lokalizacyjny dla centrów danych. W prezentowanych analizach Szczecin wypada stosunkowo słabo ze względu na silne oddziaływanie destymulant, takich jak duża powierzchnia zwartej zabudowy oraz obecność terenów narażonych na powódzie i podtopienia, jednak w przypadku tego miasta należy brać pod uwagę udział niewymiernych czynników zachęcających, takich jak obecność władz regionalnych, bliskość biznesu i skupienie połączeń komunikacyjnych, co zwiększa jego atrakcyjność dla lokalizacji inwestycji komercyjnych.

Ostatnim etapem analizy przestrzennej było przygotowanie mapy bonitacyjnej na poziomie siatki kilometrowej, aby wskazać tereny zdadne do wykorzystania pod inwestycje w centra danych. Do tego celu znacznie zaostrożono rygor, wyznaczając warunki konieczne spełniane przez wyznaczone tereny, a także zastosowano pojedyncze stymulanty, będące rozwinięciem warunków koniecznych i 8 destymulant. Warunkami koniecznymi, przyjętymi na podstawie analizy literatury, które musiało spełniać pole kilometrowe, aby zakwalifikować się do dalszych obliczeń była odległość od punktu przyłączeniowego stacji elektroenergetycznej poniżej 15 km oraz odległość od istniejących przyłączy światłowodowych o prędkości powyżej 1000 Mb/s poniżej 5 km. Mniejsze odległości – 10km i 5km dla GPZ oraz 2km dla światłowodu – były stymulantami (odpowiednio waga 1, 2 i 1). Szczegóły warunków zostały zamieszczone w poniższej tabeli.

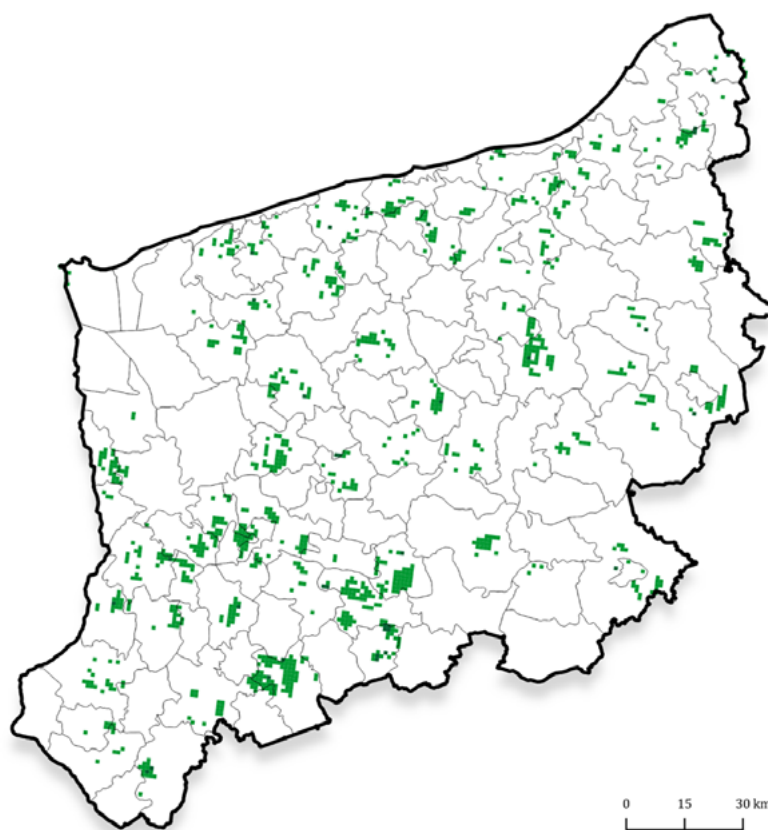
Tabela 15. Tabela warunków zastosowanych w mapie bonitacyjnej.

Wskaźnik	Klasyfikacja
Odległość od GPZ poniżej 15km	warunek konieczny
Odległość od GPZ poniżej 10km	Stymulanta – waga 1
Odległość od GPZ poniżej 5km	Stymulanta – waga 2
Odległość od istniejących przyłączy światłowodowych o prędkości powyżej 100Mb/s poniżej 5km	Stymulanta – waga 2
Odległość od istniejących przyłączy światłowodowych o prędkości powyżej 100Mb/s poniżej 2km	Stymulanta – waga 1
Obszar parku narodowego wraz z otuliną	warunek wykluczający
Obecność wód powierzchniowych	warunek wykluczający
Obszary zagrożenia powodziowego 10%	warunek wykluczający
Strefy ograniczenia zabudowy wokół turbin wiatrowych	warunek wykluczający
Obecność wód płynących	warunek wykluczający
Obecność lasów (powyżej 1/3 powierzchni jednostki)	warunek wykluczający
Obecność osuwisk	destymulanta
Obecność rezerwatu przyrody	destymulanta
Obszar zagrożony podtopieniami od wód gruntowych	destymulanta
Odległość poniżej 10km od lotnisk z wykazu ULC oraz wojskowych	destymulanta
Odległość poniżej 800m od linii kolejowej	destymulanta

Wskaźnik	Klasyfikacja
Odległość od obszaru uzupełnienia zabudowy/obszaru zwartej zabudowy poniżej 1km	destymulanta
Obszary zagrożenia powodziowego 1%	destymulanta
Obszary zagrożenia powodziowego od strony morza 1%	destymulanta

Źródło: opracowanie własne.

To podejście pozwoliło odejść od uogólnień na poziomie całych gmin i uchwycić lokalne uwarunkowania przestrzenne, istotne z punktu widzenia wykonalności inwestycji infrastrukturalnych. Nałożenie na siebie stymulant i destymulant przy zachowaniu warunków koniecznych i wykluczających jest podejściem kompromisowym, w którym wysokie potencjały mogą zmitigować mniejsze ograniczenia i na odwrót. Taka analiza wskazuje ogólną sumę nadanych wag. Oznacza to, że wskazane tereny mogą być dobrą lokalizacją dla inwestorów po dokładnej weryfikacji warunków, oraz przy skłonności do poniesienia kosztów adaptacji do mniej sprzyjających warunków, w zamiast za lepszą dostępność infrastruktury kluczowej. Poniższa mapa zawiera zobrazowanie dwóch najwyższych klas z analizy, czyli obszarów o wysokiej sumie wag. Wyraźnie odznaczają się w tym wypadku tereny w rejonach: Stargard/Kobyłanka, Choszczno/Rzecz, Barlinek, Półczyn Zdrój, Szczecin/Police/Dobra, Maszewo.

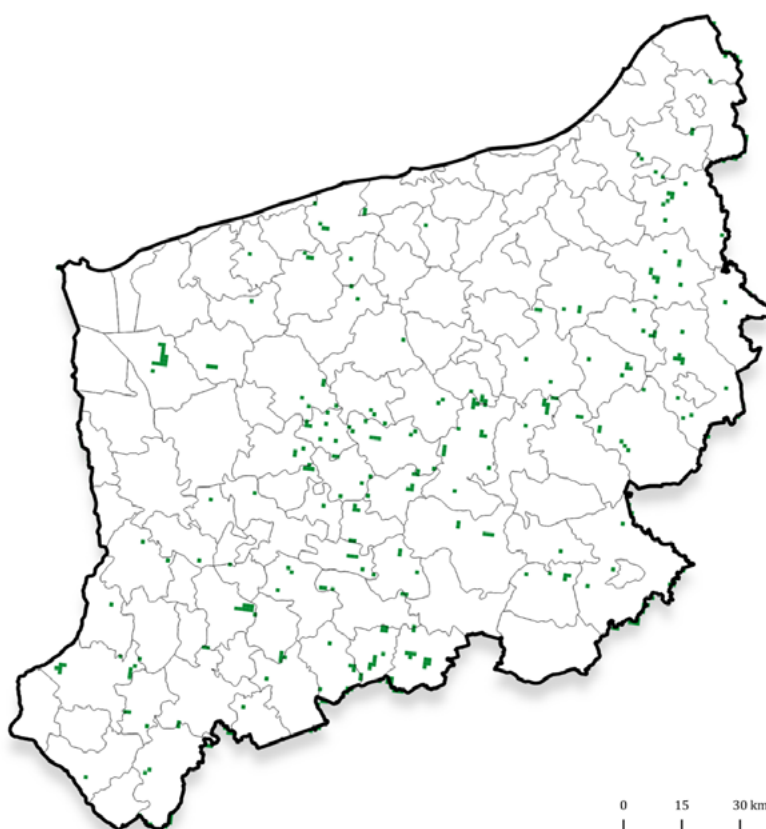


Rysunek 10. Obszary z dwóch najwyższych klas po zsumowaniu stymulant i destymulant oraz zastosowaniu warunków koniecznych i wykluczających.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOT, CRFOP, SOPO, ISOK, PSE, ULC, NID, MC.

Bardziej jednoznacznym podejściem do wyników jest uznanie wszystkich destymulant za warunki wykluczające. To podejście pozwala wyłonić najbardziej bezpieczne tereny pod inwestycje – posiadają one minimalny niezbędny dostęp do infrastruktury, ale nie posiadają znaczących ograniczeń, którym należy wychodzić naprzeciw. Po uwzględnieniu analizy tylko dla punktów, które spełniają warunki kluczowe i nie posiadają oddziaływania żadnej z destymulant, można zauważyć bardzo małą liczbę takich terenów na terenie województw. Jest to konsekwencją destymulant wynikających z uwarunkowań przyrodniczych oraz koncentracji ludności. Wśród tych terenów można wyróżnić:

- centralna część gminy Stepnica;
- wschodnią część gminy Pyrzyce,
- centralna część gminy Police;
- przełom gmin Moryń i Mieszkowice;
- mozaikowe obszary w gminach Bobolice i Polanów;
- obszar na północ od miasta Szczecinek;
- mozaikowe obszary w gminach Pełczyce, Krzecin i Bierzwnik;
- a także rozrzucone tereny w centrum województwa.



Rysunek 11. Obszary nieposiadające destymulant oraz podlegające warunkom koniecznym i wykluczającym.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOT, CRFOP, SOPO, ISOK, PSE, ULC, NID, MC.

Analizując obszar także przez pryzmat samych stymulant, czyli biorąc pod uwagę jedynie kluczowe, pozytywne cechy terenów, premiujące bliższy dostęp do GPZ oraz punktów adresowych ze światłowodem widać zdecydowaną koncentrację w średnich i dużych miastach i ich otoczeniu. Wyróżniają się pod tym względem Stargard, Szczecin, Choszczno, Koszalin, Świdwiń, Szczecinek, Biesiekierz, a także Barlinek, Choszczno i Recz.

Powyższe dane należy interpretować w zależności od potrzeb inwestorów. Inwestorzy lokalni mogą sugerować się najmniejszą liczbą destymulant, aby uniknąć dodatkowych kosztów inwestycyjnych. Z kolei najwięksi inwestorzy mogą traktować bliskość odpowiedniej infrastruktury za kluczowe i dodatkowe koszty projektowe i budowlane będą nieporównywalnie mniej ważne – wtedy istotniejsze będą stymulanty. Suma stymulant i destymulant jest podejściem kompromisowym dla różnych typów inwestorów.



Analiza przestrzenna województwa zachodniopomorskiego pokazuje, że region dysponuje szerokim, choć zróżnicowanym potencjałem lokalizacyjnym dla centrów danych, wynikającym z rozmieszczenia walorów i ograniczeń. Wykorzystanie analiz na potrzeby lokalizacji inwestycji jest silnie determinowane potrzebami i skalą inwestora. W przypadku kierowania się dużym ogólnym potencjałem najlepiej wypadają gminy Karlino, Sławno, Myślibórz, Golczewo, Będzin, Biały Bór, Banie, Stargard, Kołobrzeg, Postomino i Szczecinek. Poszukiwanie od razu konkretnego terenu pod inwestycje, który będzie cechował się możliwymi ograniczeniami, ale również dużym potencjałem prowadzi do Stargardu/Kobyłanki, Choszczna/Recza, Barlinka, Połczyna-Zdroju, Szczecina/Polic/Dobrej lub Maszewa. Z kolei poszukiwanie bezpiecznych terenów bez wysokich wymagań skłania do wyboru lokalizacji w Stepnicy, Pyrzycach, Policach, Moryniu–Mieszkowicach, Bobolicach, Polanowie oraz w wybranych częściach Szczecinka i gmin centralnych.



10.3. OCENA POTENCJAŁU WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO W ZAKRESIE LOKALIZACJI DATA CENTER Z UWZGLĘDNIENIEM ODNIESIENIA DO SĄSIEDNICH JEDNOSTEK TERYTORIALNYCH

Analiza porównawcza została przeprowadzona na podstawie dostępnych danych statystycznych dla 3 regionów NUTS2 – województwa zachodniopomorskiego, województwa pomorskiego i kraju związkowego Meklemburgia-Pomorze Przednie. Celem analizy porównawczej była identyfikacja przewag i deficytów województwa zachodniopomorskiego względem dwóch sąsiednich regionów o znaczeniu strategicznym dla rynku. Analiza objęła dane pochodzące z ogólnodostępnych źródeł (krajowych urzędów statystycznych, Eurostatu i innych) i uwzględniała 6 obszarów tematycznych – energia, łączność, klimat, rynek pracy, ryzyka i bezpieczeństwo, logistyka. Zastosowanie wyników pozwala na określenie, które walory województwa mogą być wyeksponowane podczas zachęcania inwestorów zewnętrznych do ulokowania się w regionie.

W tabeli zastosowano porównawczą skalę rangową, w której wartość „1” oznacza najkorzystniejszą pozycję danego regionu w danym wskaźniku, a wartość „3” – pozycję najmniej korzystną. Ranking oparto na bezpośrednim zestawieniu wartości wskaźników statystycznych dla trzech analizowanych jednostek NUTS2.

Tabela 16. Analiza porównawcza woj. zachodniopomorskiego z sąsiednimi regionami na podstawie wybranych, dostępnych wskaźników.

Kategoria	Dane	PL-ZP	PL-PM	DE-MV
Obszar	Liczba ludności	1,62 mln	2,36 mln	1,58 mln
energia	Produkcja energii z OZE [GWh].	2	3	1
energia	Moc elektrowni konwencjonalnych >10MW.	1	3	2
klimat	Średnia roczna temperatura powietrza (RCP4.5, 2011-2040).	2	3	1
klimat	Tropikalne noce (RCP4.5, 2011-2040).	1	3	2
klimat	Dni z ekstremalnymi opadami (RCP4.5, 2011-2040).	2	1	3
logistyka	Długość ukończonych dróg w ramach korytarzy TEN-T (sieci bazowej, rozszerzonej i kompleksowej) w km na powierzchnię regionu.	2	3	1
logistyka	Pasażerowie obsłużeni na lotniskach międzynarodowych.	2	1	3
łączność	Średnia prędkość internetu.	1	2	3
łączność	Odsetek gospodarstw z dostępem do internetu.	2	1	3
rynek pracy	Odsetek pracowników w branżach HT [%].	2	1	3
rynek pracy	Odsetek ludności z wykształceniem wyższym [%].	2	1	3
rynek pracy	Wynagrodzenia dla branży ICT.	2	1	3
ryzyka i bezpieczeństwo	Przestępstwa przeciwko bezpieczeństwu powszechnemu i bezpieczeństwu w komunikacji razem na 1000 mieszkańców.	1	3	2
ryzyka i bezpieczeństwo	Przestępstwa przeciwko życiu i zdrowiu na 1000 mieszkańców.	2	3	1

Źródło: opracowanie własne.

WOJEWÓDZTWO ZACHODNIOPOMORSKIE OFERUJE NAJWYŻSZĄ ŚREDNIĄ PRĘDKOŚĆ INTERNETU ORAZ JEDNĄ Z NAJLEPSZYCH W KRAJU STABILNOŚCI ENERGETYCZNYCH, CO CZYNI JE ATRAKCYJNYM OBSZAREM DLA INWESTYCJI W CENTRA DANYCH.

Analiza porównawcza wskaźników pokazuje, że województwo zachodniopomorskie posiada profil regionu o relatywnie wysokiej stabilności infrastrukturalnej i klimatycznej. Na tle województwa pomorskiego i landu Meklemburgia-Pomorze Przednie region nie dominuje w większości kategorii, ale uzyskuje wysokie pozycje w obszarach szczególnie istotnych z punktu widzenia ciągłości działania infrastruktury kluczowej. Wśród 14 wybranych wskaźników obrazujących wybrane aspekty obszarów porównania województwo zachodniopomorskie wypada najlepiej w 4 z nich. Posiada najwyższą moc elektrowni konwencjonalnych, najwyższą średnią prędkość internetu, najniższą częstotliwość skrajnie wysokich temperatur, oraz najniższą liczbę przestępstw przeciwko bezpieczeństwu powszechnemu i komunikacji.

Najistotniejsze przewagi województwa zachodniopomorskiego w kontekście lokalizacji centrów danych dotyczą bezpieczeństwa i stabilności systemowych. Region zajmuje najwyższą pozycję w zakresie mocy elektrowni konwencjonalnych, co oznacza relatywnie wysoką zdolność do utrzymania stabilnych warunków zasilania w sytuacjach zwiększonego obciążenia systemu. Jednocześnie odnotowywane jest najrzadsze występowanie nocy tropikalnych, co ogranicza ryzyko ekstremalnych obciążeń systemów chłodzenia i sprzyja przewidywalności kosztów operacyjnych (OPEX) obiektów o wysokiej energochłonności.

Silną stroną regionu pozostaje również średnia prędkość internetu, która w ujęciu porównawczym wypada korzystniej niż w sąsiednich jednostkach terytorialnych. Choć wskaźnik ten nie przesądza o realnej dostępności infrastruktury światłowodowej na poziomie konkretnych lokalizacji inwestycyjnych, wskazuje na ogólny poziom rozwoju usług telekomunikacyjnych w regionie, co stanowi ważne tło dla rozwoju infrastruktury cyfrowej.

W obszarze ryzyk województwo zachodniopomorskie wyróżnia się najniższą skalą przestępstw przeciwko bezpieczeństwu powszechnemu i bezpieczeństwu w komunikacji w przeliczeniu na 1000 mieszkańców. Z punktu widzenia inwestycji infrastrukturalnych przekłada się to na niższą częstotliwość zdarzeń mogących generować ryzyka operacyjne, organizacyjne i reputacyjne, a także na większe bezpieczeństwo pracowników, co wzmacnia postrzeganie regionu jako obszaru o wysokiej przewidywalności warunków działania.

Jednocześnie analiza ujawnia istotne ograniczenia rozwojowe. Pod względem rynku pracy region nie jest liderem, ustępując województwu pomorskiemu w zakresie udziału pracowników branż wysokich technologii, odsetka osób z wyższym wykształceniem i poziomu wynagrodzeń w sektorze IT. Oznacza to, że pomimo wysokiego poziomu zasobów ludzkich w zachodniopomorskim, korzystniejsze warunki rekrutacyjne dla inwestorów posiada sąsiednie województwo.

Warto zauważyć, że w żadnej z analizowanych kategorii Pomorze Zachodnie nie zajmuje ostatniej pozycji, co oznacza, że region nie wykazuje silnych słabości strukturalnych w żadnym z kluczowych obszarów. Takie zrównoważenie zwiększa jego elastyczność inwestycyjną i zdolność adaptacji do nowych funkcji gospodarki cyfrowej. Wysokie wartości wskaźników w istotnych obszarach – energetyce, klimacie, łączności i bezpieczeństwie – przy jednoczesnym braku wyraźnych deficytów w pozostałych kategoriach, tworzą spójny obraz regionu o stabilnych fundamentach i dużym potencjale do rozwoju rynku data center.



Pomorze Zachodnie posiada dobre warunki do realizacji inwestycji w data centers na tle sąsiednich regionów z Polski i Niemiec. Jest liderem w 4 wskaźnikach, które obrazują dostęp do szybkiego internetu, bezpieczeństwo i stabilność energetyczną, oraz wpływają na efektywniejsze chłodzenie obiektów. Ponadto w żadnym wskaźniku omawiany region nie jest najgorszy. Województwo zachodniopomorskie stanowi dobrą alternatywę dla gospodarczo rozwiniętego województwa pomorskiego i Meklemburgii przodującej w produkcji OZE. Zachodniopomorskie jest złotym środkiem między tymi regionami.

11

PODSUMOWANIE



CENTRA DANYCH SĄ KLUCZOWYM OBIEKTEM INFRASTRUKTURALNYM W OBLICZU ZMIAN GOSPODARCZYCH I SPOŁECZNYCH, POZWALAJĄCYM NA ZBIERANIE I ANALIZOWANIE GIGANTYCZNYCH IŁOŚCI DANYCH. ROSNĄCA PRESJA ROZWOJU AI NASILA INWESTYCJE W BRANŻY PRZEZ DZIAŁANIA NAJWIĘKSZYCH GRACZY SEKTORA USŁUG CYFROWYCH. JEST TO TEŻ OBSZAR, W KTÓRYM SZYBKO ZMIENIAJĄ SIĘ STOSOWANE TECHNOLOGIE I PRIORYTETY INWESTYCYJNE. RYNEK JESZCZE W TEJ DEKADZIE MA ZWIĘKSZYĆ SIĘ KILKUKROTNIENIE – ZARÓWNO TEN ŚWIATOWY, JAK I POLSKI. JUŻ W TYM MOMENCIE LICZBA WNIOSKÓW O WARUNKI PRZYŁĄCZENIOWE DLA NOWYCH CENTRÓW DANYCH W POLSCE SPRAWIA, ŻE CZAS ROZPATRYWANIA ZNACZĄCO SIĘ WYDŁUŻA, A NIEKTÓRE SPOTYKAJĄ SIĘ Z ODMOWĄ.

Jednocześnie nie można traktować rynku jak jednolitego organizmu, gdzie każdy aktor ma identyczne potrzeby. Obiekty data center są silnie zróżnicowane między sobą i poza kilkoma podstawowymi punktami wspólnymi może je różnić bardzo wiele na każdej płaszczyźnie. Parametry niezbędnej infrastruktury przesyłowej i transportowej, wielkość zajmowanych działek i ich przeznaczenie planistyczne, bliskość do rynku zbytu, zapotrzebowanie energetyczne, stosowane technologie, warunki środowiskowe i społeczne różnią się w zależności od skali inwestycji. W niniejszym raporcie starano się określić potencjał dla różnych rodzajów obiektów i inwestorów, bazując na wiedzy branżowej, literaturze naukowej i dobrych praktykach, w celu kompleksowego określenia potencjału dla lokalizacji centrów danych w województwie zachodniopomorskim.

Z przeprowadzonych badań wynika, że dostępność i stabilność infrastruktury elektroenergetycznej oraz ceny energii elektrycznej, razem z dostępnością szybkich połączeń internetowych są najważniejszymi warunkami rozwoju rynku. Bezpieczeństwo publiczne, warunki klimatyczne, czysta energia i wykwalifikowana kadra są elementami wspierającymi wybór lokalizacji, ale nie są determinujące.

Region jest dużym wytwórcą i eksporterem energii elektrycznej, szczególnie w kontekście mocy pozyskiwanej z OZE, a także obszarem ciągłych inwestycji w energię odnawialną. Oznacza to relatywnie wysokie bezpieczeństwo podaży energii w skali regionu oraz mniejsze ryzyko strukturalnych niedoborów mocy. Poza produkcją pozostaje kwestia infrastruktury przesyłowej i magazynowania energii, która zapewnia dobre pokrycie regionu i stale się rozbudowuje. Kluczowe inwestycje w regionie to planowana budowa magazynu energii przy Elektrowni Dolna Odra w Gryfinie (PGE) o mocy 400 MW i pojemności 800 MWh (uruchomienie w 2029 r.), a także linii 400 kV Dunowo – Żydowo Kierzkowo – Piła Krzewina (zakończenie planowane na 2026/2027 r.). Inwestycje te poprawią zdolność bilansowania systemu oraz zwiększą odporność sieci na przeciążenia i sytuacje kryzysowe.

W regionie dwoma głównymi dostawcami jest Enea i Energa, natomiast wskaźniki SAIDI i SAIF (wskaźniki wyznaczające długość przerw w dostawie i liczbę przerw w dostawie) wskazywały sytuację lepszą niż wynosi średnia dla Polski. W praktyce oznacza to relatywnie wysoką niezawodność zasilania.

Infrastruktura cyfrowa i telekomunikacyjna w regionie jest wystarczająca do inwestycji w centra danych. Udział zasięgu hurtowego wynosi 7,3% wobec 5,3% w skali kraju. Ponadto 73,4% punktów adresowych w województwie ma dostęp do sieci o przepustowości co najmniej 1 Gb/s a odsetek adresów z dostępem do 2 Gb/s wynosi 22,2%. W Szczecinie 20,9% adresów ma dostęp do przepustowości 8-10 Gb/s (6,4% w skali województwa). Oznacza to, że region dysponuje potencjałem dla nowych obiektów data center. Jednocześnie potencjał ten wymaga każdorazowej weryfikacji na poziomie konkretnej lokalizacji.



Województwo ma bardzo sprzyjające warunki do lokalizacji centrów danych pod kątem klimatu i środowiska. Chłodniejszy klimat i mniejsza liczba dni upalnych i nocy tropikalnych niż w większości regionów Polski jest korzystne dla centrów danych z punktu widzenia kosztów chłodzenia i potrzebnej do tego infrastruktury. Ponadto klimat regionu, w tym jego wietrzność, sprzyja budowie instalacji OZE i integracji ich z nowymi obiektami.

Zagrożeniem dla obiektów mogą być susze, rzutujące na dostępność zasobów wodnych, chociaż w tym przypadku sytuacja jest zbliżona lub lepsza niż w reszcie kraju (w zależności od części województwa). Duże obszary województwa są z kolei narażone na powodzie od rzek i morza oraz na podtopienia od wód gruntowych. W niektórych miejscach w zachodniej i południowej części województwa występują także osuwiska. Zagrożenia te mają charakter rozproszony i lokalny, nie wpływając istotnie na atrakcyjność inwestycyjną w skali regionu, ale inwestorzy muszą wcześniej zweryfikować dostępne działki pod kątem lokalnych zagrożeń środowiskowych i topograficznych.

Zagospodarowanie przestrzeni i połączenia transportowe są istotne w dwóch wymiarach. Z jednej strony duży udział w powierzchni województwa posiadają wody powierzchniowe i przyrodnicze tereny chronione, co w niektórych rejonach ogranicza możliwości inwestycyjne. W regionie funkcjonują dwa główne ośrodki miejskie – Szczecin i Koszalin, i to do nich prowadzą główne szlaki komunikacyjne. Region nie posiada dużego międzynarodowego lotniska, które byłoby potrzebne zagranicznym inwestorom, ale tę lukę może rekompensować bliskość bardzo dużego portu lotniczego w Berlinie, oddalonego ok. 190 km od Szczecina. Zaletą regionu jest szeroki wybór dostępnych działek w ramach terenów inwestycyjnych oferowanych przez podmioty publiczne. Centra danych nie są odrębnie klasyfikowane w polskim planowaniu przestrzennym i zwykle uznawane są za zabudowę produkcyjno-magazynową lub usługową. W regionie zidentyfikowano 32 tereny inwestycyjne oferowane w ramach bazy PAIH, które są przeznaczone pod zabudowę produkcyjną lub magazynową, z czego 16 spełnia kryterium wielkości (minimum 8 ha) dla obiektu z możliwością skalowania, co powinno spełniać oczekiwania inwestorów.

Region cechuje się umiarkowanym potencjałem ludzkim z punktu widzenia populacji i jakości kształcenia, ale nadrabia to silną integracją polityk rozwojowych z systemem kształcenia oraz specjalizacją techniczną w tym zakresie. Uczelnie w Szczecinie i Koszalinie posiadają dostęp do sieci przesyłowej PIONIER oraz silnie partycypują w realizacji Regionalnych Inteligentnych Specjalizacji. W połączeniu z ukierunkowaniem technicznym uczelni (3 z 5 najważniejszych uczelni w regionie) oraz studentów (38% w 2024 r. to studenci kierunków technicznych), sprawia, że dla inwestorów z branży data center otwierają się możliwości współpracy w zakresie rozwijania infrastruktury, budowania konsorcjów, zlecania badań i rekrutacji pracowników.

Dużym atutem regionu jest jego bezpieczeństwo. Region jest bezpieczniejszy od sąsiadujących jednostek pod kątem przestępstw przeciwko mieniu i komunikacyjnych. Ponadto w regionie odnotowuje się systematyczny spadek przestępczości – z poziomu 30,39 na 1000 mieszkańców w 2019 roku do 20,33 w 2024 roku. Z drugiej strony 91% ekspertów uznało, że występuje wysokie prawdopodobieństwo, że zagrożenie aktami dywersji i terroryzmu, wymierzonymi w infrastrukturę techniczną będzie dalej rosło. Daje to istotne przesłanki do wzmacniania nie tylko ochrony cyfrowej, ale także fizycznych systemów bezpieczeństwa nowych obiektów.



Polska funkcjonuje w warunkach podwyższonego ryzyka geopolitycznego, związanego m.in. z zagrożeniami charakterystycznymi dla konfliktów hybrydowych, co znajduje odzwierciedlenie w skali rejestrowanych incydentów cyberbezpieczeństwa. Jednocześnie zajmuje wysokie pozycje w międzynarodowych rankingach dotyczących gotowości i zdolności obronnych w obszarze cyberbezpieczeństwa, co potwierdza istnienie rozwiniętych struktur instytucjonalnych i operacyjnych.

Wobec powyższych województwo zachodniopomorskie można uznać za region o perspektywnym potencjale lokalizacyjnym dla centrów danych. Potencjał ten pozostaje póki co uśpiony, jednak wraz z rozwojem krajowego rynku oraz dalszej cyfryzacji gospodarki i sektora publicznego, należy spodziewać się nowych inwestycji. Szczególnie korzystne warunki występują dla lokalnych i regionalnych inwestorów lub inwestorów publicznych. Wśród inwestorów szczególnie korzystna będzie budowa obiektów na potrzeby już prowadzonej działalności. W województwie funkcjonują obecnie jedynie dwa aktywne centra danych o podobnych charakterze, jednak analiza aktorów pozwala dostrzegać szanse wśród operatorów portów i logistyki morskiej (Szczecin-Świnoujście), przemysłu chemicznego (Police), sektora finansowego i ICT, administracji publicznej, uczelni w Szczecinie i Koszalinie (zarówno gromadzenie danych, jak i moc obliczeniowa) oraz kolokacji dla MŚP. Ponadto dla regionalnych inwestorów wahających się pomiędzy województwem zachodniopomorskim a sąsiednimi regionami, Pomorze Zachodnie może być bardzo dobrą alternatywą ze względu na brak znaczących barier inwestycyjnych w porównaniu do Pomorza i Meklemburgii-Pomorza Przedniego, a także silne zaangażowanie sektora publicznego w rozwój gospodarczy regionu.

Odrębną kwestią są inwestycje hiperskalowe, które należą do najbardziej wymagających projektów infrastrukturalnych. Ich realizacja opiera się na punktowym dostępie do bardzo dużych mocy przyłączeniowych, wysokim poziomie redundancji zasilania oraz zdolności do budowy dedykowanej infrastruktury przesyłowej. Projekty tej klasy są zazwyczaj lokowane w bezpośrednim sąsiedztwie głównych węzłów systemowych lub w regionach objętych szczególną polityką rządową w zakresie inwestycji data center i ogólnie ICT oraz infrastruktury kluczowej dla tego typu obiektów. W obecnym układzie krajowej sieci przesyłowej województwo zachodniopomorskie nie jest dziś obszarem pierwszego wyboru dla największych projektów hiperskalowych. Nie zamyka to jednak możliwości ich rozwoju w perspektywie średnioterminowej, pod warunkiem uruchomienia projektów systemowych obejmujących rozbudowę sieci najwyższych napięć, dedykowane stacje elektroenergetyczne oraz mechanizmy przyspieszonej rezerwacji mocy.

Województwo zachodniopomorskie posiada zestaw warunków środowiskowych i przestrzennych, które z perspektywy technologicznej pozostają kompatybilne z wymogami nowoczesnych centrów danych, w tym obiektów o dużej skali. Klimat, dostępność terenów inwestycyjnych oraz potencjał rozwojowy infrastruktury tworzą podstawy do rozważania również projektów o profilu wysokomocowym. Jednak potencjalna lokalizacja obiektów hiperskalowych wymagałaby skoordynowanych działań o charakterze systemowym, wykraczających poza standardowe mechanizmy planowania sieci. Jednym z największych atutów, które warto rozwijać i które mogą być istotną przewagą województwa, jest zagwarantowanie dostępu do niskoemisyjnych źródeł energii w formule zapewniającej przewidywalność cen i wolumenów w perspektywie wieloletniej. Oznacza to potrzebę kontraktowania długoterminowych dostaw energii z dużych instalacji OZE oraz dalszy rozwój magazynów energii, które mogłyby stabilizować pracę tak dużych odbiorników.



Niezależnie od skali inwestycji, z uwagi na dobro społeczne i wysoką wartość przyrodniczą części obszarów w regionie, inwestorzy powinni kierować się dobrymi praktykami branżowymi w zakresie odpowiedzialnych inwestycji budowlanych. Dobrym drogowskazem, a zarazem wartością marketingową są certyfikacje środowiskowe oraz certyfikacje zrównoważonego budownictwa, takie jak BREAAAM i LEED. Biorą one pod uwagę zarówno technologię budowy i funkcjonowania obiektów, jak i wpasowanie ich w istniejące otoczenie. Dla sektora publicznego rozwiązaniem wartym uwagi może być wykorzystanie modelu PPP, ale tylko w momencie dobrej znajomości rynku i własnych potrzeb, oraz wcześniejszych konsultacji z Centralną Jednostką ds. PPP z uwagi na stopień skomplikowania prawnego tego typu procesów.

Podsumowując, województwo zachodniopomorskie posiada zestaw cech, które mogą uczynić je jednym z atrakcyjnych regionów dla rozwoju centrów danych o charakterze lokalnym i regionalnym. Kluczowe będzie jednak dalsze wzmocnienie infrastruktury energetycznej i cyfrowej, usprawnienie procedur przyłączeniowych oraz strategiczne wykorzystanie przewagi w postaci dostępu do energii niskoemisyjnej. Wraz z postępującą cyfryzacją polskiej gospodarki i administracji rola regionu będzie rosła, a Pomorze Zachodnie ma szansę stać się stabilnym, efektywnym i zrównoważonym zapleczem krajowej infrastruktury cyfrowej.



12

REKOMENDACJE

12.1. KIERUNKI KSZTAŁTOWANIA WARUNKÓW DLA INWESTYCJI DATA CENTER

Rozdział przedstawia kluczowe kierunki działań kształtujących warunki realizacji inwestycji w infrastrukturę przetwarzania danych. Rekomendacje koncentrują się na uwarunkowaniach: energetycznych, telekomunikacyjnych, środowiskowych, instytucjonalnych i społecznych, które determinują przewidywalność procesów inwestycyjnych oraz długoterminową stabilność funkcjonowania obiektów typu data center.

POWIĄZANIE DECYZJI LOKALIZACYJNYCH Z DOSTĘPNOŚCIĄ MOCY I Z UWZGLĘDNIENIEM INWESTYCJI SIECIOWYCH

- ▶ Zakres rekomendacji: energetyka i sieci przesyłowe
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, operacyjny
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: operatorzy sieci elektroenergetycznej, inwestorzy DC

Województwo zachodniopomorskie dysponuje rozbudowanym systemem elektroenergetycznym północnej Polski, opartym na kilku głównych punktach zasilania 220/110 kV oraz węzłach planowanych do rozbudowy. Jednak region posiada równocześnie silnie zróżnicowaną przestrzennie dostępność infrastruktury elektroenergetycznej. Najwyższy potencjał przyłączeniowy koncentruje się w obszarach o wysokim nasyceniu Głównych Punktów Zasilania i powiązaniu z siecią 220/400 kV. W tym kontekście największy potencjał mają okolice Szczecina, Świnoujścia, Kołobrzegu, Szczecinka, a także linia 400 kV Krajnik – Morzyczyn – Dunowo – Słupsk – Żarnowiec. W gminach Sławno, Kołobrzeg, Darłowo, Stargard, Białogard, Ustronie Morskie, Gościno, Szczecin, Koszalin, Szczecinek, odsetek powierzchni położonej w odległości poniżej 5 km od GPZ wynosi 90–100%. Jednak w centralnej i południowo-wschodniej części województwa sieć 220 kV praktycznie nie występuje. Natomiast w 29 gminach poniżej 10% powierzchni znajduje się w zasięgu 5 km (m.in. Stepnica, Ińsko, Pełczyce, Cedynia, Drawno, Wierzchowo, Nowe Warpno).

Rekomenduje się, aby decyzje lokalizacyjne dla inwestycji typu data center były w pierwszym kroku zawężane do obszarów o wysokiej lub dobrej dostępności GPZ oraz w bezpośrednim sąsiedztwie korytarza 400 kV Krajnik–Morzyczyn–Dunowo–Słupsk–Żarnowiec. W tym kontekście warto zwrócić uwagę m. in. na Stargard, który posiada dużą dostępność terenów inwestycyjnych. W obszarach o mniejszej dostępności elektroenergetycznej rekomenduje się, aby wybór lokalizacji nowych obiektów był każdorazowo powiązany z etapem zaawansowania inwestycji infrastrukturalnych, w szczególności budowy linii 400 kV Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina, modernizacji stacji Morzyczyn oraz rozbudowy stacji Reclaw, oraz z faktycznymi możliwościami przyłączeniowymi po ich zakończeniu w planowanym horyzoncie realizacyjnym 2026–2029, co pozwoli zwiększyć przewidywalność zasilania, ograniczyć ryzyko ograniczeń przyłączeniowych oraz poprawić stabilność funkcjonowania nowych obiektów, a tym samym zwiększyć przewidywalność procesu inwestycyjnego.

UWZGLĘDNIANIE POTENCJAŁU REGIONALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII I KONTRAKTÓW PPA W PLANOWANIU INWESTYCJI ENERGOCHŁONNYCH

- ▶ Zakres: energetyka, OZE
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, operacyjny
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: operatorzy sieci elektroenergetycznej, inwestorzy DC

Region zachodniopomorski charakteryzuje się wysokim potencjałem wytwórczym odnawialnych źródeł energii (ponad 4,07 GW mocy zainstalowanej), przy jednoczesnym istotnym udziale źródeł konwencjonalnych w lokalnej strukturze wytwarzania energii. Taka struktura oznacza relatywnie wysoki poziom bezpieczeństwa energetycznego oraz możliwość wykorzystania zarówno energii odnawialnej, jak i stabilnych źródeł systemowych. Rekomenduje się, aby przy planowaniu inwestycji energochłonnych w regionie systematycznie uwzględniać potencjał regionalnych źródeł OZE, a także potencjał kontraktów typu PPA z producentami energii wiatrowej i fotowoltaicznej, przy jednoczesnym zapewnieniu zabezpieczeń systemowych w okresie przejściowym, do czasu zakończenia kluczowych inwestycji sieciowych i stabilizacyjnych, w tym budowy linii 400 kV Dunowo–Żydowo Kierzkowo–Piła Krzewina, modernizacji GPZ Morzyczyn, rozbudowy stacji Reclaw oraz uruchomienia magazynu energii w rejonie Gryfina. Efektem takiego podejścia będzie obniżenie ryzyka zakłóceń w dostawach energii, zwiększenie przewidywalności bilansowania zapotrzebowania oraz większa stabilność kosztowa eksploatacji nowych obiektów w horyzoncie długoterminowym.

WERYFIKACJA DOSTĘPNOŚCI TRAS ŚWIATŁOWODOWYCH JAKO WARUNEK WYBORU LOKALIZACJI

- ▶ Zakres: telekomunikacja, sieć przesyłowa
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, operacyjny
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: operatorzy sieci telekomunikacyjnej, inwestorzy DC

W strukturze sieci regionu dominuje światłowód, przy czym odsetek jego zasięgu jest niższy niż średnia krajowa, a równocześnie wysoki jest udział infrastruktury hurtowej, stanowiącej techniczne zaplecze do dalszej komercjalizacji usług. W regionie funkcjonują węzły sieci PIONIER w Szczecinie (AMSK) oraz Koszalinie (KosMAN), zapewniające dostęp do połączeń o przepustowości rzędu wielokrotności 10–100 Gb/s. W regionie udział zasięgów powyżej 1Gb/s wynosi 47,95%, natomiast połączenia 8–10 Gb/s występują punktowo (Szczecin oraz gminy: Rewal, Karnice, Dziwnów, Kołbaskowo, Police, Stargard). Jednocześnie w części gmin odnotowano wysoki udział zasięgu hurtowego (powyżej 10% udziału zasięgów), m.in. w gminach: Białogard, Świerżno, Kołobrzeg (gmina wiejska i miasto), Dębno, Dobra (Szczecińska), Przelewice, Darłowo, Sławno, Chociwel, Dobrzany, Dolice, Kobylanka, Marianowo oraz Stara Dąbrowa, co wskazuje na istnienie infrastruktury możliwej do dalszego uruchomienia komercyjnego.

Rekomenduje się, aby przy lokalizacji obiektów przetwarzania danych każdorazowo prowadzić lokalną weryfikację dostępności co najmniej dwóch niezależnych tras światłowodowych od różnych operatorów, rzeczywistej dostępności łączy o przepustowości rzędu 1–2 Gb/s jako standardu regionalnego oraz możliwości uzyskania wyższych przepustowości w strefach przemysłowych i aglomeracyjnych. W procesie selekcji lokalizacji zasadne jest preferowanie gmin o wysokim nasyceniu sieci VHCN powyżej 1 Gb/s oraz o wysokim

udziale zasięgu hurtowego, który wskazuje na istnienie infrastruktury możliwej do szybkiej aktywacji komercyjnej. Jednocześnie rekomenduje się traktowanie lokalizacji w centralnej części województwa jako warunkowych, wymagających każdorazowo indywidualnego potwierdzenia dostępności łączy zapasowych oraz fizycznej redundancji tras światłowodowych.

WYKORZYSTANIE WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH DO OPTIMALIZACJI SYSTEMÓW CHŁODZENIA CENTRÓW DANYCH

- ▶ Zakres: systemy chłodzenia
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, operacyjny
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: inwestorzy DC

Województwo zachodniopomorskie charakteryzuje się umiarkowanym klimatem. Okno temperaturowe poniżej 20°C jest długie i waha się pomiędzy 247 a 275 dni w roku, przy umiarkowanych amplitudach temperatur oraz wysokiej, sezonowej wilgotności powietrza. W takich warunkach możliwe jest projektowanie centrów danych z mniejszym udziałem aktywnych systemów chłodniczych i większym udziałem tzw. „chłodzenia swobodnego” (free cooling), co pozwala na obniżenie kosztów operacyjnych obiektu oraz poprawę wskaźników efektywności energetycznej (PUE).

Zasadne jest rozważanie systemów hybrydowych chłodzenia, łączących rozwiązania typu free cooling z układami pośrednimi (powietrze–powietrze oraz powietrze–ciecz). Wykorzystanie systemów water-side free cooling powinno mieć charakter warunkowy, wyłącznie w lokalizacjach potwierdzonych pod względem dostępności stabilnych zasobów wód podziemnych i powierzchniowych, z wyłączeniem obszarów o udokumentowanych przekroczeniach parametrów jakościowych oraz w bezpośrednim sąsiedztwie głównych ujęć wody pitnej.

Region posiada rosnące możliwości integracji systemów chłodzenia z energetyką odnawialną oraz infrastrukturą magazynowania energii. W planach inwestycyjnych zasadne jest uwzględnienie możliwości integracji z lokalnymi sieciami ciepłowniczymi oraz wykorzystania synergii pomiędzy chłodzeniem, wytwarzaniem i magazynowaniem energii.

UKIERUNKOWANIE SYSTEMU KSZTAŁCENIA NA KOMPETENCJE DLA SEKTORA DATA CENTER

- ▶ Zakres: edukacja i zasoby ludzkie
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, wizerunkowy
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: uczelnie, decydenci, inwestorzy DC

Województwo zachodniopomorskie dysponuje znaczną bazą potencjalnych zasobów kadrowych (ponad 1,3 mln osób w wieku produkcyjnym), relatywnie wysokim udziałem absolwentów kierunków technicznych (38% wobec 32,1% średniej krajowej) oraz funkcjonującym systemem szkolnictwa wyższego i zawodowego (26 uczelni, 37 tys. studentów, 131 szkół branżowych), jednak brak renomowanych kierunków z zakresu AI & Data Science oraz elektronika i telekomunikacja ogranicza lokalny rynek specjalistów. Jedynym kierunkiem jest specjalizacja „Inżynieria chmurowa” na ZUT. Jednocześnie eksperci biorący udział w badaniu

delfickim wskazali wysokie prawdopodobieństwo spadku dostępności wykwalifikowanej kadry technicznej w perspektywie średnio- i długoterminowej, co jest wyzwaniem ogólnopolskim, a nie jedynie regionalnym. Mimo to wymagającym działań zaradczych. W związku z tym rekomenduje się, aby w regionalnych dokumentach strategicznych oraz działaniach koordynowanych przez uczelnie, uwzględniać centra danych jako jeden z obszarów wymagających ukierunkowanego wsparcia kompetencyjnego, w szczególności poprzez rozwój kierunków związanych z systemami krytycznymi, automatyką, energetyką, teleinformatyką oraz eksploatacją infrastruktury technicznej. Efektem takiego podejścia będzie zwiększenie zdolności regionu do absorpcji projektów infrastrukturalnych o charakterze zaawansowanym.

Rekomenduje się, aby inwestorzy planujący lokalizację obiektów przetwarzania danych w regionie uwzględniali w modelach inwestycyjnych konieczność budowy dedykowanych programów szkoleniowych, transferu kompetencji z innych regionów. Warto, aby inwestorzy podejmowali współpracę z Zachodniopomorskim Uniwersytetem Technologicznym i Politechniką Koszalińską, inicjując programy kształcenia praktycznego i certyfikacje branżowe (Data Center Academy). Takie podejście ogranicza ryzyko operacyjne związane z niedoborem kadr i zwiększa przewidywalność funkcjonowania obiektu w długim horyzoncie.

INTEGRACJA WOJEWÓDZTWA W MODELU ESG

- ▶ Zakres: transport, współpraca
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, wizerunkowy
- ▶ Odbiorcy rekomendacji: władze lokalne, inwestorzy DC, operatorzy infrastruktury elektroenergetycznej

Obecna struktura rynku energii wskazuje na dobre warunki do rozwoju modelu zielonych centrów danych, szczególnie przy wykorzystaniu lokalnych źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych w połączeniu z magazynowaniem energii. Wysoki poziom produkcji energii z OZE oraz możliwość wdrożenia nowoczesnych modeli chłodzenia tworzą warunki do realizacji inwestycji zgodnych z zasadami ESG. Zasadne jest także uwzględnianie wymogów wysokiej efektywności energetycznej, racjonalnego gospodarowania wodą oraz ograniczania emisji ciepła już na etapie projektowania obiektów. W aglomeracji szczecińskiej i stargardzkiej rekomenduje się systemowe uwzględnianie możliwości odzysku ciepła odpadowego i jego integracji z lokalnymi systemami ciepłowniczymi w fazie planowania inwestycji. Efektem takiego podejścia będzie wzmocnienie roli województwa jako zaplecza infrastrukturalnego dla rynku międzynarodowego, zwiększenie przewidywalności i odporności projektów po stronie inwestorów oraz poprawa efektywności środowiskowej i kosztowej funkcjonowania obiektów przetwarzania danych. Taki kierunek wpisuje się w politykę zrównoważonego rozwoju energetycznego Pomorza Zachodniego.

PRZYGOTOWANIE INSTYTUCJONALNE DO WDRAŻANIA PPP W SEKTORZE CENTRÓW DANYCH

- ▶ Zakres: współpraca, PPP
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny
- ▶ Podmioty: władze lokalne, inwestorzy DC, jednostki administracji centralnej

Spośród zawartych w Polsce umów PPP dominują inwestycje w obszarze infrastruktury wodno-kanalizacyjnej i efektywności energetycznej, podczas gdy projekty cyfrowe ograniczają się do infrastruktury szerokopasmowej. Jednocześnie rośnie zapotrzebowanie administracji publicznej na moc obliczeniową i usługi przetwarzania danych, a modele europejskie potwierdzają skuteczność współinwestowania sektora

publicznego i prywatnego w infrastrukturę cyfrową. Eksperti wysoko ocenili, pod względem wpływu na rynek centrów danych oraz prawdopodobieństwa wystąpienia, czynniki związane z rosnącym zapotrzebowaniem na przestrzeń chmurową ze strony sektora publicznego (3,82/5; 82%) oraz postępującą cyfryzacją usług publicznych (3,67/5; 100%). Istotne znaczenie przypisano również wzrostowi roli rekuperacji i ponownego wykorzystania ciepła odpadowego z centrów danych (3,58/5; 67%) oraz rosnącemu zapotrzebowaniu instytucji edukacyjnych i sektora nauki na zasoby storage i moc obliczeniową (3,55/5; 82%).

Obustronnie, zarówno z punktu widzenia instytucji publicznych, jak i podmiotów prywatnych, należy rozważyć możliwości zaangażowania w nowe formy współpracy w sektorze DC, jakim jest partnerstwo publiczno-prywatne. Jest to rozwiązanie niesprawdzone w polskim systemie, ale z wyników badań, w tym z opinii ekspertów, wynika, że posiada duży potencjał rozwojowy.

PRAKTYKI ODPOWIEDZIALNEJ LOKALIZACJI INWESTYCJI

- ▶ Zakres: społeczny, współpraca
- ▶ Poziom wdrożeniowy: strategiczny, wizerunkowy
- ▶ Podmioty: władze lokalne, inwestorzy DC

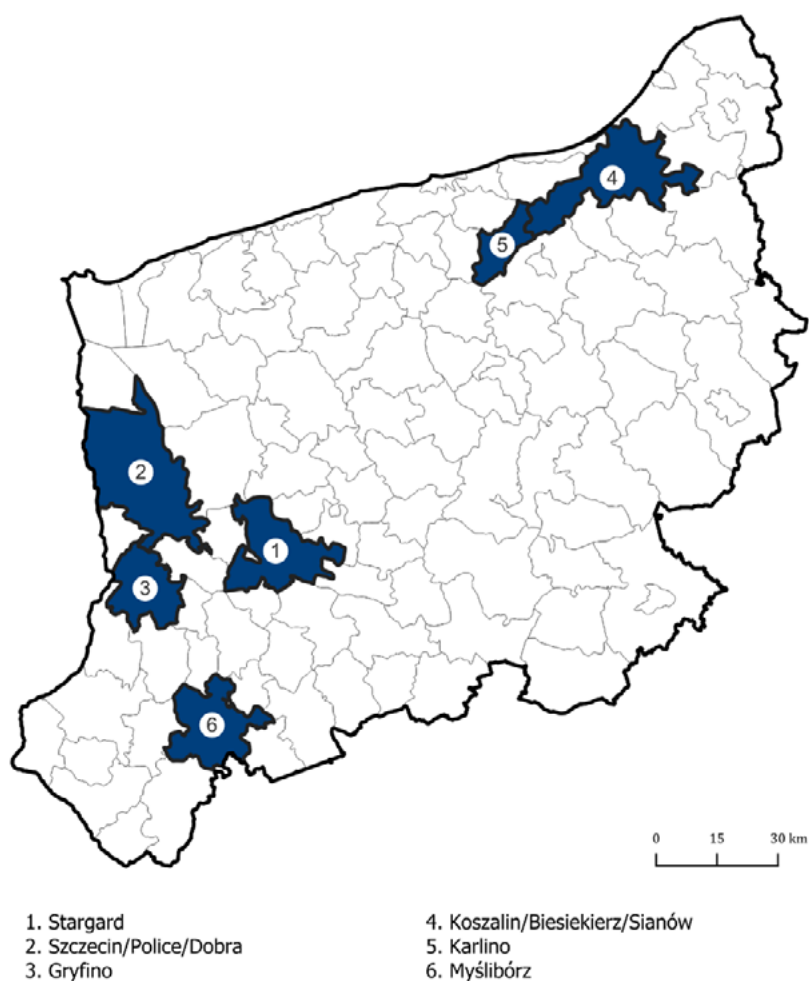
W województwie zachodniopomorskim poziom ryzyka konfliktów społecznych wobec centrów danych jest najsilniej związana z wysokim udziałem terenów cennych przyrodniczo, rozproszoną strukturą osadniczą i silną funkcją turystyczną w niektórych częściach województwa, szczególnie w pasie nadmorskim, co zwiększa wrażliwość społeczną na inwestycje infrastrukturalne. Globalne doświadczenia pokazują, że główne źródła sprzeciwu dotyczą nie samego istnienia inwestycji, lecz braku transparentności w zakresie zużycia wody i energii, hałasu, wpływu na środowisko oraz poczucia nierównego traktowania lokalnych mieszkańców w sytuacjach kryzysowych.

Rekomenduje się wykorzystanie atutu województwa, jako regionu o potencjale do rozwijania „zielonych centrów danych”, opartych na energii odnawialnej i rozwiązaniach ograniczających presję na lokalne zasoby wodne oraz krajobrazowe. Ponadto rekomenduje się, aby inwestorzy systematycznie wdrażali standardy transparentności środowiskowej (publiczne raportowanie zużycia wody i energii), stosowanie uznanych systemów certyfikacji środowiskowej (LEED, BREEAM), projektowanie stref buforowych zieleni, ograniczanie emisji światła i hałasu na etapie projektowym oraz prowadzenie konsultacji społecznych na wczesnym etapie lokalizacyjnym. W efekcie można uzyskać zwiększenie społecznej akceptowalności inwestycji, ograniczenie ryzyka protestów i opóźnień administracyjnych, a w przypadku celu „zielonych centrów danych” również wzmocnienie wizerunku regionu jako odpowiedzialnego gospodarza infrastruktury cyfrowej oraz budowa długoterminowego zaufania pomiędzy inwestorami a społecznościami lokalnymi.

12.2. OBSZARY O POTENCJALE LOKALIZACYJNYM DLA CENTRÓW DANYCH

W oparciu o analizy przestrzenne, desk research i opinie ekspertów można wskazać szereg lokalizacji, które warto rozważyć pod kątem umiejscowienia nowych obiektów centrów danych. Każda z nich cechuje się innymi walorami i ograniczeniami, a ich ocena opiera się o analizę potencjałów na pewnym stopniu generalizacji, co sprawia, że muszą być przefiltrowane przez specyficzne wymagania inwestorów i lokalne uwarunkowania. Rekomendacje przestrzenne podzielono na dwa rodzaje lokalizacji – priorytetowe i drugiego rzędu.

Na podstawie analiz można wskazać 6 priorytetowych obszarów, w których lokalizacja data center powinna być najkorzystniejsza. Są to rejony: Stargard, Szczecin/Police/Dobra, Gryfino, Koszalin/Sianów/Biesiekierz, Karlino oraz Myślibórz. W drugiej kolejności należy rozważyć rejony Sławno/Postomino, Polanów/Bobolice/Biały Bór, oraz okolice miasta Szczecinek. Okolice miasta Wałcz i rejonu Choszczno/Recz należy monitorować, bo pomimo dużych ograniczeń, ich znaczenie może wzrosnąć na bazie potencjału, który posiadają. Z kolei rejon gminy Barlinek oraz gminy Połczyn-Zdrój, pomimo dobrych wyników w bonitacji kilometrowej, mogą mierzyć się ze zbyt dużymi ograniczeniami prawnymi, aby lokować tam inwestycje.



Rysunek 12. Priorytetowe lokalizacje dla centrów danych w województwie zachodniopomorskim.

Źródło: opracowanie własne.

LOKALIZACJE PRIORYTETOWE:

1. REJON STARGARD

Atuty: W rejonie występują tereny najwyższej klasy wynikające z analizy przestrzennej, za sprawą bardzo dobrej dostępności infrastruktury elektroenergetycznej i komunikacyjnej. Rejon cechuje się też dobrą dostępnością terenów inwestycyjnych oferowanych przez podmioty publiczne i połączeń transportowych (trasa S10). Bliskość Szczecina jest szczególną zaletą w kontekście rekrutacji wykwalifikowanej siły roboczej i możliwości współpracy z uczelniami.

Ograniczenia: Rejon jest silnie zurbanizowany, co wymaga weryfikacji lokalizacji pod kątem uciążliwości dla mieszkańców. Ponadto ograniczenie stanowią obszerne tereny powodziowe przy rzece Ina, przecinającej miasto Stargard.

Tereny dla inwestorów: Preferowane lokalizacje obejmują działki w Parku Przemysłowym Nowoczesnych Technologii na południu Stargardu. Pozwala to uniknąć wszystkich wskazanych ograniczeń. Powierzchnia działek waha się od ok. 1 do kilkudziesięciu hektarów. Alternatywą są tereny przy trasie S10 na terenie Stargardu.

Rodzaj inwestorów: Rejon jest dobrym wyborem dla inwestorów regionalnych i międzynarodowych ze względu na dobrą dostępność transportową, infrastrukturalną i różnorodność terenów inwestycyjnych.

2. REJON SZCZECIN/POLICE/DOBRA

Atuty: Rejon na granicy Szczecina, Polic i Dobrej cechuje się dużym potencjałem pod względem zasilania i dostępu do sieci GPZ. W aglomeracji Szczecina umiejscowione są węzły 220/110 kV z podwójnym zasilaniem (Enea Operator). Bliskość dużego ośrodka miejskiego jest szczególną zaletą w kontekście rekrutacji wykwalifikowanej siły roboczej, możliwości współpracy z uczelniami i obecności odbiorców biznesowych. Również funkcjonujące w Policach zakłady przemysłowe mogą stanowić część odbiorców biznesowych lub inwestorów w zakresie obiektów data center. Ponadto względnie blisko znajdują się odbiorcy biznesowi z sektora portowego i logistyki morskiej w Świnoujściu.

Ograniczenia: Gęstość zaludnienia w Szczecinie i bezpośrednim otoczeniu wymaga weryfikacji skali inwestycji, tak aby nie rzutowała na jakość życia mieszkańców. Należy liczyć się także z wyższymi cenami nieruchomości i prac budowlanych. Zbyttna bliskość linii kolejowych i lotniska mogą wpływać na płynność funkcjonowania sprzętu IT, co musi zostać zweryfikowane przez inwestora.

Tereny dla inwestorów: W rejonie należy szukać dostępnych działek w okolicy miejscowości Tanowo i Witorza w gminie Police oraz na granicy Szczecina z gminą Dobra. W bazie PAIH nie są umieszczone oferty w tej okolicy.

Rodzaj inwestorów: Lokalizacja jest dobra dla inwestorów lokalnych, regionalnych i międzynarodowych poszukujących miejsca dla średniej i małej skali obiektów, dla których konieczna jest bliskość rynków zbytu. Ponadto jest to dobra lokalizacja dla inwestorów, którzy już prowadzą działalność gospodarczą we wskazanym rejonie i chcą wybudować centrum danych na własny użytek.

3. REJON GRYFINO

Atuty: Gmina Gryfino stanowi dobre miejsce do lokalizacji centrów danych w regionie dzięki układowi infrastrukturalnemu i energetycznemu. Kluczowym atutem jest istniejąca Elektrownia Dolna Odra, gdzie zbiegają się linie o mocy 400 kV, 220 kV i 110 kV, a także możliwość wykorzystania w przyszłości terenów

po likwidowanej części bloków węglowych. Dodatkowym potencjałem jest planowana budowa magazynu energii, która może znacząco zwiększyć stabilność sieci. Gmina leży również w sąsiedztwie Szczecina, co zapewnia dostęp do wykwalifikowanej kadry, zaplecza akademickiego oraz rynku odbiorców biznesowych.

Ograniczenia: Należy zwrócić uwagę na potencjalne ograniczenia związane z działaniami modernizacyjnymi i inwestycyjnymi w zakresie elektroenergetyki, które mogą wpływać na harmonogramy inwestycji.

Tereny dla inwestorów: Gmina oferuje jedną działkę inwestycyjną o powierzchni 4.68 ha z możliwością rozszerzenia, której przeznaczeniem w planie miejscowym jest zabudowa produkcyjna, składy, magazyny. W niedalekiej przyszłości mogą do tego dołączyć tereny po wygaszonych blokach węglowych elektrowni.

Rodzaj inwestorów: Lokalizacja jest szczególnie atrakcyjna dla lokalnych i regionalnych inwestorów poszukujących stabilnego i redundantnego zasilania. Szczególnie dotyczy to podmiotów, których horyzont inwestycji zbiega się z zakończeniem inwestycji elektroenergetycznych.

4. REJON KOSZALIN/BIESIEKIERZ/SIANÓW

Atuty: Lokalizacja posiada rosnący potencjał ze względu na inwestycje Energa-Operator oraz rozwój sieci światłowodowych. Koszalin jako drugie największe miasto regionu posiada atuty związane z rekrutacją wykwalifikowanej siły roboczej i możliwości współpracy z uczelniami. Obszar posiada dobry dostęp do infrastruktury drogowej.

Ograniczenia: Lokalizacja jest położona z dala od międzynarodowych lotnisk i ośrodków o znaczeniu ponadregionalnym, co może rzutować na gorszą dostępność transportową i dostępność rynków zbytu. Będzie to szczególnie istotne dla inwestorów międzynarodowych.

Tereny dla inwestorów: Największym potencjałem cechują się obszary w okolicy drogi ekspresowej S6, czyli w północno-zachodniej części Koszalina, w centralnej części gminy Sianów i w północnej części gminy Biesiekierz (oraz przy drodze 112 prowadzącej do niej).

Rodzaj inwestorów: Lokalizacja jest dobra dla lokalnych inwestorów poszukujących miejsca dla średniej i małej skali obiektów lub dla inwestorów publicznych i z sektora szkolnictwa wyższego.

5. REJON KARLINO

Atuty: Obszar cechuje się bardzo dobrą dostępnością terenów inwestycyjnych oferowanych w ramach SSE. Ponadto leży w bardzo bliskiej odległości od sieci elektroenergetycznej o mocy 400 kV i posiada na swoim terenie kilka osobnych GPZ z sieci 110 kV. Chociaż tereny nie leżą na trasie dróg szybkiego ruchu, to Karlino położone jest blisko (ok. 25 km) od E28 i S11.

Ograniczenia: Podstawowym ograniczeniem jest dostępność transportowa w kontekście międzynarodowym oraz brak bezpośredniego dostępu do dużych rynków zbytu.

Tereny dla inwestorów: Gmina oferuje 5 działek inwestycyjnych, których powierzchnia waha się od 2 do 163 ha. Są zlokalizowane w okolicy drogi Koszalińskiej/Szczecińskiej w Karlinie prowadzącej do trasy S6 i S11.

Rodzaj inwestorów: Rejon jest dobrym wyborem dla inwestorów regionalnych i międzynarodowych (w przypadku akceptacji ograniczeń transportowych) ze względu na dobrą dostępność infrastruktury i bardzo dobrą dostępność terenów inwestycyjnych. Działka o wielkości 163 ha spełnia kryteria powierzchniowe inwestycji hiperskalowych.

6. REJON MYŚLIBÓRZ

Atuty: Gmina cechuje się jednym z najwyższych potencjałów w ujęciu bonitacyjnym według danych statystycznych, łącząc większość walorów istotnych dla obiektów data center. Znajduje się na trasie drogi S6 między Szczecinem a Gorzowem Wielkopolskim zapewniając łatwy dostęp odbiorców biznesowych i wykwalifikowanej kadry. Ponadto zaledwie 150 km dzieli gminę od lotniska w Berlinie. Przez gminę przebiega także linia elektroenergetyczna o mocy 400 kV.

Ograniczenia: Gmina jest oddalona od większych ośrodków regionalnych i nie ma bezpośredniego powiązania z odbiorcami biznesowymi.

Tereny dla inwestorów: Na terenie gminy, w Renicach, znajduje się jedna działka inwestycyjna o powierzchni 27.8 ha. Jest umiejscowiona w sąsiedztwie trasy S3 i drogi krajowej prowadzącej do przejścia granicznego w Kostrzynie nad Odrą.

Rodzaj inwestorów: Rejon jest dobrym wyborem dla każdego rodzaju inwestorów prywatnych. Jedyne ograniczenie stanowi realizacja inwestycji hiperskalowych.

LOKALIZACJE DRUGIEGO RZĘDU

7. REJON SŁAWNO/POSTOMINO

Atuty: Obszar cechuje się bardzo dobrym dostępem do infrastruktury energetycznej, będąc na osi linii o mocy 400 kV i kilku linii o mocy 110 kV. Rejon jest w dużej mierze pokryty strefami rozwoju energetyki wiatrowej. Ponadto Sławno leży na trasie drogi ekspresowej S6, w środku drogi między Koszalinem, a Słupskiem, blisko granicy województwa.

Ograniczenia: Zasadniczą wadą obszaru jest zła dostępność międzynarodowa i daleka odległość od ponadregionalnych ośrodków miejskich, a co za tym idzie od odbiorców biznesowych.

Tereny dla inwestorów: W Sławnie znajduje się jedna działka w ramach Strefy Gospodarczej Gminy Sławno, której maksymalna powierzchnia wynosi 20 ha. Jest ona położona na wschodzie miasta, w pobliżu węzła drogi S6. Alternatywą do rozważenia są tereny na przełomie granicy gmin Sławno i Postomino niedaleko rzeki Wieprz.

Rodzaj inwestorów: Teren może sprzyjać inwestorom publicznym oraz inwestorom regionalnym, dla których bliskość rynku zbytu i osadzenie w konkretnym województwie nie jest kluczowe.

8. REJON POLANÓW/BOBOLICE

Atuty: Obszar na styku gmin jest punktem zbiegu infrastruktury elektroenergetycznej i transportowej. Przebiegają tamteży linie elektroenergetyczne o mocy 110 kV, 220 kV i 400 kV. W tym obszarze znajdują się tereny najwyższych klas z analizy przestrzennej (głównie w gminie Polanów) i nie występują większe zagrożenia środowiskowe, ani tereny chronione. Blisko znajduje się trasa ekspresowa S11 i kilka różnych dróg krajowych, zapewniających pośrednie połączenie ze średnimi i większymi ośrodkami regionu.

Ograniczenia: Zasadniczą wadą terenu jest brak działek inwestycyjnych w bazie PAIH oraz duża odległość od ponadregionalnych ośrodków miejskich. Lokalizacja wymaga weryfikacji pod kątem dostępności redundantnych połączeń światłowodowych o niskiej latencji.

Tereny dla inwestorów: Wobec braku dostępnych terenów inwestycyjnych rekomenduje się lokalizację w bezpośrednim sąsiedztwie trasy S11 w Bobolicach lub w południowej części gminy Polanów – między miejscowościami Kępiny i Kania.

Rodzaj inwestorów: Teren może sprzyjać inwestorom lokalnym, dla których bliskość rynku zbytu nie jest kluczowa.

9. REJON MIASTA SZCZECINEK

Atuty: Miasto posiada tereny wysokiej klasy według analizy przestrzennej w siatce kilometrowej. Jest to 6 największe miasto województwa i największe miasto w zachodnio-południowej części województwa, z dobrymi połączeniami drogowymi (S11) i kolejowymi. Może to sprzyjać zachęceniu wykwalifikowanej kadry do relokacji. W okolicy miasta zbiegają się też linie elektroenergetyczne o mocy 110 kV, 220 kV i 400 kV.

Ograniczenia: Wadą terenu jest znaczne oddalenie od dużych ośrodków miejskich o znaczeniu ponadregionalnym, a co za tym idzie brak dostępnego rynku zbytu oraz ograniczona możliwość rekrutacji kadry na miejscu inwestycji. Ponadto gmina nie posiada działek inwestycyjnych.

Tereny dla inwestorów: Rekomenduje się lokalizację w pobliżu trasy S11, przede wszystkim na południu miasta – przy węzłach przy ul. Leśnej i miejscowości Miękowo. Bliskość terenów przemysłowych w tych obszarach gwarantuje dostęp do infrastruktury przesyłowej oraz brak oporu społecznego.

Rodzaj inwestorów: Lokalizacja jest dobra dla inwestorów publicznych, dla których bliskość rynku zbytu nie jest kluczowa.

10. REJON MIASTA WAŁCZ

Atuty: Miasto posiada duży potencjał do wytwarzania energii z OZE. Leży w połowie drogi między Szczecinem a Bydgoszczą, na trasie budowanej drogi S10. Cechuje się też najwyższym łącznym nasyceniem VHCN w regionie. Jest to lokalizacja, której potencjał może zwiększać z czasem i warto go obserwować.

Ograniczenia: Obecnym ograniczeniem pozostaje sieć elektroenergetyczna – w okolicy miasta jest zlokalizowany tylko jeden GPZ i jedna linia o mocy 110 kV. Miasto nie posiada również działek inwestycyjnych.

Tereny dla inwestorów: Preferowanymi lokalizacjami są tereny na wschodzie i na północy miasta, przy trasie S10, w pobliżu obiektów przemysłowych i elektrowni słonecznej.

Rodzaj inwestorów: Lokalizacja jest dobra dla inwestorów publicznych, dla których bliskość rynku zbytu nie jest kluczowa, oraz którzy mogą silniej lobbować za rozbudową infrastruktury elektroenergetycznej.

11. REJON CHOSZCZNO/RECZ

Atuty: Rejon posiada dobry dostęp do podstawowej infrastruktury technicznej dla data center i bardzo ograniczony wpływ zagrożeń środowiskowych. Teren posiada potencjał do wytwarzania energii z elektrowni słonecznych. Wartość tego obszaru dla centrów danych będzie rosła wraz z budową trasy S10 i możliwymi inwestycjami towarzyszącymi.

Ograniczenia: Główną barierą w lokalizacji inwestycji jest dostęp do infrastruktury elektroenergetycznej – gminy posiadają na swoim terenie jedynie sieci 110 kV i zaledwie dwa Główne Punkty Przyłączeniowe. Ponadto rzeka Ina może stanowić zagrożenie powodziowe w niewielkiej skali dla jej pobliskich terenów.

Tereny dla inwestorów: Preferowanymi lokalizacjami mogą być tereny przy miejscowości Wielgoszcz lub na północ od miasta Choszczno przy drodze 151. Niemniej warto przeprowadzić ponowne rozeznanie w dostępności terenów inwestycyjnych po zakończeniu budowy trasy S10.

Rodzaj inwestorów: Aktualnie lokalizacja może być dobra jedynie dla lokalnych inwestorów, jednak w przeciągu kilku lat sytuacja może obrócić się na korzyść inwestorów publicznych lub inwestorów regionalnych.

12. REJON GMINY BARLINEK ORAZ REJON GMINY POŁCZYN-ZDRÓJ

Atuty: Oba obszary posiadają dużo terenów o najwyższych klasach według analizy przestrzennej w siatce kilometrowej, co oznacza, że mają dobry dostęp do podstawowej infrastruktury energoelektrycznej i telekomunikacyjnej, oraz niewielkie zagrożenia środowiskowe.

Ograniczenia: Oba obszary nie posiadają ponadprzeciętnych potencjałów. Są również bardzo blisko, lub częściowo na obszarach chronionych krajobrazów, co sprawia, że warunki realizacji inwestycji infrastrukturalnych mogą podlegać dodatkowym obostrzeniom.

Tereny dla inwestorów: W gminie Barlinek obszarami wartymi weryfikacji są miejscowości Moczkowo i Mostkowo, a w gminie Połczyn-Zdrój – samo miasto lub jego okolice, takie jak miejscowość Międzybórze.

Rodzaj inwestorów: Aktualnie lokalizacja może być dobra jedynie dla lokalnych inwestorów, którzy są świadomi ograniczeń terenów i rygorów związanych z ochroną terenów cennych przyrodniczo.



BIBLIOGRAFIA

1. Grand View Research. *Data Center Market (2025 - 2030)*. Źródło: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/data-center-market-report>
2. PwC (2025) *Data center scaling in the age of AI: A blueprint for transforming data center challenges into opportunities*.
3. Gray (2025). *The Data Center Industry Is Booming*. Źródło: <https://www.gray.com/insights/the-data-centerindustry-is-booming/>
4. Goldman Sachs (2025). *How AI Is Transforming Data Centers and Ramping Up Power Demand*. Źródło: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/how-ai-is-transforming-data-centers-and-ramping-up-powerdemand>
5. PwC (2025) *Data center scaling in the age of AI: A blueprint for transforming data center challenges into opportunities*.
6. PwC (2025) *Data center scaling in the age of AI: A blueprint for transforming data center challenges into opportunities*.
7. Batson A., (2025). *North America Data Center Report Midyear 2025*. JLL. Źródło: <https://www.jll.com/en-us/insights/market-dynamics/north-america-data-centers>
8. Ramachandran K., Stewart D., Hardin K., Crossan G., Bucaille A., (2024). *As generative AI asks for more power, data centers seek more reliable, cleaner energy solutions*. Deloitte Center for Technology Media & Telecommunications. Źródło: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-mediaand-telecom-predictions/2025/genai-power-consumption-creates-need-for-more-sustainable-data-centers.html>
9. GWorld Bank (2023). *Green data centers: towards a sustainable digital transformation A practitioner's guide*. World Bank.
10. Climate Neutral Data Center (2025). Źródło: <https://www.climateneutraldatacentre.net/>
11. Schaap P., (2024). *Forget FLAPD – here are the next data centre hotspots*. Soben. Źródło: <https://sobencc.com/insights/forget-flapd-here-are-the-next-data-centre-hotspots-soben/>
12. Adams H.S., (2024). *CBRE: Low Vacancy Rates in FLAPD Data Centre Markets*. Data Centre Magazine. Źródło: <https://datacentremagazine.com/data-centres/cbre-low-vacancy-rates-in-flapd-data-centre-markets>
13. RRosslowe Ch., Petrovich B., (2025). *Decoupled: how Spain cut the link between gas and power prices using renewables*. EMBER. Źródło: <https://ember-energy.org/latest-insights/decoupled-how-spain-cut-the-link-between-gas-and-power-prices-using-renewables/>
14. Eurostat (2025). *Electricity price statistics*. Źródło: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_non-household_consumers
15. Pendyk, K. (red.) (2024). *Mapa trendów Data Center w Polsce*. Warszawa: Instytut Spraw Cyfrowych, we współpracy z Forum Prawo dla Rozwoju. ISBN 978-83-950595-2-0. Źródło: <https://digitalaffairs.institute/produkt/mapa-trendow-data-center-w-polsce-raport/>

16. Audytel S.A., (2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
17. Olszynka P., (2024) *Do 2030 roku polski rynek data center potroi zasoby mocy*. PMR Market Experts. Źródło: <https://pmrmarketexperts.com/my-w-mediach/do-2030-roku-polski-rynek-data-center-potroi-zasoby-mocy/>
18. Audytel S.A., (2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
19. Wieczorek J., (b.d.). *Klasyfikacja TIER centrum danych (DataCenter)*. Centralny Ośrodek Informatyki, POPC Wsparcie. Źródło: <https://www.gov.pl/web/popcwsparcie/klasyfikacja-tier-centrum-danych-datacenter>.
20. Pendyk, K. (red.) (2024). *Mapa trendów Data Center w Polsce*. Warszawa: Instytut Spraw Cyfrowych, we współpracy z Forum Prawo dla Rozwoju. ISBN 978-83-950595-2-0. Źródło: <https://digitalaffairs.institute/produkt/mapa-trendow-data-center-w-polsce-raport/>
21. Pendyk, K. (red.) (2024). *Mapa trendów Data Center w Polsce*. Warszawa: Instytut Spraw Cyfrowych, we współpracy z Forum Prawo dla Rozwoju. ISBN 978-83-950595-2-0. Źródło: <https://digitalaffairs.institute/produkt/mapa-trendow-data-center-w-polsce-raport/>
22. Hiroki N., Delage R., Nakata T., Kozai M., (2025). *Integrating Location Planning and Spatio-Temporal Workload Shifting for 100% Renewable Energy Data Centers: A Case Study in Japan*. Energy Strategy Reviews 61: 101823. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101823>
23. Ayyildiz E., Yildirim B., Aydin N., (2025). *Location Selection Methodology for Data Center with Renewable Energy Integration*. Renewable Energy 250: 123270. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.123270>
24. Cáceres C.R., Sandberg M., Sotoca A., (2024). *Planning Data Center Locations in Swedish Municipalities: A Comparative Case Study of Luleå and Stockholm*. Cities 150: 105063. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105063>.
25. Arzumanyan M., Calzado E.R., Lin N., Bahadur V., Das J., Ko T.L., Koesterke L., (2025). *Geospatial Suitability Analysis for Data Center Placement: A Case Study in Texas, USA*. Sustainable Cities and Society 131: 106687. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106687>
26. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Szczecinie (b.d.). *Zachodniopomorskie w liczbach*. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Szczecinie. Źródło: <https://www.gov.pl/web/rdos-szczecin/zachodniopomorskie-w-liczbach>
27. Microsoft (b.d.). *Project Natick Phase 2*. Źródło: <https://natick.research.microsoft.com/>
28. Główny Urząd Statystyczny. (2024). *Ochrona środowiska 2024*. Warszawa: GUS.
29. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. (2025). *Ocena jakości wód podziemnych na podstawie wyników regionalnego monitoringu wód podziemnych uzyskanych w roku 2024 z terenu województwa zachodniopomorskiego. Szczecin: Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Szczecinie*.
30. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. (2025). *Ocena jakości wód podziemnych na podstawie wyników regionalnego monitoringu wód podziemnych uzyskanych w roku 2024 z terenu województwa zachodniopomorskiego. Szczecin: Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Szczecinie*.
31. Klimaszewska E., Opaczewska K., (2025). *Województwo zachodniopomorskie w liczbach 2024*. Zachodniopomorski Ośrodek Badań Regionalnych GUS. ISSN 1896-2696. Szczecin.
32. Langowski W. (2024). *Prawne zagadnienia budowy centrów danych (data centers)*. PMR Construction Insight: Poland, nr 12 (285), grudzień 2024.
33. Langowski W. (2024). *Prawne zagadnienia budowy centrów danych (data centers)*. PMR Construction Insight: Poland, nr 12 (285), grudzień 2024.

34. Nieruchomości Orange (2024). *Data center w Polsce. Jak wybrać działkę pod centrum danych?* Nieruchomości Orange. Źródło: <https://www.nieruchomosci.orange.pl/blog/data-center-w-polsce-jak-wybrac-dzialke-pod-centrum-danych>
35. PAIH (2025). *Baza ofert terenów inwestycyjnych w Polsce*. Polska Agencja Inwestycji i Handlu S.A. Źródło: <https://baza.paih.gov.pl/>
36. Słupska Specjalna Strefa Ekonomiczna (2025). *Podstrefy SSSE*. Źródło: <https://sse.slupsk.pl/podstrefy-ssse/>
37. Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego (2021). *Program ochrony środowiska województwa zachodniopomorskiego 2030*. Szczecin: UMWZ.
38. Marosz M., Biernacik D., Wasielewska K., Kitowski M., Kusek K., (2025). *Charakterystyka wybranych elementów klimatu w Polsce w 2024 roku – podsumowanie*. IMGW. Źródło: <https://imgw.pl/charakterystyka-wybranych-elementow-klimatu-w-polsce-w-2024-roku-podsumowanie/>
39. Centrum Modelowania Meteorologicznego. IMGW. Źródło: <https://modele.imgw.pl/>
40. Atlas warunków solarnych. IMGW. Źródło: https://klimat.imgw.pl/pl/solar-atlas/#sis/Yearly/2014/12/08/Multiyear_yearly_mean/
41. Metar-TAF (b.d). *Weather in West Pomerania*. Źródło: <https://metar-taf.com/climate/west-pomerania>.
42. Obserwator IMGW (2023). *AMEW-PL – pierwszy cyfrowy Atlas małej energetyki wiatrowej dla Polski*. IMGW. Źródło: <https://obserwator.imgw.pl/2023/05/10/amew-pl-pierwszy-cyfrowy-atlas-malej-energetyki-wiatrowej-dla-polski/>
43. Główny Urząd Statystyczny (2024). *Ochrona środowiska 2024*. Warszawa: GUS.
44. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2025). *Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2024: Zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska*. Warszawa: GIOŚ.
45. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2025). *Roczna ocena jakości powietrza w województwie zachodniopomorskim: Raport wojewódzki za rok 2024. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Szczecinie*. Szczecin: GIOŚ.
46. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2024). *Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie zachodniopomorskim. Raport wojewódzki za lata 2019–2023*. Szczecin: Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Szczecinie, Departament Monitoringu Środowiska GIOŚ.
47. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2024). *Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie zachodniopomorskim. Raport wojewódzki za lata 2019–2023*. Szczecin: Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Szczecinie, Departament Monitoringu Środowiska GIOŚ.
48. Arzumanyan M., Calzado E.R., Lin N., Bahadur V., Das J., Ko T.L., Koesterke L., (2025). *Geospatial Suitability Analysis for Data Center Placement: A Case Study in Texas, USA*. *Sustainable Cities and Society* 131: 106687. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106687>
49. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (2025). *Hydroportal – ISOK*. Źródło: https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/
50. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu (b.d.). *Mapy Zagrozenia i Mapy Ryzyka Powodziowego*. RZGWwW. Źródło: <https://www.gov.pl/web/wody-polskie-wroclaw/mapy-zagrozenia-i-mapy-ryzyka-powodziowego>
51. Ascierto Rh., Brown Ch., Dickerman F., Van Loo R. (2021). *Global data center staffing forecast 2021-2025*. Uptime Institute, UI Intelligence report 43.

52. Dotan T., (2025). *The AI Data-Center Boom Is a Job-Creation Bust*. The Wall Street Journal. Źródło: <https://www.wsj.com/tech/ai-data-center-job-creation-48038b67>
53. OPTRIUM (2025). *How Many People Are Needed to Run a Data Centre?* OPTRIUM. Źródło: https://optrium.co.uk/how-many-people-are-needed-to-run-a-data-centre/#Key_Points
54. Mróz M., Świeboda A. (2023). *Barometr zawodów. Raport podsumowujący badanie w województwie zachodniopomorskim*. Wojewódzki Urząd Pracy w Szczecinie.
55. Fundacja Edukacyjna „Perspektywy” (2025). *Metodologia Rankingu Kierunków Studiów 2025*. Ranking Szkół Wyższych Perspektywy. Źródło: <https://2025.ranking.perspektywy.pl/tekst/metodologia-rankingu-kierunkow-studiow-2025/>
56. Fundacja Edukacyjna „Perspektywy” (2025). *Metodologia Rankingu Kierunków Studiów 2025*. Ranking Szkół Wyższych Perspektywy. Źródło: <https://2025.ranking.perspektywy.pl/tekst/metodologia-rankingu-kierunkow-studiow-2025/>
57. Kokotek M., Kornecki J., Kowalski A., Pierzchała M., Ulatowska R., (2025). *Analiza innowacyjności zachodniopomorskich przedsiębiorstw oraz ich zapotrzebowania na usługi z zakresu działalności badawczo-rozwojowo-innowacyjnej*. Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego. Źródło: <https://innowacje.wzp.pl/bez-kategorii/analiza-innowacyjnosci-zachodniopomorskich-przedsiębiorstw/>
58. ZUT 2.0 - Nowoczesny Zintegrowany Uniwersytet/ POWER. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. Źródło: <https://www.zut.edu.pl/dps/realizowane-projekty/zut-20-nowoczesny-zintegrowany-uniwersytet-power.html>
59. Dział Współpracy Międzynarodowej (2025). *Dział Współpracy Międzynarodowej rozpoczął działalność*. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. Źródło: <https://www.zut.edu.pl/zut-pracownicy/aktualnosci/informacje-biezace/informacja/article/dzial-wspolpracy-miedzynarodowej-rozpoczal-dzialalnosc.html>
60. Politechnika Morska Szczecin (b.d.). *Akademickie Centrum Szkoleniowe MUSTC*. Źródło: <https://mustc.pm.szczecin.pl/gwo/>
61. Politechnika Morska Szczecin (b.d.). *Współpraca z zagranicą*. Źródło: <https://pm.szczecin.pl/pl/struktura/dzialy/dzia-rozwoju/wspolpraca-z-zagranic/>
62. Fundacja Perspektywy (2022). *Politechnika Koszalińska częścią Uniwersytetu Europejskiego*. Źródło: https://perspektywy.pl/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=7453&catid=24&Itemid=119
63. Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego, Wydział Zarządzania Strategicznego, Centrum Inicjatyw Gospodarczych (2022). *Inteligentne specjalizacje województwa zachodniopomorskiego. Szczecin*. Źródło: https://smart.wzp.pl/sites/default/files/pliki/inteligentne_specjalizacje_województwa_zachodniopomorskiego_zm.pdf
64. Audytel S.A., (2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
65. Data Centers (2025). *Power Redundancy Explained: How Many Feeds Does Your Data Center Need?* DataCenters. Źródło: <https://www.datacenters.com/news/power-redundancy-explained-how-many-feeds-does-your-data-center-need>
66. Audytel S.A., (2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
67. ENEA Operator Sp. z o.o. (2014). *Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (tekst ujednolicony)*. Uwzględniająca karty aktualizacji nr 1/2014–32/2024. Poznań.

68. PTPiREE (2024). *Energetyka. Dystrybucja. Przesył*. Poznań: Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej. Źródło: https://ptpiree.pl/wp-content/uploads/2024/08/raport_ptpiree_2024.pdf
69. Energa-Operator S.A., (2025). *Wyłączenia bieżące*. Źródło: <https://energa-operator.pl/uslugi/awarie-i-wylaczenia/wylaczenia-biezace>.
70. Mieller R. (2009). *Emerson looks to a solar future*. Data Center Knowledge. Źródło: <https://www.datacenterknowledge.com/business/emerson-looks-to-a-solar-future>
71. Miller, R. (2009). *Intel testing solar power for data centers*. Data Center Knowledge. Źródło: <https://www.datacenterknowledge.com/operations-and-management/intel-testing-solar-power-for-data-centers>
72. Goiri, Í., Katsak, W., Le, K., Nguyen, T. D., Bianchini, R. (2013). *Parasol and GreenSwitch: Managing datacenters powered by renewable energy*. ACM SIGPLAN Notices, 48(4), 51–64. <https://doi.org/10.1145/2499368.2451123>
73. Komisja Europejska (2024). *Zielona chmura i zielone centra danych. Kształtowanie cyfrowej przyszłości Europy, Komisja Europejska*. Źródło: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pl/policies/green-cloud>
74. Enea S.A., *Strategia rozwoju GK Enea do 2035 roku*. Źródło: <https://ir.enea.pl/informacje-dla-inwestorow/zalacznik/2753547>
75. PTPiREE, (2025). *Enea Operator utrzymuje bardzo dobre wskaźniki niezawodności – stabilność dostaw energii na najwyższym poziomie*. Źródło: <https://ptpiree.pl/aktualnosci/enea-operator-utrzymuje-bardzo-dobre-wskazniki-niezawodnosci-stabilnosc-dostaw-energii-na-najwyzszym-poziomie/>
76. PTPiREE, (2025). *Enea Operator utrzymuje bardzo dobre wskaźniki niezawodności – stabilność dostaw energii na najwyższym poziomie*. Źródło: <https://ptpiree.pl/aktualnosci/enea-operator-utrzymuje-bardzo-dobre-wskazniki-niezawodnosci-stabilnosc-dostaw-energii-na-najwyzszym-poziomie/>
77. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
78. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ. Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
79. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2024). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. (projekt aktualizacji, październik 2024)*. Warszawa: MKiŚ.
80. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2024). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. (projekt aktualizacji, październik 2024)*. Warszawa: MKiŚ.
81. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ. Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
82. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego w Szczecinie (2024). *Załącznik nr 1 do Wniosku na Zarząd Województwa Zachodniopomorskiego z dnia 3 lipca 2024 r.: „Potencjał i ograniczenia dla rozwoju energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim wobec planowanej zmiany ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw. Analiza dla elektrowni wiatrowych o mocy do 5 MW i odległości planowanej turbiny wiatrowej od budynków o funkcji mieszkalnej wynoszącej co najmniej 500 metrów.”* Szczecin: RBGPWZ.

83. Jastrzębski L. (red.) (2018). *Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej i ciepła w województwie zachodniopomorskim. Wyzwania dla polityki przestrzennej*. Szczecin: Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego w Szczecinie.
84. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ. Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
85. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2024). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. (projekt aktualizacji, październik 2024)*. Warszawa: MKiŚ.
86. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2024). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. (projekt aktualizacji, październik 2024)*. Warszawa: MKiŚ.
87. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2024). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu do 2030 r. (projekt aktualizacji, październik 2024)*. Warszawa: MKiŚ.
88. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ. Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
89. Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego (2025). *Karta charakterystyki energetycznej województwa zachodniopomorskiego w zakresie wykorzystania OZE w produkcji energii elektrycznej (stan na 31.12.2024)*. Szczecin: RBGP WZ. Źródło: https://rbgp.pl/wp-content/uploads/2025/03/karta-OZE_WZP_2024.pdf
90. Audytel S.A.,(2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
91. Audytel S.A.,(2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A. .
92. Ministerstwo Cyfryzacji & Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy. (2025). *Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do Internetu. Województwo zachodniopomorskie*. Warszawa. Źródło: <https://internet.gov.pl>
93. Omnitron Systems (2024), *Fiber Connectivity in Data Centers: Discovering the Fundamentals of Seamless Operation*. Źródło: <https://www.omnitron-systems.com>
94. Ministerstwo Cyfryzacji & Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy. (2025). *Polska w zasięgu stacjonarnego dostępu do Internetu. Dane dla Polski*. Źródło: <https://internet.gov.pl>
95. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad (2025). *Mapa Stanu Budowy Dróg – województwo zachodniopomorskie*. GDDKiA. Źródło: <https://www.gov.pl/web/gddkia/msbd>
96. Urząd Lotnictwa Cywilnego (2025). *Podsumowanie wyników rynku lotniczego w 2024 roku*. Źródło: <https://ulc.gov.pl/aktualnosci/podsumowanie-wynikow-rynku-lotniczego-w-2024-roku>.
97. Tokarzewski T., (2025). *Lotnisko przed wielką inwestycją. Czas na nowy terminal pasażerski w Goleniowie*. Biuro prasowe, Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego. Źródło: <https://www.wzp.pl/biuro-prasowe/biuro-prasowe/aktualnosci/lotnisko-przed-wielka-inwestycja-czas-na-nowy-terminal-pasazerski-w-goleniowie>
98. Berlin Brandenburg Willy Brandt Airport (BER) (2025). *Traffic statistics*. Źródło: <https://corporate.berlin-airport.de/en/company-media/berlin-brandenburg-airport/verkehrsstatistik.html>

99. Europol (2025). *European Union terrorism situation and trend report*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2813/9841088101>.
100. Świącicki, I., & Karolak, M. (2025). *Methods of systemic funding for cybersecurity investments in the EU: Discussion paper*. Warszawa: Polish Economic Institute.
101. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2025). *The EU-Cybersecurity Index 2024: EU-level insights and next steps*. Publications Office of the European Union. DOI: 10.2824/7714867. ISBN: 978-92-9204-713-9.
102. Ministerstwo Cyfryzacji. (2025). *Rekordowe inwestycje w ochronę przed cyberatakami*. Źródło: <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/polska-inwestuje-rekordowe-srodky-w-ochrone-przed-cyberatakami>.
103. MIT Technology Review Insights (2023). *The Cyber Defense Index 2022/23*. Źródło: <https://www.technologyreview.com/2022/11/15/1063189/the-cyber-defenseindex-2022-23>
104. Estonian Centre of Information Security. *National Cyber Security Index – Poland profile*. Źródło: <https://ncsi.ega.ee/country/pl/>
105. Ministerstwo Cyfryzacji. (2024). *Rekordowe inwestycje w ochronę przed cyberatakami*. Źródło: <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/polska-inwestuje-rekordowe-srodky-wochone-przed-cyberatakami>
106. Kochanek, E. (2020). *Elektroenergetyczna infrastruktura krytyczna w województwie zachodniopomorskim – 10 lat po blackoucie*. Przegląd Zachodniopomorski, Uniwersytet Szczeciński.
107. Zachodniopomorski Urząd Wojewódzki (2023). *Wojewódzki Plan Zarządzania Kryzysowego – część I*.
108. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (2025). Ministerstwo Energii i PSE przedstawiają pakiet antyblackoutowy. Źródło: <https://www.pse.pl/-/ministerstwo-energii-i-pse-przedstawiaja-pakiet-antyblackoutowy>
109. Urząd Regulacji Energetyki (2025). *Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2024 roku*.
110. Urząd Regulacji Energetyki (2025). *Raport Prezesa URE 2023-2024. Warunki podejmowania i wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania, przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej i paliw gazowych oraz realizacja przez operatorów systemu elektroenergetycznego i gazowego planów rozwoju uwzględniających zaspokojenie obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną i paliwa gazowe*. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyk.
111. PGE Polska Grupa Energetyczna S.A (2025). *PGE Energia Odnawialna ogłosiła przetarg na budowę magazynu energii elektrycznej w Gryfinie*. Źródło: <https://www.gkpge.pl/grupa-pge/dla-mediow/komunikaty-prasowe/korporacyjne/pge-energia-odnawialna-oglosila-przetarg-na-budowe-magazynu-energii-elektrycznej-w-gryfinie>.
112. ENEA Operator (2025). *Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2026–2031 dla ENEA Operator Sp. z o.o. (projekt)*.
113. Audytel S.A.,(2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.
114. Urząd Regulacji Energetyki. (2025). *Charakterystyka rynku energii elektrycznej 2024*. Warszawa: URE. Źródło: <https://www.ure.gov.pl/pl/energia-elektryczna/charakterystyka-rynku/12744,2024.html>.
115. Urząd Regulacji Energetyki. (2025). *Charakterystyka rynku energii elektrycznej 2024*. Warszawa: URE. Źródło: <https://www.ure.gov.pl/pl/energia-elektryczna/charakterystyka-rynku/12744,2024.html>
116. Senhong Cai, & Zhonghua Gou. (2024). *Towards energy-efficient data centers: A comprehensive review of passive and active cooling strategies*. *Energy and Built Environment*. Wuhan University. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2024.08.009>.

117. Senhong Cai, & Zhonghua Gou. (2024). *Towards energy-efficient data centers: A comprehensive review of passive and active cooling strategies*. *Energy and Built Environment*. Wuhan University. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2024.08.009>.
118. Senhong Cai, & Zhonghua Gou. (2024). *Towards energy-efficient data centers: A comprehensive review of passive and active cooling strategies*. *Energy and Built Environment*. Wuhan University. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2024.08.009>.
119. Jiajie Li, & Zhengwei Li. (2020). *Model-based optimization of free cooling switchover temperature and cooling tower approach temperature for data center cooling system with water-side economizer*. *Energy and Buildings*, 227, 110407. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110407>
120. Metar-TAF (b.d). *Weather in West Pomerania*. Źródło: <https://metar- taf.com/climate/west-pomerania>
121. Prime East (2025). *5 kluczowych czynników wyboru gruntu pod Data Center*. Prime East - Real Estate Investment and Development Boutique. Źródło: <https://prime-east.com/pl/5-kluczowych-czynnikow-wyboru-gruntu-pod-data-center/>
122. Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego (2021). *Program ochrony środowiska województwa zachodniopomorskiego 2030*. Szczecin: UMWZ.
123. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. (2025). *Raport o stanie środowiska w Polsce 2025*. Warszawa: GIOŚ.
124. Główny Urząd Statystyczny (2024). *Ochrona środowiska 2024*. Warszawa: GUS.
125. Microsoft (2020). *Deutsche Telekom and Microsoft redefine partnership to deliver high-performance cloud computing experiences*. Microsoft. Źródło: <https://news.microsoft.com/source/2020/12/10/deutsche-telekom-andmicrosoft-redefine-partnership-to-deliver-high-performance-cloud-computing-experiences/>
126. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej (b.d.). *Wytyczne PPP*. Źródło: <https://www.ppp.gov.pl/wytyczne-ppp>
127. Otwarte dane (2025). *Baza umów w zakresie Partnerstwa Publiczno-Prywatnego*. Źródło: <https://dane.gov.pl/pl/dataset/4751.baza-umow-ppp>
128. Jadczak A., (2025) *Jak sektor publiczny i prywatny mogą wspólnie zbudować cyfrową przyszłość Polski*. ITwiz. Źródło: <https://itwiz.pl/jak-sektor-publiczny-i-prywatny-moga-wspolnie-zbudowac-cyfrowa-przyszloscpolski/>
129. Komisja Europejska (2025). *AI Factories. Shaping Europe's digital future*. Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology.
130. Jadczak A., (2025) *Jak sektor publiczny i prywatny mogą wspólnie zbudować cyfrową przyszłość Polski*. ITwiz, Źródło: <https://itwiz.pl/jak-sektor-publiczny-i-prywatny-moga-wspolnie-zbudowac-cyfrowa-przyszloscpolski/>
131. Saul J., Nicoletti L., Pogkas D., Bass D., Malik N., (2025). *AI Data Centers Are Sending Power Bills Soaring*. Bloomberg. Źródło: <https://www.bloomberg.com/graphics/2025-ai-data-centers-electricity-prices/>
132. McCauley P., Scanlan M., (2025). *Data centers consume massive amounts of water – companies rarely tell the public exactly how much*. The Conversation. Źródło: <https://theconversation.com/data-centers-consumemassive-amounts-of-water-companies-rarely-tell-the-public-exactly-how-much-262901>
133. Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*.

134. WUSA9, (2023), *Noise comparisons: Neighborhoods with and without data centers*. WUSA9. Źródło: www.youtube.com/watch?v=UYSlyn0NdtS
135. Baudouin (2023). *Data Centre Generators: How Baudouin Ensures Uninterrupted Power?* Société Internationale des Moteurs Baudouin. Źródło: <https://baudouin.com/engines-back-up-power-data-center-generator/>
136. Richardson K., (2024). *Understanding the impact of data center noise pollution*. Tech Target. Źródło: www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/Understanding-the-impact-of-data-center-noise-pollution
137. Jarzebowska A. (2025). *Czym są certyfikaty BREEAM, LEED i WELL?* CBRE. Źródło: <https://www.cbre.pl/insights/articles/certyfikacja-budynkow-komercyjnych>
138. PLGBC Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego. Źródło: <https://plgbc.org.pl/>
139. Audytel S.A.,(2025). *Rynek usług Data Center w Polsce*. Edycja 2025. Warszawa: Audytel S.A.

SPIS MAP

Rysunek 1. Uwarunkowania środowiskowe województwa.	37
Rysunek 2. Zagospodarowanie przestrzeni według wybranych kryteriów.	40
Rysunek 3. Zagrożenia osuwiskami i powodzią.	50
Rysunek 4. Umieszczenie szkół wyższych i technicznych na tle gęstości zaludnienia.	59
Rysunek 5. Sieć energetyczna i rozmieszczenie GPZ w województwie zachodniopomorskim.	73
Rysunek 6. Struktura i moc zainstalowana OZE w województwie zachodniopomorskim.	82
Rysunek 7. Informacje dot. potencjału i ograniczeń dla rozwoju energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim.	84
Rysunek 8. Infrastruktura transportowa w regionie.	102
Rysunek 9. Mapa bonitacyjna - lokalne potencjały rozwojowe.	145
Rysunek 10. Obszary z dwóch najwyższych klas po zsumowaniu stymulant i destymulant oraz zastosowaniu warunków koniecznych i wykluczających.	147
Rysunek 11. Obszary nieposiadające destymulant oraz podlegające warunkom koniecznym i wykluczającym.	148
Rysunek 12. Priorytetowe lokalizacje dla centrów danych w województwie zachodniopomorskim.	164

SPIIS TABEL

Tabela 1. Metodyka analizy „Ocena potencjału inwestycyjnego dla Data Centers na Pomorzu Zachodnim”.	18
Tabela 2. Trendy na rynku centrów danych w Polsce.	27
Tabela 3. Wyniki oceny czynników przez ekspertów w badaniu delfickim.	29
Tabela 4. Grupy uwarunkowań wpływających na lokalizację data center.	32
Tabela 5. Zapotrzebowanie kadrowe w podziale na specjalizację, w zależności od etapu cyklu życia data center.	54
Tabela 6. Ranking kierunków na uczelniach w województwie zachodniopomorskim.	61
Tabela 7. Wybrane elementy Inteligentnych Specjalizacji Województwa w oparciu o powiązanie z rynkiem data center.	66
Tabela 8. Wymagania techniczne, które determinują odporność energetyczną.	72
Tabela 9. Kluczowe inwestycje energetyczne i infrastrukturalne w województwie zachodniopomorskim.	75
Tabela 10. Podział na punkty adresowe w zależności od rodzaju zasięgu.	96
Tabela 11. Zakres przepustowości w województwie.	97
Tabela 12. Kluczowe inwestycje publiczne i komercyjne: TOP 5 udziału wszystkich inwestycji.	99
Tabela 13. SAID i SAIF dla OT Szczecin, rok 2023/2024.	112
Tabela 14. Wskaźniki bonitacji w podziale na klasy.	143
Tabela 15. Tabela warunków zastosowanych w mapie bonitacyjnej.	146
Tabela 16. Analiza porównawcza woj. zachodniopomorskiego z sąsiednimi regionami na podstawie wybranych, dostępnych wskaźników.	150

