



■ Dr inż. Andrzej Węgrzyn,
Lubuskie Stowarzyszenie Wodoru i Biometanu OZE

Wzrost resiliencji energetycznej gminy odpowiedzią na zagrożenia wojny hybrydowej

Wdobie rosnących napięć geopolitycznych i wojny hybrydowej odporność energetyczna lokalnych społeczności staje się filarem bezpieczeństwa narodowego. Na przykładzie projektu IZUE-Iłowa autor przedstawia model budowania „lokalnej resiliencji energetycznej i cyfrowej”, jako element systemu obrony cywilnej nowej generacji, łączący technologie OZE, wodoru i sztucznej inteligencji z edukacją i partycypacją mieszkańców.

Wprowadzenie: wojna hybrydowa i wymiar energetyczny

Wojna hybrydowa, jak wskazuje literatura krajów UE i NATO [1], [4], [5], obejmuje skoordynowane działania militarne i niemilitarne, w tym energetyczne, informacyjne i psychologiczne. Energia stała się jednym z głównych instrumentów nacisku i destabilizacji poprzez jej braki lub manipulacje dostawami, co prowadzi do paraliżu gospodarki i społeczeństwa. Dlatego odporność energetyczna gmin stanowi obecnie podstawę krajowego systemu bezpieczeństwa mitygującego zagrożenia wojny hybrydowej.

Resiliencja energetyczna jako nowy paradygmat bezpieczeństwa gmin

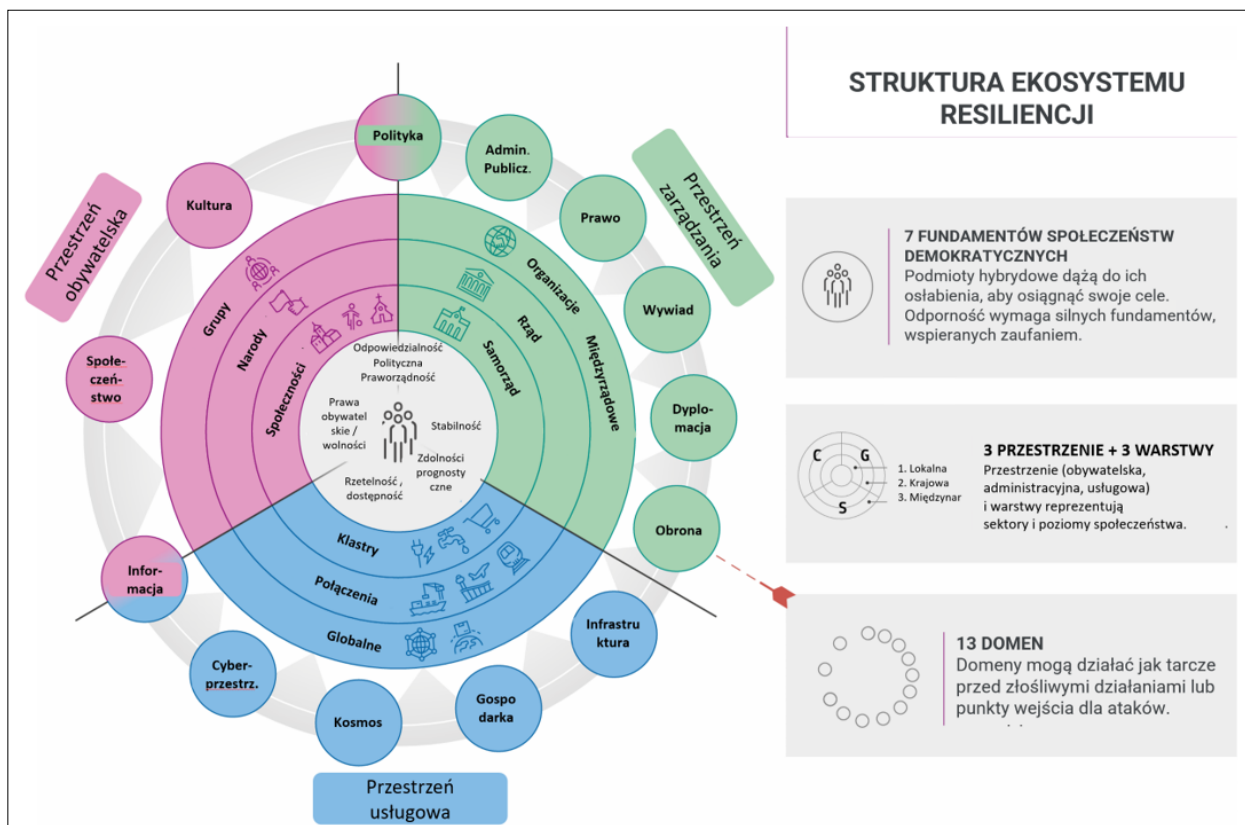
Zgodnie z koncepcją „Comprehensive Resilience Ecosystem” (CORE) [2] Komisji Europejskiej, odporność wobec za-

grożeń hybrydowych tworzy struktura 3 przestrzeni i 3 warstw, co przedstawiono na rysunku 1. Infrastruktura energetyczna należąca do przestrzeni usługowej

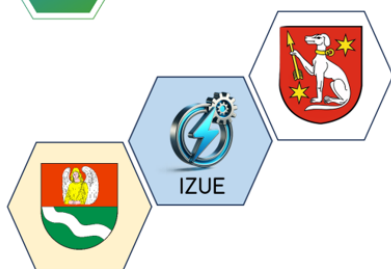
łączy w sobie trzy wymiary: niezależność wytwórczą, elastyczność magazynową oraz zdolność szybkiego przywrócenia ciągłości dostaw. W lokalnym



Fot.: pixabay.com



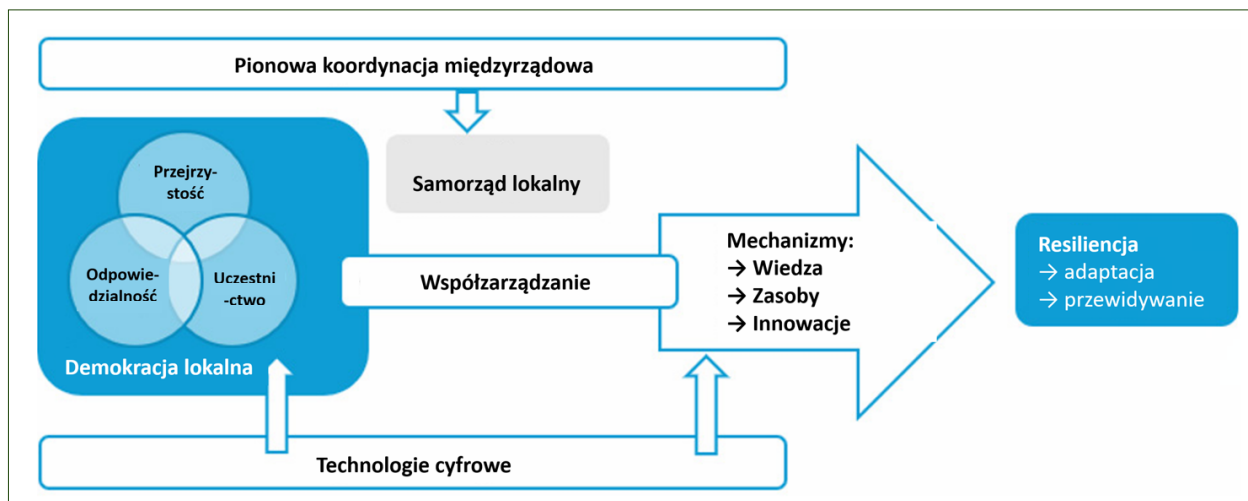
Rys. 1. Struktura ekosystemu resiliencji
(opracowano na podstawie [2])



Iłowski Demonstrator Zielonej Energii

- 1) Turbina wiatrowa: 0,7 MW
- 2) Instalacja fotowoltaiczna: 150 kW
- 3) Stacja elektrolizy: 30 kW
- 4) Ogniwa paliwowe/ silnik wodorowy 300 kW
- 5) Produkcja energii profilu zgodnym z pracą oświetlenia ulicznego 1,2 GWh
- 6) Przemysłowy magazyny energii elektrycznej 4 MWh
- 7) Magazyn wodoru 0,5 ton / 16,5 MWh
- 8) Mikrosieć dystrybucyjna o mocy 300 kW
- 9) System IT zarządzania energią

Rys. 2. Charakterystyka infrastruktury resiliencji
(opracowano na podstawie [6])



Rys. 3. Schemat modelowania resiliencji
(Opracowano na podstawie [4])

ujęciu ekosystemowym resiliencja energetyczna to nie tylko instalacje OZE, ale też kompetencje mieszkańców zorganizowanych w klastry energii i system zarządzania kryzysowego tworzony w oparciu o gromadzone dane i sztuczną inteligencję.

Case study: Gmina Iłowa - IZUE jako model lokalnej resiliencji energetycznej

Projekt IZUE-Iłowa (Iłowskie Zaawansowane Usługi Energetyczne) jest przykładem redefinicji koncepcji rozwoju lokalnego klastra energii w kierunku wdrożenia resiliencji energetycznej w praktyce samorządowej. Infrastrukturę projektu pokazano na rysunku 2. Obejmuje ona lokalne źródła OZE (PV, wiatr, biogaz), systemy magazynowania energii, produkcję zielonego wodoru oraz inteligentne sieci zarządzane przez

AI-SCADA. Dzięki temu gmina zyskuje niezależność od zewnętrznych dostawców energii, a infrastruktura krytyczna - szkoły, urząd gminy, stacje uzdatniania wody - posiada zabezpieczenie w przypadku kryzysu lub ataku hybrydowego.

Energia, informacja i kompetencje - triada odporności gminy

Doświadczenia nabywane w trudnych warunkach wojennych [4] pozwoliły wypracować aparat pojęciowy budowania resiliencji lokalnej. Podstawowy schemat przedstawiono na rysunku 3.

Uwzględniając projekt IZUE-Iłowa i doświadczenia międzynarodowe tworzenie resiliencji energetycznej oparto na trzech filarach:

- Energetycznym - lokalna generacja i magazyny H_2 oraz BESS zapewniają ciągłość zasilania;

- Informacyjnym - cyfrowa kontrola i transparentność procesów ograniczają ryzyko dezinformacji;
- Kompetencyjnym - szkolenia i edukacja mieszkańców zwiększają świadomość energetyczną i bezpieczeństwo wspólnoty.

Wnioski i rekomendacje

Analiza doświadczeń Iłowej pokazuje, że decentralizacja energetyczna stanowi najskuteczniejsze narzędzie budowania odporności na zagrożenia hybrydowe. Integracja źródeł OZE, magazynów energii, wodoru i systemów AI umożliwi tworzenie bezpiecznych, samowystarczalnych mikroregionów energetycznych. W dobie niepewności geopolitycznej gmina staje się podstawową jednostką strategicznego bezpieczeństwa energetycznego państwa. □

Bibliografia:

1. Fjäder C., Schalin J., *Building Resilience to Hybrid Threats: Best Practices in the Nordics*, Hybrid CoE Working Paper 31, Helsinki 2024. <https://www.hybridcoe.fi/wp-content/uploads/2024/05/20240527-Hybrid-CoE-Working-Paper-31-Building-resilience-to-hybrid-threats-WEB.pdf>.
2. Jungwirth R. et al., *Hybrid Threats: A Comprehensive Resilience Ecosystem (CORE)*, JRC-Hybrid CoE, Luxembourg 2023. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129019>.
3. Keudel O. et al., *Local Democracy and Resilience in Ukraine: Learning from Communities' Crisis Response in War*, ICLD, Visby 2024. https://icld.se/wp-content/uploads/ICLD_ResearchReport_33_2024-web.pdf.
4. Lasconjarias G., Larsen J. A. (eds.), *NATO's Response to Hybrid Threats*, NATO Defense College, Rome 2015, https://www.files.ethz.ch/isn/195405/fp_24.pdf.
5. Wigell M., Mikkola H., Juntunen T., *Best Practices in the Whole-of-Society Approach in Countering Hybrid Threats*, European Parliament, Brussels 2021, https://www.researchgate.net/publication/351836523_Best_Practices_in_the_whole-of-society_approach_in_countering_hybrid_threats.
6. Koncepcja Rozwoju Dobrego Klastra Energii w Iłowej, Dokumentacja LSWIB, Iłowa 2025.