



Podsumowanie V edycji międzynarodowego konkursu „Trendy i wizje rozwojowe morskich elektrowni wiatrowych”

dr hab. inż. Artur Bejger, prof. PM
Politechnika Morska w Szczecinie

Wprowadzenie

- **Organizatorzy:** Politechnika Morska w Szczecinie oraz Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego.
- **Partnerzy:** Ocean Winds, Windhunter Academy, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, RWE Offshore Wind Poland Pomorze Zachodnie



PATRONAT HONOROWY
MARSZAŁKA WOJEWÓDZTWA
ZACHODNIOPOMORSKIEGO
OLGIERDA GEBLEWICZA

RWE



POLSKIE STOWARZYSZENIE
ENERGETYKI WIATROWEJ

windhunter[®]
academy



Idea i cel konkursu

- Promowanie kreatywności i innowacyjnych rozwiązań w zakresie morskiej energetyki wiatrowej.
- Międzynarodowy charakter konkursu.
- Zachęcanie do eksploracji futurystycznych i praktycznych rozwiązań w dziedzinie zielonej energii.



Zadanie konkursowe

Opracowanie wizji rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i innych odnawialnych źródeł energii.

Możliwość podejścia do tematu z różnych perspektyw: technicznej, ekologicznej, logistycznej, informatycznej, biologicznej itp.

Forma zgłoszenia: prezentacja (do 10 slajdów lub 10 minut).

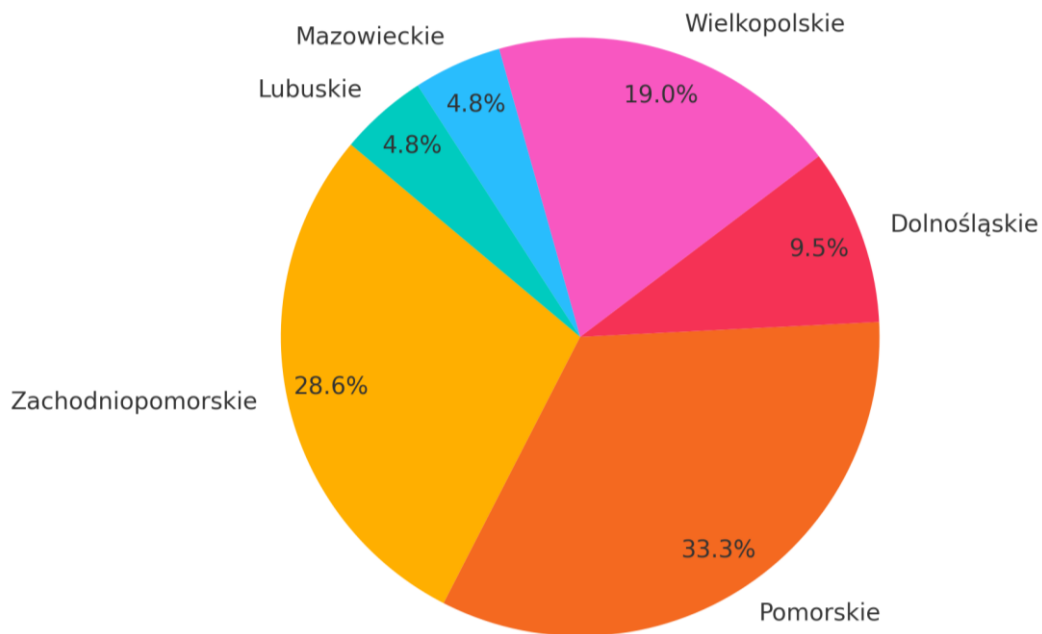
Przebieg konkursu

Etap 1: Zgłoszenia do 21 lutego 2025 r.

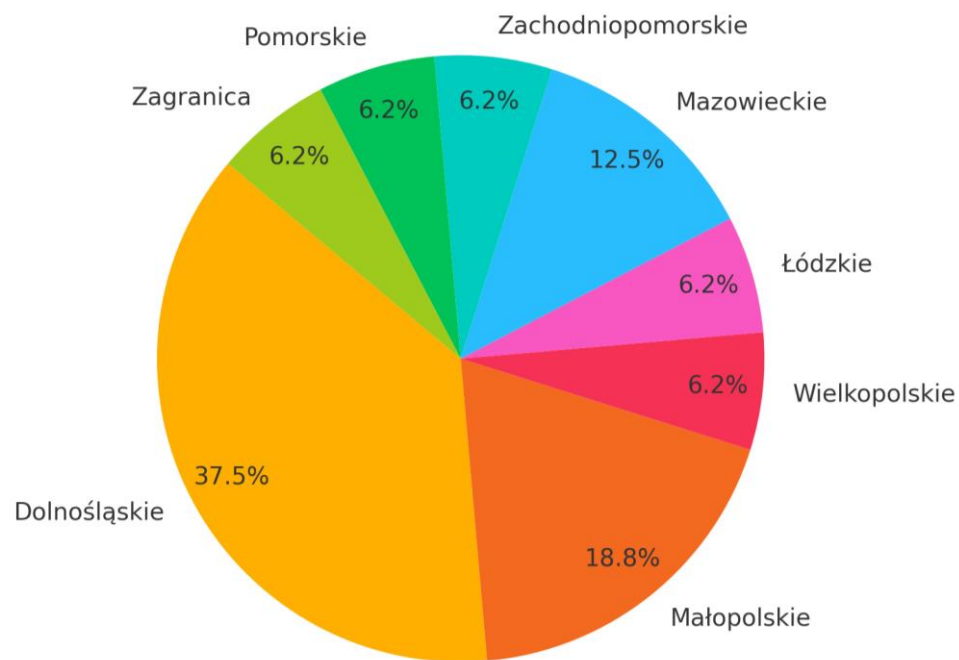
Etap 2: Prezentacje online (26 lutego – 7 marca 2025 r.).

Ogłoszenie wyników: 14 marca 2025 r.

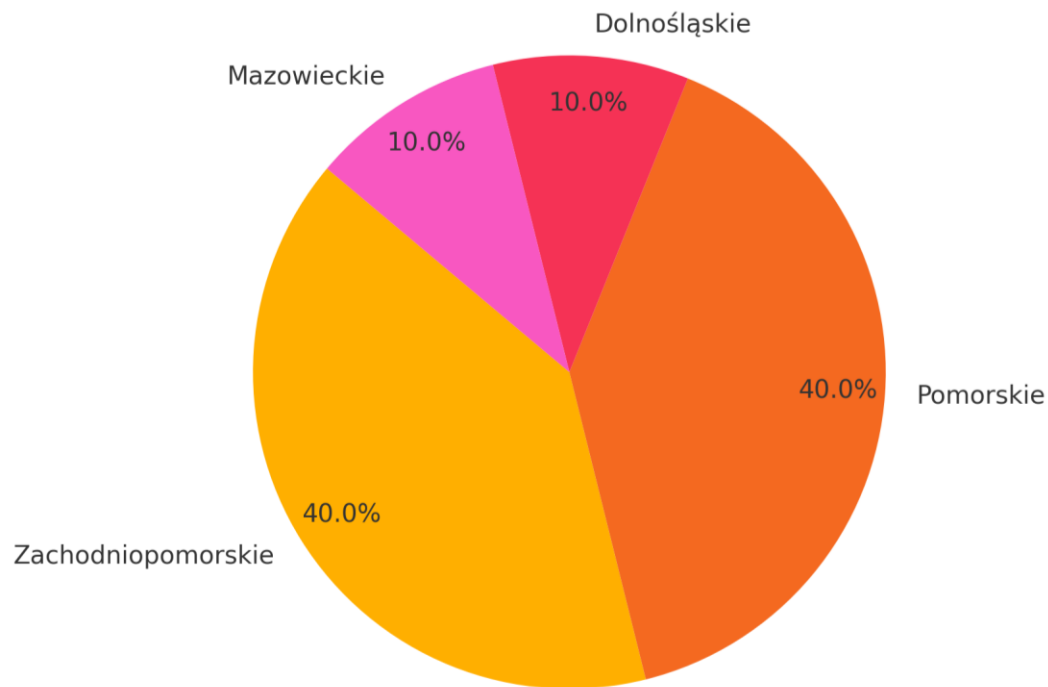
Uczniowie szkół ponadpodstawowych – I Etap



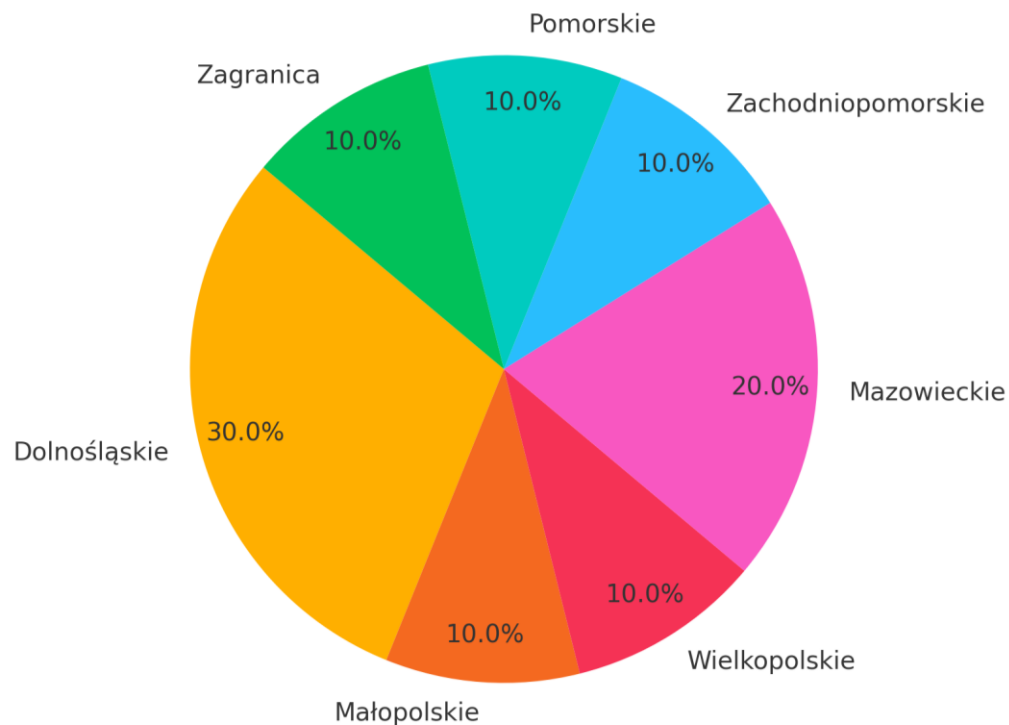
Studenci – I Etap



Uczniowie szkół ponadpodstawowych – II Etap



Studenci – II Etap



**W kategorii uczniów:**

- 1 miejsce - Marcel Rudnicki - Zespół Szkół w Chocianowie,
- 2 miejsce - TEAM: Aleksandra Ejsmont i Wiktor Pszczółkowski - Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych (ZSEE/TME),
- 3 miejsce - TEAM: Szymon Sałapata, Jędrzej Strzelczyk, Michał Chomicz - Mechanik w Słupsku - Zespół Szkół Mechanicznych i Logistycznych.

W kategorii najlepsi uczniowie z województwa zachodniopomorskiego:

- 1 miejsce – TEAM: Aleksandra Ejsmont i Wiktor Pszczółkowski - ZSEE Szczecin
- 2 miejsce - Filip Wojsz - ZS w Łobzie
- 3 miejsce - TEAM: Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

W kategorii studentów:

- 1 miejsce - TEAM: Michał Ślusarski, Oliwia Narajczyk, Jan Bujalski, Tadeusz Pilecki - Politechnika Warszawska,
- 2 miejsce - TEAM: Małgorzata Stępniewska, inż. Michał Reguła - Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
- 3 miejsce - Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska.

Fragmenty nagrodzonych prac

Grupa Uczniów Szkół ponadpodstawowych oraz
najlepsi uczniowie z województwa
zachodniopomorskiego

Inteligentne turbiny VAWT alternatywa i uzupełnienie dla turbín HAWT

Wykonał: Marcel Rudnicki z Zespołu Szkół w Chocianowie

Wykonał: Marcel Rudnicki z Zespołu Szkół w Chocianowie

Wykorzystanie technologii przyrostowych

Moim pierwszym pomysłem na usprawnienie turbin VAWT jest produkcja elementów, takich jak skrzydła, za pomocą drukarek 3D w technologii FDM lub ewentualnie SLS. Takie rozwiązanie miałoby wiele zalet:

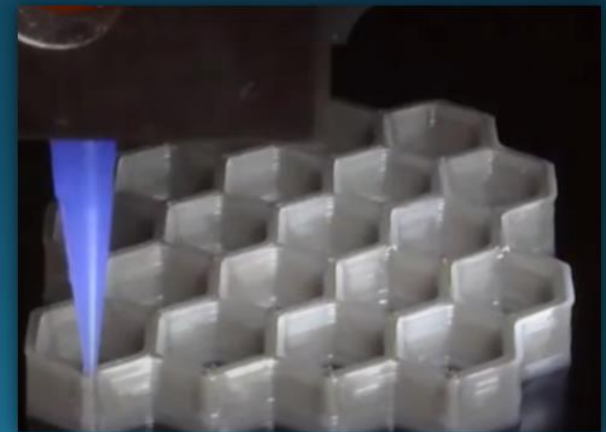
- łatwe tworzenie prototypów
- lekka, a zarazem wytrzymała konstrukcja
- możliwość łatwego dostosowania turbin
- tworzenie unikalnych kształtów, często niemożliwych do uzyskania w inny sposób
- łatwa zmiana i dostosowywanie materiału turbiny



Wykonał: Marcel Rudnicki z Zespołu Szkół w Chocianowie

Moja kolejna propozycja to wykorzystanie materiału magnetycznego do łopat turbiny.

Mam na myśli materiał, który pod wpływem pola magnetycznego zmienia swój kształt. Został on opracowany i użyty do druku 3D przez naukowców z MIT (Massachusetts Institute of Technology). Takie rozwiązanie pozwoliłoby na zwiększenie potencjału produkcji energii poprzez sterowanie kształtem łopat, które dostosowywałyby się do warunków wietrznych. Mogłyby one również zmieniać kształt w taki sposób, aby nie przekraczać ustalonego limitu hałasu. Wymagałoby to oczywiście zamontowania elektromagnesu, co komplikowałoby konstrukcję, aczkolwiek potencjalnie mogłoby być warte kosztów.



Wykonał: Marcel Rudnicki z Zespołu Szkół w Chocianowie

Dodatkowe propozycje usprawniania turbin

Filament ze źródeł odnawialnych

Wykorzystanie biodegradowalnych lub pochodzących z recyklingu materiałów do druku 3D łopatek, co doprowadziłoby do redukcji śladu węglowego i zwiększenia ekologicznego charakteru turbiny.

Wbudowane superkondensatory

Magazyn energii w podstawie turbiny, gromadzący nadwyżki wyprodukowanego prądu, umożliwiłby, że turbina stanie się samowystarczalna, tworząc własny „mini-ekosystem” energetyczny.

Modułowa konstrukcja

Turbina składająca się z kompatybilnych ze sobą elementów, przypominających klocki, pozwoli na szybki montaż, łatwy transport i możliwość przebudowy w zależności od potrzeb.

Aplikacja mobilna

Sterowanie turbiną, monitorowanie wydajności oraz kontrola poziomu hałasu przez smartfon, co ograniczy potrzebę angażowania specjalistów do prostych zmian w sterowaniu turbiną.

Reklamy na banerach

Poprzez odpowiednie malowanie turbin, które podczas szybkiego obracania się tworzyłyby dany obraz co byłoby ciekawym miejscem reklamowym.

The background is a deep blue underwater scene. It features silhouettes of coral reefs and seaweed along the bottom. Bright light rays penetrate from the top, creating a shimmering effect. Several small, glowing white particles are scattered throughout the water.

Farmy energii i pożywienia

Wykonali Aleksandra Ejsmont i Wiktor Pszczółkowski

MEWy 2025

Wykonał TEAM: Aleksandra Ejsmont i Wiktor
Pszczołkowski - Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych

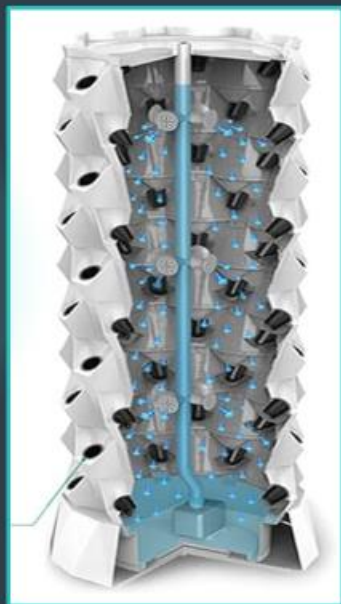
Szklarnia WindFood

Jest to pomysł budowy specjalnych
szklarni, które mogą nam pomóc z
dostępem do dobrej żywności,
wykorzystując energię i przestrzeń z turbin
wiatrowych.



Wykonał TEAM: Aleksandra Ejsmont i Wiktor Pszczółkowski - Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych

Uprawa Wieżowa

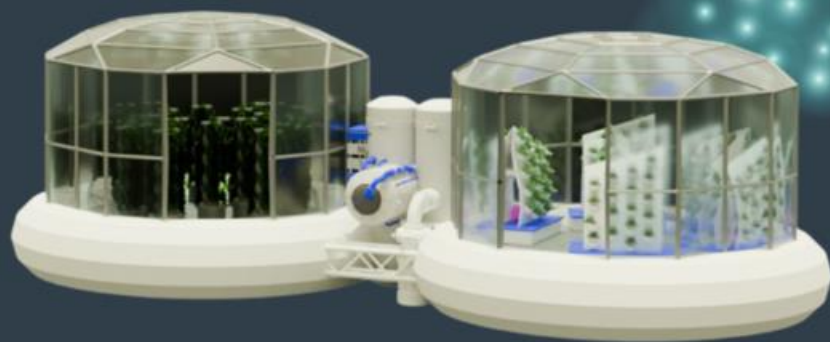


Wieża Hydroponiczna

Aby zaoszczędzić miejsce, można zbudować platformy wokół wiatraków na których stanie hodowla roślin. Najlepiej użyć specjalnych **pionowych donic**, które pozwalają na uprawę kilku warzyw naraz na bardzo małej przestrzeni. Przez umieszczenie ich jedna nad drugą oraz nawadnianie za pomocą pompy, doprowadzającej wodę od góry donicy, można uprawiać je bez większych problemów.

Wykonał TEAM: Aleksandra Ejsmont i Wiktor Pszczółkowski - Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych

Osobne platformy do hodowli



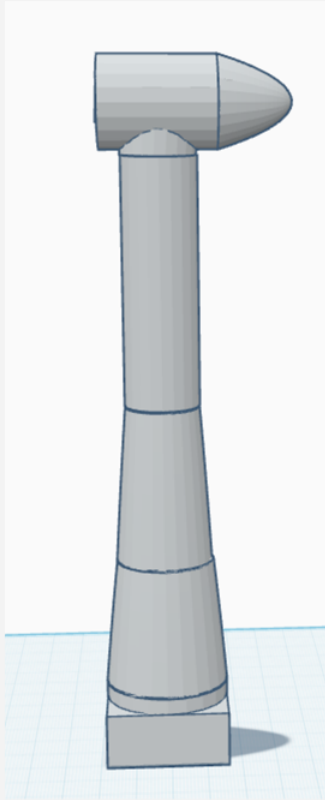
Same szklarnie można również skonstruować w formie oddzielnych, **pływających platform**. Energia do ich zasilania pochodziłaby również od turbin wiatrowych, a filtracja wody odbywałaby się w specjalnym urządzeniu, pomiędzy dwiema platformami. Zaletą tego pomysłu jest **krótszy odcinek** do pokonania, w aspekcie transportu roślin na ląd.

The background of the slide is a photograph of several offshore wind turbines in the ocean. The sun is setting on the left side, creating a warm orange and yellow glow that reflects on the water. The sky is dark with some light clouds. The wind turbines are silhouetted against the bright sky and water.

WIZJE ROZWOJOWE MORSKICH ELEKTROWNI WIATROWYCH

Szymon Sałapata, Jędrzej Strzelczyk, Michał Chomicz - Mechanik w
Słupsku - Zespół Szkół Mechanicznych i Logistycznych

Wykonał TEAM: Szymon Sałapata, Jędrzej Strzelczyk, Michał Chomicz
- Mechanik w Słupsku - Zespół Szkół Mechanicznych i Logistycznych



Nasze nowe rozwiązania konstrukcyjne

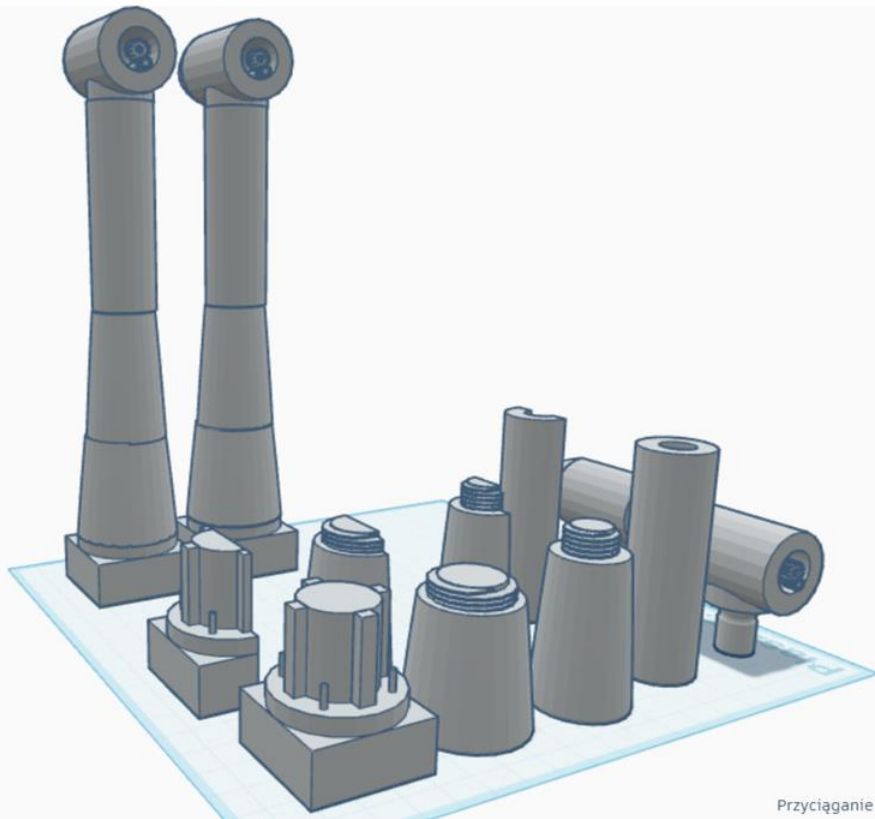
Nasz projekt ma na celu zoptymalizowanie budowy farmy elektrowni wiatrowej.

W wyniku naszych przemyśleń opracowaliśmy kilka rozwiązań kompleksowego montażu wszystkich podzespołów elektrowni wiatrowej. Umożliwia to szybki montaż, demontaż konstrukcji, szybsze serwisowanie podzespołów elektrowni wiatrowej. Rozwiązanie takie zapewnia sztywność konstrukcji nośnej względem gondoli i innych podzespołów wykonawczych.

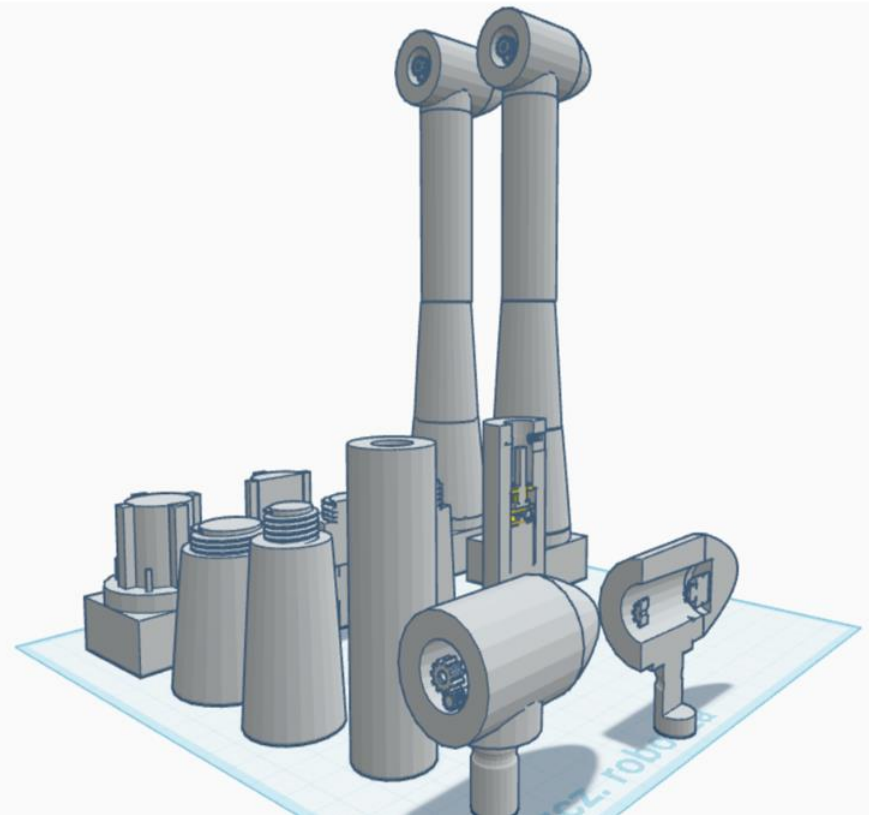
Nasz autorski pomysł został opracowany w oparciu o model 3D.

Wykonał TEAM: Szymon Sałapata, Jędrzej Strzelczyk, Michał Chomicz
- Mechanik w Słupsku - Zespół Szkół Mechanicznych i Logistycznych

Rzut wszystkich elementów konstrukcyjnych elektrowni wiatrowej.

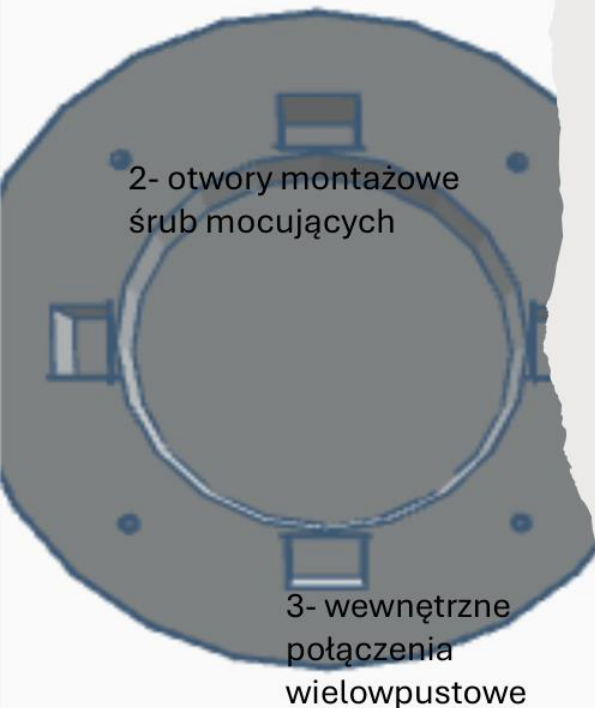


Przyciąganie Do S

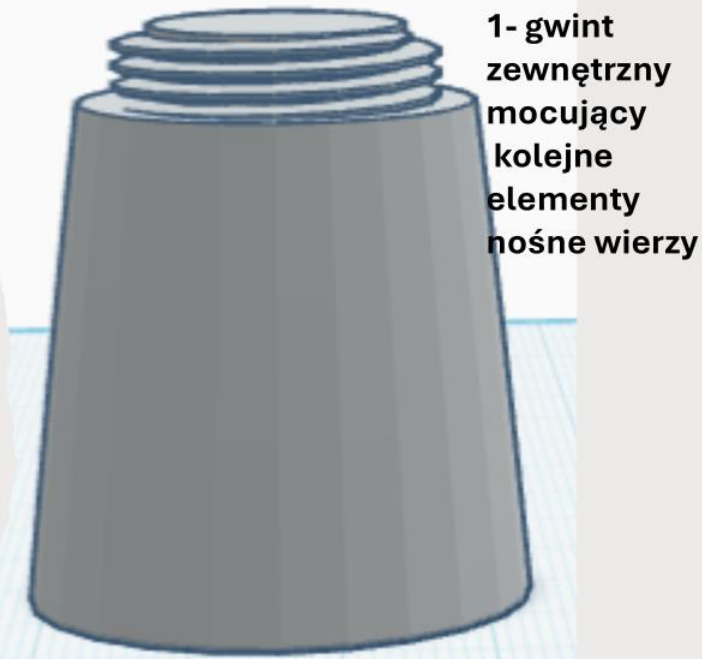


Wykonał TEAM: Szymon Sałapata, Jędrzej Strzelczyk, Michał Chomicz

- Mechanik w Słupsku - Zespół Szkół Mechanicznych i Logistycznych



- 1. Górna część wierzy została nagwintowana w celu szybkiego montażu kolejnych elementów wierzy co ułatwia szybki montaż i zapewnia sztywność połączenia.
- 2. Dolna część wierzy przymocowana do ławy fundamentowej czterema śrubami montażowymi na które osadzony jest pierścień uszczelniający.
- 3. Wewnętrzne połączenie wielowypustowe służy do osadzenia dolnej części konstrukcji nośnej z wielowypustem zewnętrznym osadzonym na fundamencie.





„Trendy i wizje rozwojowe morskich elektrowni wiatrowych”

~ENERGETYCZNY RAJ~

Technikum zawodowe w zespole szkół im. Tadeusza Kościuszki w Łobzie

Autor: Filip Wojsz IVA

Opiekun projektu: Mgr. Inż. Małgorzata Konstanta

Wykonał: Filip Wojsz - ZS w Łobzie

SKOK Z BUNGEE

ŚCIANKA WSPINACZKOWA

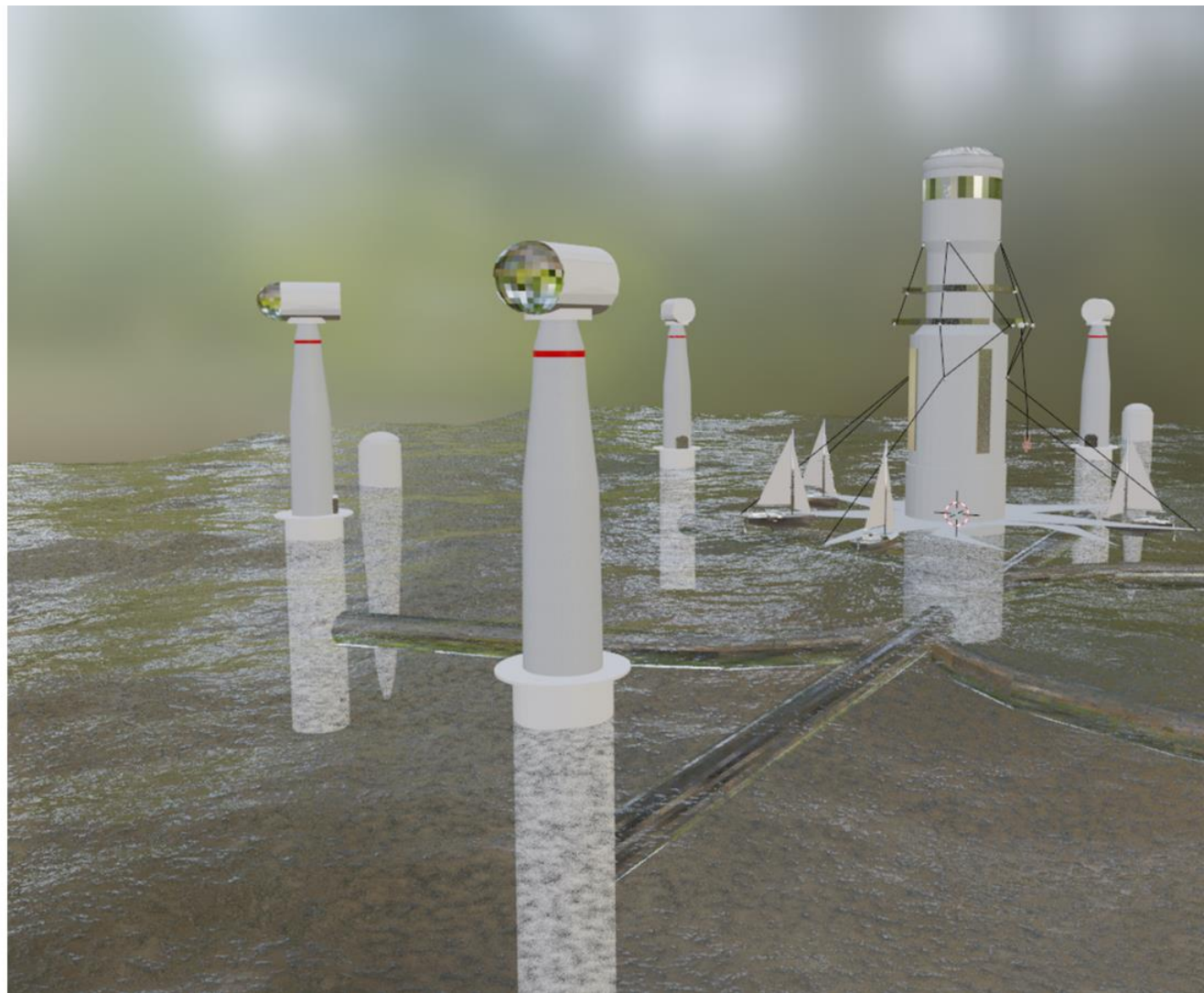
TARASY WIDOKOWE

PODWODNE TUNELE DO DOMKÓW



Wykonał: Filip Wojsz - ZS w Łobzie

Domki



Wykonał: Filip Wojsz - ZS w Łobzie

Zagospodarowanie wnętrza domków





Trendy i wizje rozwojowe morskich elektrowni wiatrowych

OMÓWIENIE NAJNOWSZYCH TECHNOLOGII
MEW I ICH MOŻLIWE ZASTOSOWANIA. CO
WYPADA LEPIEJ HAWT CZY VAWT?

Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

Wykonał TEAM: Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

Turbiny wiatrowe scalone z PV

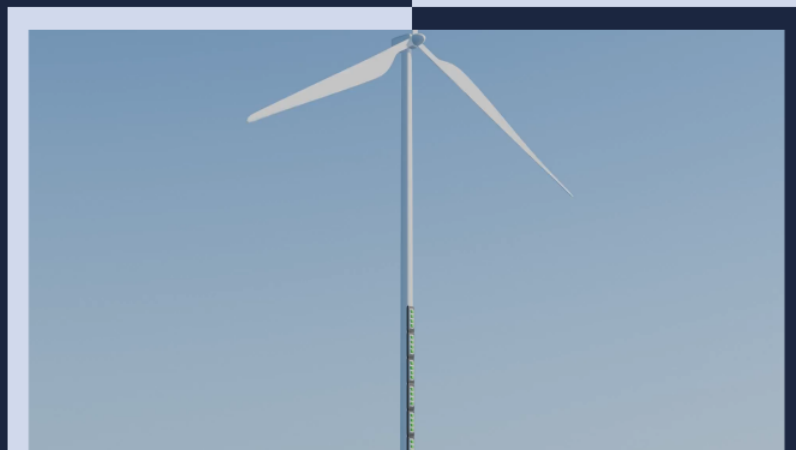
- Jednym z problemów energetyki wiatrowej jest fakt, iż **układy pomocnicze** (np. sterowania), by funkcjonować muszą być zasilane częścią produkowanej energii lub energią z sieci. By zniwelować tę zależność możliwe jest wykorzystanie organicznych modułów fotowoltaicznych. Są one elastyczne i łatwe w montażu - powierzchnia wieży to jedna z możliwych lokacji. Z ich zastosowaniem układy posiłkowe mogłyby być zasilane nawet podczas prac eksploatacyjnych bez ruchu łopatek. Stosując magazyny energii z panelami jesteśmy dodatkowo w stanie zapewnić zasilanie układom nocą.
- W dodatku oprócz zasilania panele **PV** mogą zapewnić produkcję energii, np. Montując je na infrastrukturze potrzebnej do montażu turbiny wiatrowej na morzu, w ten sposób łącząc produkcję energii słońca i wiatru.



Wykonał TEAM: Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

Baterie zintegrowane z MEW

- Magazyny energii wykorzystywane w energetyce wiatrowej rozwiązują część problemów produkcji energii z wiatru. Często jest tak, że energia nie jest produkowana przy największym poborze, więc się marnuje, magazyny to niwelują. Niestety, aktualnie na rynku nie wiele technologii dobrze współgra z **MEW**. Najbardziej obiecujące są **Akumulatory LMB** (Liquid Metal Battery), które mają najlepszy koszt na **1 MW** magazynu.
- Mają długą żywotność oraz wysoką wytrzymałość. A potrzeba utrzymania ich elektrolitu w stanie ciekłym rozwiązuje się sama jak są stosowane przy wysokich mocach. Nie potrzebują żadnej dodatkowej infrastruktury jedynie izolacje od morza, mogą być montowane w dolnej części wieży.



Wykonał TEAM: Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

Usprawnione platformy pływające

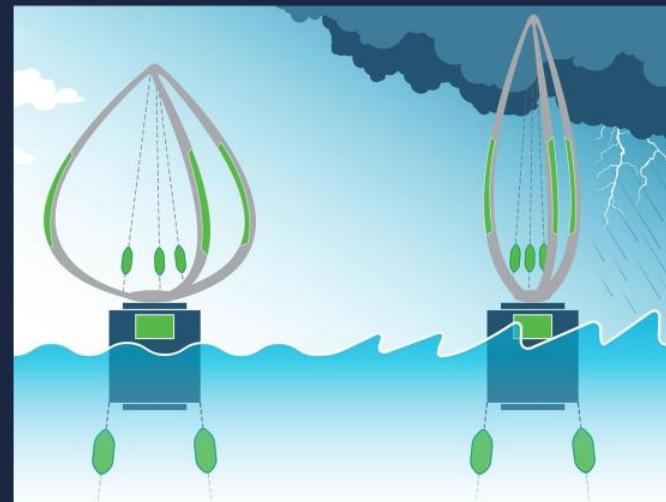
Na głębszych wodach stosuje się fundamenty, które unoszą się na wodzie – typu **Spar**, **TLP** czy **Floating Jacket**. Ciągły rozwój tego sektoru **MEW** i dążenie do ułatwienia montażu na głębiniach doprowadziło do szukania nowych rodzajów fundamentów, które będą skuteczniejsze. Jedno z takich nowości to połączenie systemu **Floating Jacket** oraz **TLP**. Wykorzystując przeciwwagę, do której są podłączone kable łączące fundament z podłożem zauważamy, że turbina jest stabilniejsza i bardziej odporna na falowanie wody i napór wiatru. Fundament taki jest także mniejszy, wykorzystuje aż **70%** mniej stali od systemów **Floating Jacket**. A skorzystanie z przeciwwagi zmniejsza siły, które oddziałują na kable o **80%** w porównaniu do systemu **TLP**. Takie fundamenty są także proste w montażu, produkcji i transporcie.



Wykonał TEAM: Marcel Ćwikła, Gabriela Ćwikła - ZS w Łobzie.

Technologie VAWT

Technologie **VAWT** rozwijają się równie szybko co dominujące **HAWT**. Uważa się, że prawdziwy sposób na podbicie morskiego wiatru jest w turbinach **VAWT**, gdyż brak im wielu wad jak np. produkcja niezależna od kierunku i wszystkie systemy zawarte na poziomie wody. Jedne z ciekawszych technologii **VAWT** są turbiny bez wału środkowego. Jedno z takich rozwiązań ma łopaty, które można przyrównać do krzywy łuku zmieniają swoją cięciwą - napięte kable w centrum turbiny dostosowują wysokość łopat do warunków pogodowych. Umożliwia to pełną kontrolę nad obciążeniem oddziałującym na turbinę. Korzystanie z kabli także zmniejsza jej ciężar.



- Drugie, inspirowane amerykańskimi żaglówkami, jest niezwykle lekkie i czułe na wiatr. Specyficzny kształt i układ turbiny spowodował, że możliwe było zbudowanie większości niej z włókien szklanych. Dla tej turbiny nie potrzeba przekładni, łożysk oraz oleju, gdyż produkcja energii występuje na obwodzie, gdzie są duże prędkości powierzchniowe nawet przy małych obrotach. Taka budowa także zmniejsza ogólne obciążenia oddziałujące na turbinę zwiększając wytrzymałość. W dodatku nie zawiera ona konwencjonalnych generatorów czy inwerterów na morzu dzięki nowym technologiom. Najciekawsze jest, że brak elementów podatnych na wodę umożliwia zanurzenie całej turbiny w regionach podatnych na huragany, by ją przed nimi uchronić.



Fragmenty nagrodzonych prac

Grupa Studentów i Doktorantów

Dual Power from the Sea: Integrating Wind and Wave Energy



Wydział Mechaniczny
Energetyki i Lotnictwa

Politechnika Warszawska



Power Engineering
Academic Study Group

Warsaw University of Technology

Michał Ślusarski, Oliwia Narajczyk, Jan Bujalski, Tadeusz Pilecki

TEAM: Michał Ślusarski, Oliwia Narajczyk, Jan Bujalski, Tadeusz Pilecki
- Politechnika Warszawska,



Dual Power from the Sea: Integrating Wind and Wave Energy

PROTOTYPE

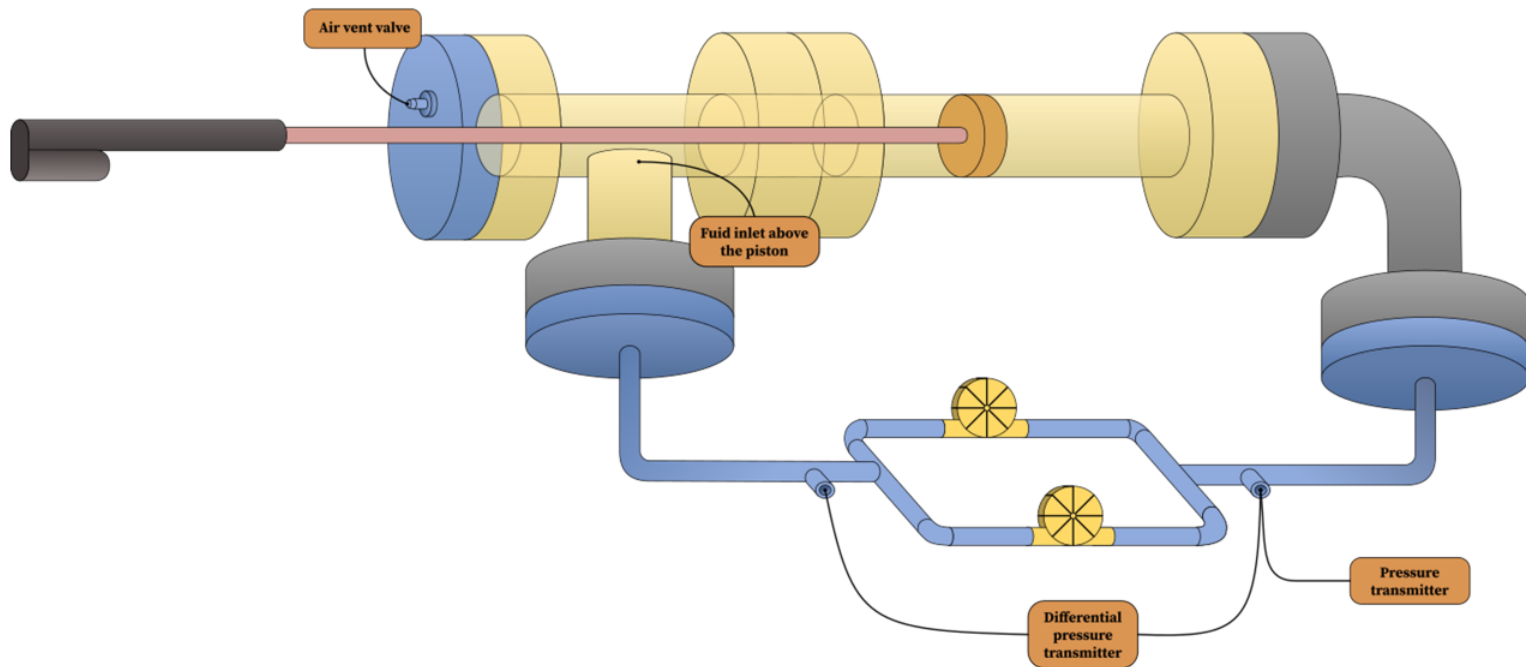


Fig 6. Wave energy converter laboratory prototype designed by Power Engineering Academic Study Group



Dual Power from the Sea: Integrating Wind and Wave Energy

VISUALIZATION OF THE PLACEMENT OF A WAVE ENERGY CONVERTER

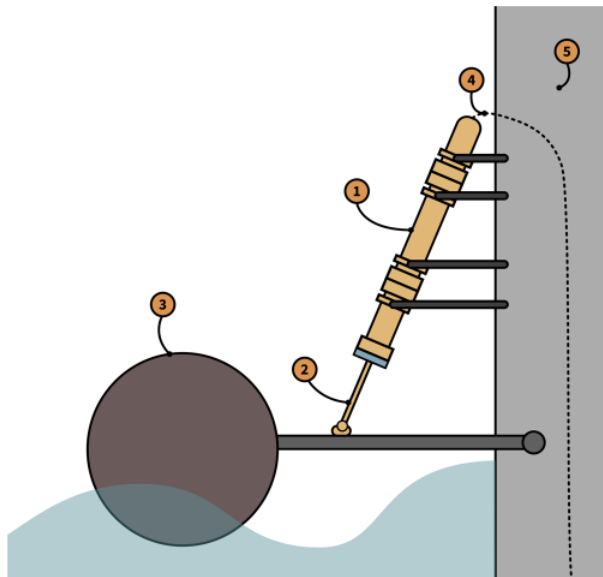


Fig 7. First concept of the placement of a wave energy converter

As Figure 7 depicts the prototype is mounted on a wind turbine foundation platform, close to the water level. The buoy is the driving mechanism of the system, it works as a collector of the wave kinetic energy, moving in a vertical direction. Movement of the buoy is transmitted to the movable piston connected with joints.

1 – prototype, 2 – moveable piston, 3 – buoy,
4 – power transmission (shared with wind turbine power transmission system), 5 – part of wind turbine construction.



VISUALIZATION OF THE PLACEMENT OF A WAVE ENERGY CONVERTER

Figure 8 depicts a different variation of wave energy converter placement. This system is similar to the first variant but has a more direct transmission of movement. As the converter is near the wind turbine foundation it can have a common power transmission system.

1 – prototype, 2 – moveable piston, 3 – buoy, 4 – power transmission (shared with wind turbine power transmission system), 5 – part of wind turbine construction.

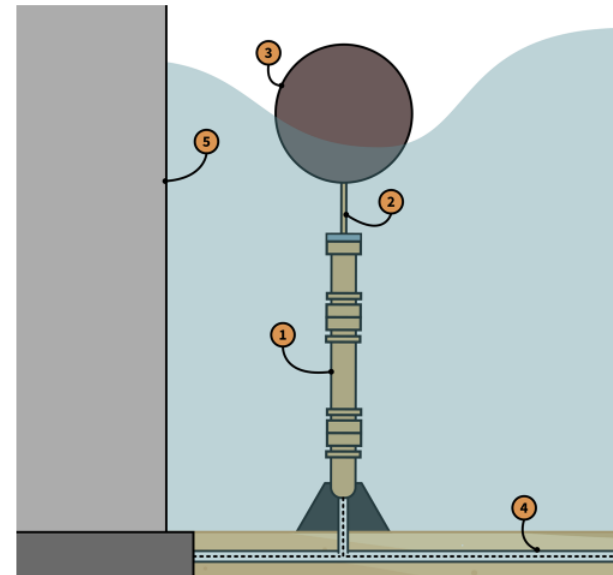


Fig 8. Second concept of the placement of a wave energy converter

**Hydrogen energy storage as an opportunity to increase the
energy potential of offshore near the Polish coastal line**

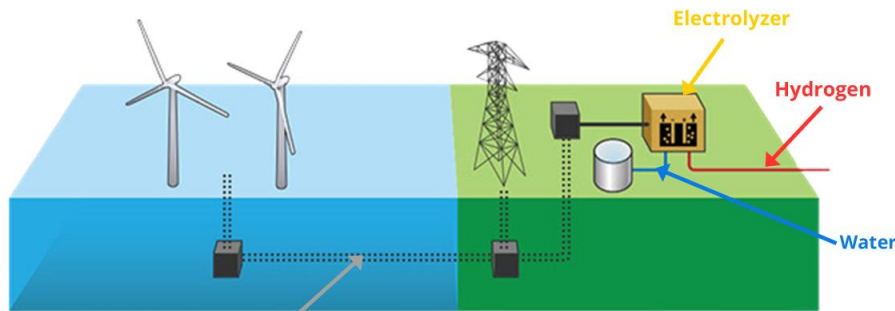
Małgorzata Stępniewska, inż. Michał Reguła

Wykonał TEAM: Małgorzata Stępniewska, inż. Michał Reguła -
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

Concept of hydrogen production from offshore wind turbines

Configuration 1

High voltage electrical
transmission to shore with
 H_2 production onshore



Configuration 2

Centralized offshore H_2
production transmitted to
shore via pipeline

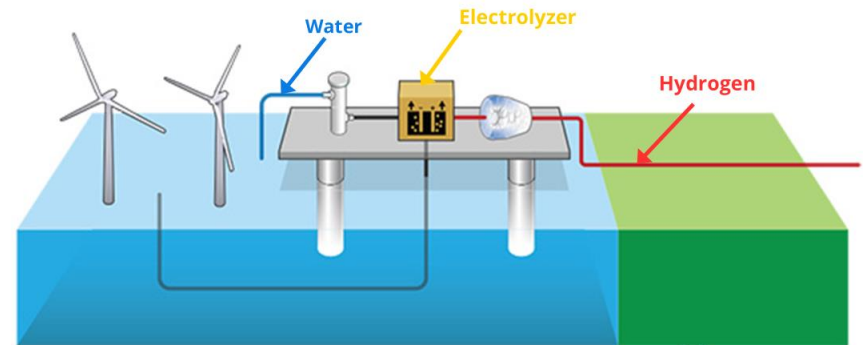


Fig. 4. Two different configurations for generating clean hydrogen using offshore wind⁵.

There are two approaches to hydrogen production. The first configuration allows for greater flexibility in allocating electricity, either to the grid or for hydrogen production. In the second configuration, the water used in the production process would be sourced directly from the sea.

Wykonał TEAM: Małgorzata Stępniewska, inż. Michał Reguła -
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

Conversion of a gas-fired CHP plant to hydrogen

Another idea that fits into the concept of a hydrogen hub is using hydrogen as a heat source in combined heat and power (CHP) plants. Such cogeneration installations will play a key role in future heat production, combining energy efficiency with zero-emission technologies.

Pathway to Low or Near-Zero Carbon with Gas Turbines

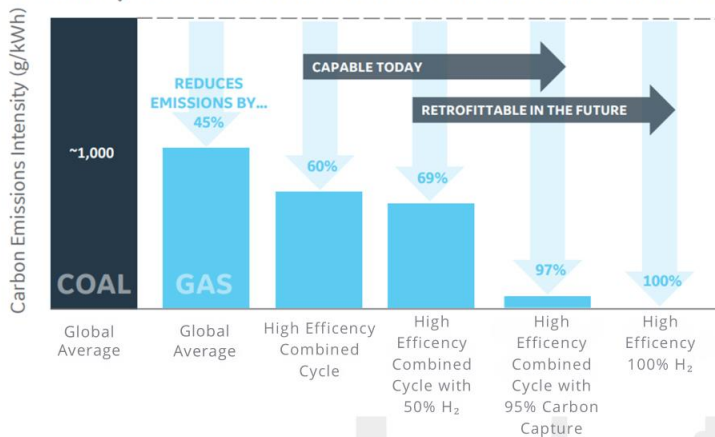


Fig. 10. Gas turbine decarbonization opportunity¹¹.

In figure no. 10, we can see the emissions of various gas turbine technologies. Turbines powered by pure hydrogen gas produced from offshore energy can be **completely zero-emission**.

By using green hydrogen produced from offshore wind energy, the region can utilize this gas as an eco-friendly heat source for cities and villages. **Such technologies already exist** and are being used in countries like Germany, where hydrogen-powered CHP plants contribute to sustainable energy systems.



Fig. 11. Hydrogen-powered combined heat and power plant Leipzig-Süd¹².

Wykonał TEAM: Małgorzata Stępniewska, inż. Michał Reguła -
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

Recycling ideas - high-temperature pyrolysis

Next, the pyrolysis oil will go through steam reforming to turn it into hydrogen, which will be used according to the project plan. The leftover glass and carbon fibers will be used to make composite materials, such as polyvinyl chloride (PVC), in local industrial plants.



Fig. 13. Wind turbines⁷.

Cutting →



Fig. 14. Wind turbine blade waste¹⁴.

Pyrolysis →



Fig. 15. Pyrolysis oil and raw materials of wind turbine blades after pyrolysis^{15, 13}.

steam
reforming →



composite materials
production →



Fig. 16. Hydrogen and PCV symbols⁷.

Conceptual design of a hydrogen energy storage system for offshore wind farms

Project for international contest MEWy 2025



Author:

MATEUSZ LICHONÍ – Wrocław University of Science and Technology

Wykonał: Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska

Goal of the project

The goal of the project is to develop an efficient hydrogen energy storage system integrated with an offshore wind farm, which will enable the installation to operate independently from the power grid. The project aims to identify optimal hydrogen storage technology solutions that can meet the specific requirements of offshore wind installations. Additionally, the project will focus on improving the overall energy efficiency of the system while maintaining high reliability and durability of the energy storage units.

Main aims

Independence from the power grid

Offshore wind farms face significant fluctuations in energy production due to variable wind conditions. Relying solely on the grid could lead to instability in energy supply. The use of energy from offshore wind turbines for hydrogen production and its subsequent storage will ensure system stability and enable the utilization of generated energy regardless of demand.

Tank storage

Compared to hydrogen pipelines, which require significant infrastructure and investment, hydrogen storage offers greater flexibility in terms of location. It eliminates the need for expensive and complex transmission networks, allowing installations to be positioned wherever most efficient, reducing logistical and financial burdens.

Hydrogen as the fuel of the future

Green hydrogen produced through electrolysis powered by renewable energy, is a key element of the energy transition. It is a high-density energy carrier that allows for long-term storage and has diverse applications in energy, transport, and industry. Utilizing hydrogen for energy storage in offshore wind farms promotes sustainability and supports decarbonization goals.

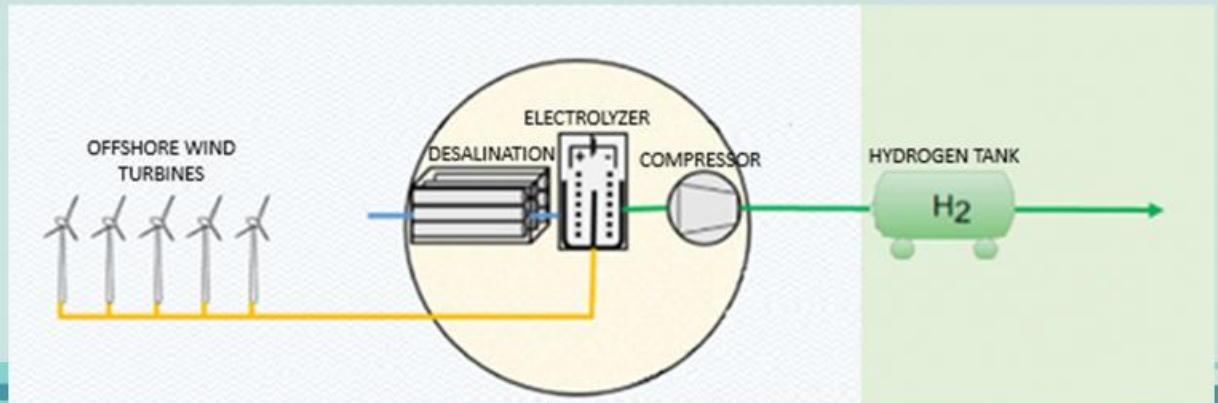
Minimizing energy losses

Utilized waste heat from the electrolysis process can improve the overall energy efficiency of the system, as the recovered heat can be used to reduce the need for additional energy input. By integrating waste heat recovery, the project can optimize energy use, lower operational costs, and make the hydrogen production more sustainable.

Wykonał: Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska

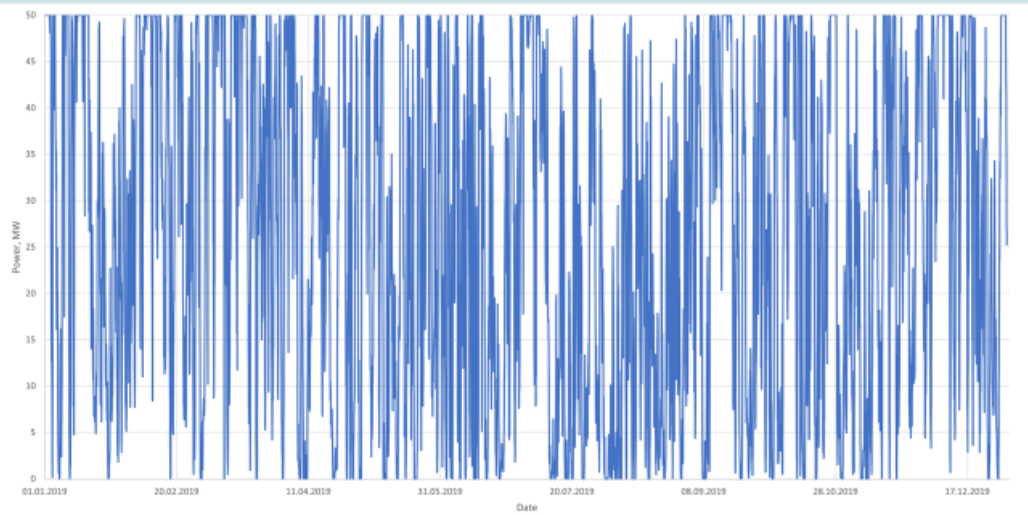
Principle of operation

The designed energy storage system operates on the principle of hydrogen production through the electrolysis of water to compress it into a periodic storage tank. A PEM electrolyzer is powered by electricity generated by an offshore wind farm. The feedstock for the electrolysis process is water, which is supplied to the electrolyzer from a desalination unit. Seawater taken from the environment surrounding the installation is desalinated and demineralized to meet the quality requirements necessary for the proper operation of electrolyzer. The MSF variant, as a thermal desalination technology, utilizes waste heat from the hydrogen production unit, reducing exergy losses. The produced hydrogen is then delivered to a hydrogen compressor, which, using electricity from wind turbines, compresses the gas to a specified pressure at which it will be stored in tanks. The entire system is located on an offshore platform near a group of wind turbines, making it a fully offshore solution. The hydrogen-filled tanks are transported from the platform by a marine transport unit and delivered to shore for use, ensuring independence from pipelines and allowing greater flexibility in site selection.

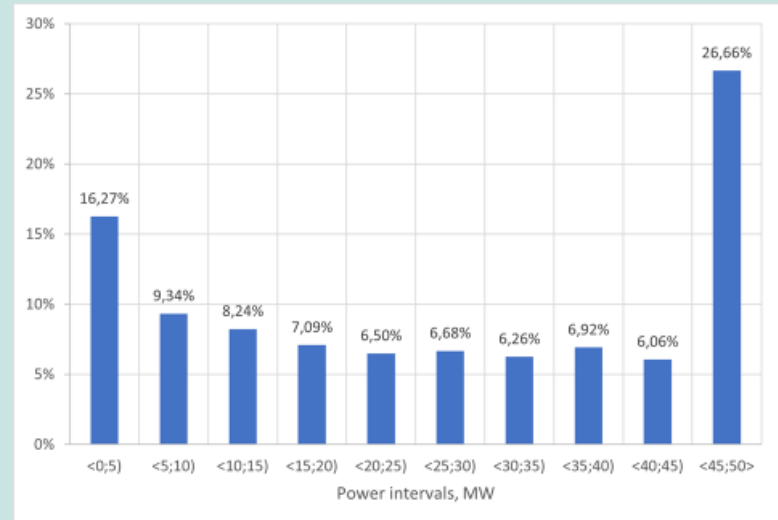


Wykonał: Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska

Data



Power generation by a wind farm with an assumed capacity of 50 MW over the course of the year.



Histogram of the power generated by the wind turbines.

- To create the hydrogen storage installation design for an offshore wind farm, hourly data from the operation of an existing offshore wind farm was used. The project, named Baltic Eagle, is a German offshore wind farm with a total installed capacity of 475 MW. The farm consists of a group of 50 V174-9.5 MW turbines by Vestas. The installation is located 28 km from the shore and occupies an area of 40 km².
- A nominal capacity of 50 MW was adopted as the reference system size. This allows for easier scalability of the installation, as it can easily be divided or multiplied several times depending on the needs. With this assumption, the storage system can be adapted to different offshore wind farms.
- Based on the histogram analysis, due to the frequent occurrence of high power generation values, the designed hydrogen storage installation will be an off-grid system, independent of the electrical grid. All the energy produced by the offshore wind farm will be used for generating green hydrogen. The installation will consist of 3 hydrogen tanks, which, when operating at maximum load, will be charged for 6 hours each. While two tanks will be full, the third one will be filled with hydrogen. At that point, the two full tanks will be emptied or swapped with empty ones.

Wykonał: Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska

Components choice

The selected electrolyzer for the installation is the ME450 with a power rating of 1 MW. For the needs of the installation, the total installed power of the electrolyzers is to be 50 MW, which requires the use of 50 electrolyzers. It is designed to operate in low temperatures, making it suitable for marine conditions. Additionally, the electrolyzer is equipped with a heat recovery system, which will power the water desalination system and reduce energy losses in the hydrogen production process.

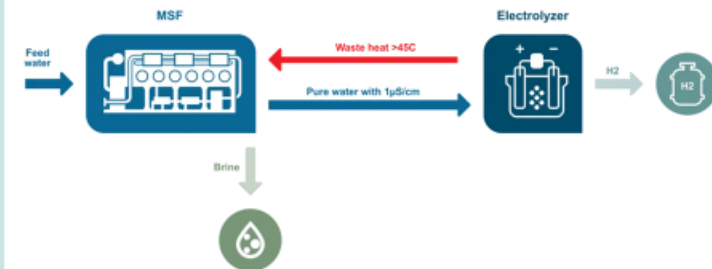
Table 2 Work parameters of chosen electrolyzer

Nominal production of H ₂ , Nm ³ /h	210
Energy consumption, kWh/Nm ³ H ₂	4,7
Efficiency, %	75
Power, MW	1
Outlet pressure, bar	20 - 30
Heat flux of heat recovery system, kW	170
Temperature of recovered heat, °C	57
Nominal water consumption, kg/h	260
Dimensions Length x Width x Height, m	13,2 x 4 x 5,7
Ambient Temperature, °C	-20°C - +40°C
Modules	1-5 modules

The selected water desalination system is the Multi-Stage Flash desalination unit by Wartsila Water & Waste, designed for producing highly purified water for hydrogen production through electrolysis from saline seawater

Table 3 Work parameters of chosen desalination unit

Model	Max. mass flow (t/day)	Heat consumption (kJ/kgH ₂ O)	Electricity consumption (kWh/m ³ H ₂ O)	Dimensions (L x H x W, m)
MSF 115-5	115	250-300	3,5-5	5,7 x 2,9 x 3



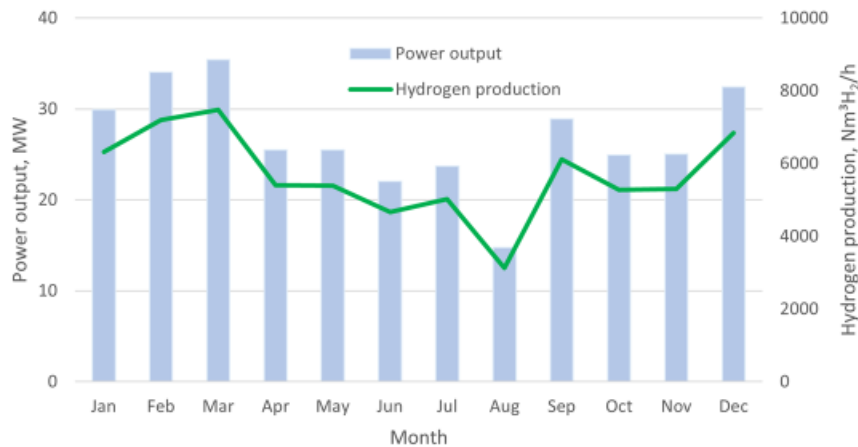
The selected compressor is the HAUG Sirius NanoLoc hydrogen compressor by Sauer. Four compressors were chosen to ensure that the nominal hydrogen flow exceeds that of the electrolyzers. The compressors compress hydrogen from 30 bar at the electrolyzer outlet to 450 bar at the hydrogen storage inlet.

Table 4 Work parameters of chosen hydrogen compressor

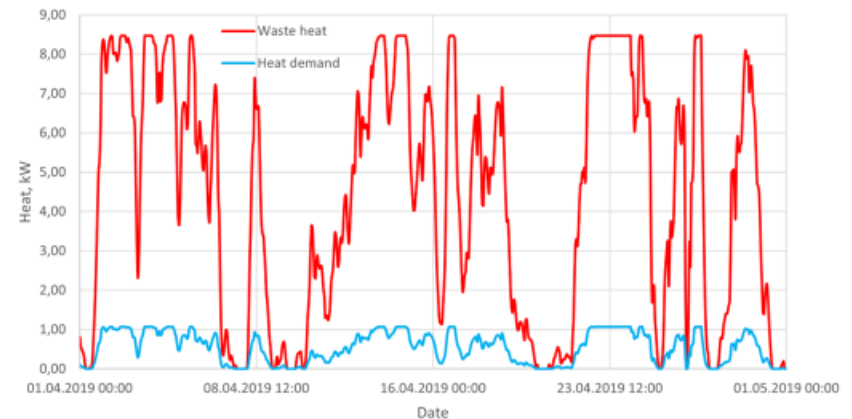
Inlet pressure, barg	Outlet pressure, barg	Max power, kW	Flow rate, m ³ /h
max. 30	100 - 450	9 - 30	14 - 100

Wykonał: Mateusz Lichoń - Politechnika Wrocławska

Results



The characteristic of the average output power and average hydrogen production depending on the month.



The amount of waste heat generated by electrolyzers along with the demand for waste heat by the water desalination system in the reference month.

- The waste heat generated during the operation of the electrolyzer system is in every case greater than or equal to the heat demand of the water desalination system, thus meeting the minimum heat demand condition. April was chosen as the reference month due to its closest value of average monthly power to the annual average.
- The average annual power generated by the wind turbines is 26.86 MW, and the average annual hydrogen production is 5677 Nm³/h.
- The maximum water demand for the electrolysis process is 13 t/h. The maximum flow of desalinated water from the desalination system is 115 t/h, which significantly exceeds the demand. For this reason, the flow rate of water from the desalination system is regulated according to the current demand.



Dziękuję za uwagę