PARTNER

WIND INDUSTRY HUB

SLIPFORM

FUNDAMENTY GRAWITACYJNE

wykonywane w technologii form ślizgowych jako alternatywa dla monopali i jacketów

RAPORT/REPORT 2025

GRAVITY-BASED FOUNDATIONS

made with slip-forming technology as an alternative to monopiles and jackets

WIND INDUSTRY HUB

SLIPFORM

PARTNER

Autorzy / Authors:

Michał Forycki

Dominika Taranko

Współpraca / Cooperation:

Daniel Kisała

Piotr Czopek

Oprawa graficzna / Graphic design:

Emilia Matuszczak

FUNDAMENTY GRAWITACYJNE

WYKONYWANE W TECHNOLOGII FORM ŚLIZGOWYCH JAKO ALTERNATYWA DLA MONOPALI I JACKETÓW

GRAVITY-BASED FOUNDATIONS

MADE WITH SLIP-FORMING TECHNOLOGY AS AN ALTERNATIVE TO MONOPILES AND JACKETS

© Copyright by Fundacja Wind Industry Hub, 2025

SPIS TREŚCI

1 Wstęp 05
2 Wprowadzenie 07
3 Zalety fundamentów grawitacyjnych 08
4 Ograniczenia technologii 15
5 Przykłady wykorzystania fundamentów grawitacyjnych 18
6 Technologia szalunków ślizgowych 25
7 Podsumowanie 30
8 O nas 32

TABLE OF CONTENTS

1 Preface 05
2 Introduction 07
3 Advantages of gravity-based foundations 08
4 Limitations of the technology 15
5 Gravity-based foundations: application examples 18
6 Slip-forming technology 25
7 Executive Summary 30
8 About us 32

Wstęp

Szanowni Państwo,

Realizacja projektów pierwszej fazy *offshore wind* w Polsce nabiera rozpędu, a pierwsze terawatogodziny energii z Morza Bałtyckiego trafią do sieci już w 2026 roku. Za fundamenty farm wiatrowych w każdym z tych projektów służyć będą monopale, które obecnie są zdecydowanie najpopularniejszą technologią fundamentową w branży MEW. Niemniej, inwestorzy muszą liczyć się z ograniczeniami technicznymi oraz z zaburzeniami łańcucha dostaw blachy, które występują w ostatnich latach.

Ciekawą alternatywą – zwłaszcza w warunkach Morza Bałtyckiego – mogą stać się fundamenty grawitacyjne. Jedną z ich największych zalet jest możliwość stworzenia niemal w pełni polskiego łańcucha dostaw, angażując przy produkcji krajowych dostawców. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia **Fundacji Wind Industry Hub**, która działa na rzecz wsparcia budowy silnego przemysłu i zaplecza usługowego dla sektora wiatrowego w Polsce.

Preface

Dear Readers,

The realization of the first *offshore wind* projects in Poland is gaining traction, and the first terawatt-hours of energy from the Baltic Sea will supply the grid as early as 2026. Monopiles will be used as the founda-tions for the wind farms in each of these projects – by far they are the most popular foundation technology in the OWE industry. However, investors must take into account technical limitations and disruptions in the steel supply chain, that have occurred in recent years.

Gravity-based foundations may become an interesting alternative, especially in the Baltic Sea conditions. One of their biggest advantages is the possibility of creating an almost entirely Polish supply chain, involving domestic suppliers in the production process. This is particularly important from the point of view of the **Wind Industry Hub Foundation**, which aims to support the development of a strong industry and service base for the wind sector in Poland.

Oddajemy w Państwa ręce Raport, w którym dokonaliśmy przeglądu technologii fundamentów grawitacyjnych. Przeanalizowaliśmy zalety technologii, a także jej największe ograniczenia. Sprawdziliśmy również jakie projekty skutecznie wykorzystały GBFs w inwestycjach w morskie farmy wiatrowe. Osobny rozdział poświęciliśmy także technologii szalunków ślizgowych, której innowacyjne rozwiązania umożliwiają szybką produkcję fundamentów. Mamy również nadzieję, że liczne ilustracje ułatwią Państwu odbiór publikacji i umilą zapoznawanie się z treścią opracowania.

Z życzeniami udanej lektury

Dominika Taranko
Wiceprezeska i Dyrektor Zarządzająca
Fundacja Wind Industry Hub

We present you the Report, in which we have reviewed the technology of gravity-based foundations. We have analyzed the advantages of the technology, as well as its major limitations. We have also checked which projects have successfully used GBFs in offshore wind farm investments. Moreover, we dedicated a special chapter to slipform system, providing innovative solutions to enable fast production of foundations. We also hope that the numerous illustrations will make it easier for you to read the publication and enjoy getting to know the content of our study.

We hope you enjoy reading this publication.

Dominika Taranko
Vice President and Managing Director
Wind Industry Hub Foundation

Wprowadzenie

Przed rozpoczęciem inwestycji budowy farm wiatrowych, w toku podejmowanych decyzji, deweloperzy muszą dokonać wyboru fundamentów. Jest to decyzja szczególnie istotna, gdyż udział kosztów fundamentów w rozkładzie nakładów inwestycji ogółem sięga od kilku procent (w przypadku farm *onshore*)[1], do nawet 35% w przypadku inwestycji *offshore*[2], gdzie fundamenty stanowią drugą (za turbiną) najbardziej kosztowną kategorię składającą się na CAPEX projektu[3]. W związku z tym zarówno w przypadku projektów lądowych, jak i morskich, inwestorzy wciąż poszukują optymalnych rozwiązań. Na rynku istnieją różne rozwiązania fundamentowe – monopale, fundamenty grawitacyjne, trójnożne, czworonożne, kratownicowe (ang. *jacket*) oraz pływające, a w przypadku projektów realizowanych na lądzie warto również pamiętać o coraz bardziej popularnych rozwiązaniach hybrydowych (łączących w ramach jednego fundamentu różne technologie i materiały).

W poniższym tekście analizie poddane zostały fundamenty grawitacyjne (ang. *gravity based foundations* – GBFs lub *gravity based structures* – GBS), jako stale rozwijająca się i obiecująca technologia dla sektora wiatrowego.

Fundamenty grawitacyjne są najczęściej prefabrykowanymi z betonu lub żelbetu stożkowatymi konstrukcjami o wysokości sięgającej kilkudziesięciu metrów i ważą od kilkuset do kilku tysięcy ton. W przypadku farm wiatrowych *offshore* ich prefabrykacja odbywa się najczęściej w porcie instalacyjnym. Następnie ładowane są na jednostki pływające (np. barki), którymi transportowane są do miejsca instalacji. W przeciwieństwie do większości technologii fundamentowych,

[1] Cuttura L. et al. (2021). *Dynamic Modeling of an Offshore Floating Wind Turbine for Application in the Mediterranean Sea,* „Energies", 14, 248.
[2] Esteban M. D., López-Gutiérrez J-S., Negro V. (2019). *Gravity-Based Foundations in the Offshore Wind Sector*, „Journal of Marine Science and Engineering", 7, 64.
[3] Baker Tilly TPA (2024). Energetyka Wiatrowa w Polsce 2024.

Introduction

Prior to commencing construction of a wind farm project, in the course of the decision-making process developers need to select foundation technology. The decision is of particular importance, for the share of foundation costs in project CAPEX ranges from several percent (for *onshore* wind farms)[1] to as much as 35% for *offshore* projects[2], where foundations are the second most expensive component of the project's CAPEX (the first being the wind turbine)[3]. Therefore, investors continue to seek optimum solutions for onshore and offshore projects alike. There are various foundation solutions available in the market — monopiles, gravity-based foundations, tripods/quadripods, jackets, and floating foundations. Moreover, hybrid solutions (combining different technologies and materials within a single foundation) are becoming increasingly popular in onshore applications.

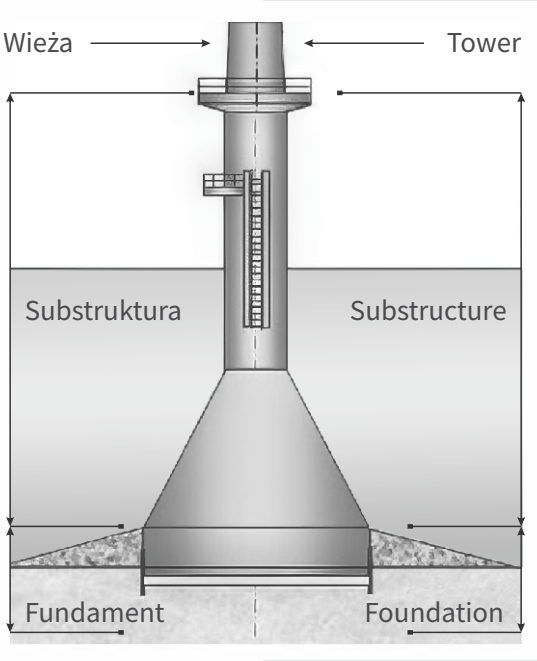
This paper analyses *gravity-based foundations/gravity-based structures* (GBFs/GBS) as a continuously developing and promising wind energy sector technology.

Usually, gravity-based foundations are concrete/reinforced concrete, prefabricated, conical structures with a height reaching several dozen metres and weighing from several hundred to several thousand tonnes. For *offshore* wind farms such foundations are usually prefabricated in an installation port. When ready, foundations are loaded on vessels (for example barges) and transported to installation site. Contrary to most foundation technologies, GBFs do require driving piles

[1] Cuttura L. et al. (2021). *Dynamic Modeling of an Offshore Floating Wind Turbine for Application in the Mediterranean Sea,* „Energies", 14, 248.
[2] Esteban M. D., López-Gutiérrez J-S., Negro V. (2019). *Gravity-Based Foundations in the Offshore Wind Sector*, „Journal of Marine Science and Engineering", 7, 64.
[3] Baker Tilly TPA (2024). Energetyka Wiatrowa w Polsce 2024.

nie wymuszają wbijania pali głęboko w dno. W ramach przygotowania podłoża do umiejscowienia fundamentu grawitacyjnego, należy jedynie za pomocą koparki nieco pogłębić dno (o ok. 0,5 – 10 metrów), wyrównać je i wykonać podsypkę żwirową metodą nasypową lub pneumatyczną, której wysokość wynosi ok. 2-3 metrów, z odchyleniem poziomu wynoszącym maksymalnie kilka centymetrów. Później fundament jest zatapiany na położoną pod-stawę, stabilizowany i wypełniany od środka balastem (żwirem lub piaskiem).

deep into sea bottom. Preparation of the bottom for GBF installation only requires slight dredging of the area (by approximately 0.5 to 10 metres) with an excavator, levelling it and placing a gravel bed (either by backfilling or pneumatic methods) with a thickness of approximately 2–3 metres and level differences not exceeding several centimetres. The foundation is then sunk on the prepared base, stabilised and filled with ballast (gravel or sand).



Rysunek 1.
Schemat fundamentu grawitacyjnego. Źródło: Instsani.

Figure 1
Gravity-based foundation diagram. Source: Instsani.

Zalety fundamentów grawitacyjnych

Obecnie odnotowuje się wzrost zainteresowania fundamentami grawitacyjnymi oraz ich zastosowaniem w rozwiązaniach hybrydowych przy realizacji projektów na lądzie. Jest to z pewnością dobra wiadomość w kontekście polskiego programu inwestycyjnego w farmy wiatrowe, gdyż technologia ta pozwala na zaangażowanie w wyższym stopniu krajowych dostawców, co pozytywnie wpływa na udział tzw. *local content*.

Advantages of gravity-based foundations

Currently, increased interest in gravity-based foundations and their application in hybrid solu-tions for *on-shore* projects may be observed. Cer-tainly, this is good news in the context of the Polish wind energy pro-gramme, for the technology allows for deeper involvement of national suppliers, positively affecting *local content*. Moreover, experts demonstrate that it is possible to build the foundations using Polish resources and

Co więcej, jak wskazują eksperci, istnieje możliwość budowy fundamentów przy wykorzystaniu jedynie polskich surowców i zakontraktowaniu wyłącznie lokalnych firm. Wprawdzie obecnie to Dania jest liderem w stawianiu GBFs, jednak polscy przedsiębiorcy charakteryzują się świetnym potencjałem, zdolnościami produkcyjnymi i know-how w realizacji podobnych projektów, by w niedalekiej przyszłości móc ugruntować swoją silną pozycję na rynku. Ponadto możliwość skorzystania z omijającego ruch lądowy transportu substratów betonowych fundamentów (tj. piasek z pogłębiania dna morza, kruszywo przewożone barkami ze Skandynawii, cement z obecnie powstających w polskich portach cementowni oraz woda), wraz z ich powszechnością, zapewniają trwałość łańcucha dostaw, co jest szczególnie istotne wobec rosnących wyzwań związanych z dostępnością i cenami materiałów konkurencyjnych technologii (np. związanych ze źródłami pochodzenia blachy, z której buduje się pale wykorzystywane w fundamentach monopalowych czy jacket'ach).

local companies only. Although the current leader in GBF construction is Denmark, Polish entrepreneurs exhibit great potential, production capacity and know-how relate to implementation of similar projects, enabling them to soon establish a strong foothold on the market. Furthermore, the ability to avoid land transport of resources needed to manufacture concrete foundations (i.e. sand from sea dredging, aggregate transported from Scandi-navia by barges, cement from cement mills under construction in Polish ports, water) along with their prevalence ensure continuity of the supply chain, which is crucial in the context of increasing challenges related to availability and prices of materials required by competing technologies (for instance related to origin of sheet metal used to build piles for monopile or jacket foundations).

Fundamenty monopalowe w porcie holenderskim / Monopile foundations in the Dutch port

Łańcuch dostaw fundamentów grawitacyjnych morskiej energetyki wiatrowej obejmuje:

Offshore wind energy supply chain includes:

PRACE PRZEDPROJEKTOWE
(np. analizy środowiskowe, badanie dna, doradztwo inżynieryjne)

/ DEVELOPMENT WORKS
(environmental analyses, bottom studies, engineering consultancy)

WYKONAWSTWO PREFABRYKATÓW
(np. budowanie konstrukcji betonowych i prace zbrojeniowe)

/ PRE-FABRICATION
(concrete structures and reinforcement works)

SPEDYCJA
(transport prefabrykowanych fundamentów statkami i zanurzenie w miejscu docelowym)

/ FORWARDING
(transport of prefabricated foundations by vessels and sinking on site)

DOSTAWY MATERIAŁÓW
(np. wytwórstwo mieszanek betonowych, dostawy kruszywa oraz *secondary steel)*

/ SUPPLY OF MATERIALS
(production of concrete mixes, supply of aggregate and secondary steel)

PORTY
(zapewnienie przygotowanej – podbudowanej – przestrzeni portowej do składowania prefabrykatów oraz nabrzeża do realizacji dostaw substratów barkami lub koleją)

/ PORTS
(pre-arranged — expanded storage sites for prefabricated elements and piers for barge or railway supply of materials)

PRZYGOTOWANIE DNA MORSKIEGO DO INSTALACJI FUNDAMENTÓW

/ PREPARATION OF SEA BOTTOM FOR INSTALLATION OF FOUNDATIONS

Całość prac może zostać zrealizowana w terminie 18 miesięcy.

All works may be performed within 18 months.

Technologia fundamentów grawitacyjnych służy również obniżeniu wydatków inwestycyjnych. Charakteryzuje się ona bowiem niskimi kosztami produkcji, które wynoszą mniej niż stawianie fundamentów typu monopalowego i jacket. Redukcji kosztów sprzyja prefabrykacja materiałów przed instalacją. Obniżenie nakładów na fundamenty jest szczególnie istotne wobec wysokiego udziału wartości fundamentów w tworzeniu CAPEX. Efektywność procesu produkcyjnego związana z mniejszymi wymaganiami w zakresie dostępności terenu i logistyki działają na korzyść technologii GBF także w przypadku inwestycji *onshore*.

Co więcej, względem konkurencyjnych technologii, betonowa konstrukcja zastosowana w GBFs charakteryzuje się większą solidnością i wymaga mniej konserwacji, co z kolei obniża OPEX projektu. Betonowe konstrukcje dobrze się również skalują wobec wymagań wyższych turbin – wysokość wieży idzie w parze ze średnicą pylonu i fundamentu, co w przypadku GBFs nie stanowi znaczącego wyzwania w procesie inwestycyjnym, gdyż znając wysokość turbiny wystarczy jedynie wybudować pylon o większej średnicy. W przypadku inwestycji *onshore* otwiera to możliwości inwestycji w turbiny

Gravity-based foundation technology can also be used to decrease capital expenditures. GBFs exhibit low production costs, lower than for monopile and jacket foundations. Reduction in costs is enabled by prefabrication prior to installation. Decreased foundation costs are particularly important given high share of foundation value in CAPEX. The efficiency of manufacturing process related to less strict requirements related to site availability and logistics is an advantage of the GBF technology also for *onshore* applications.

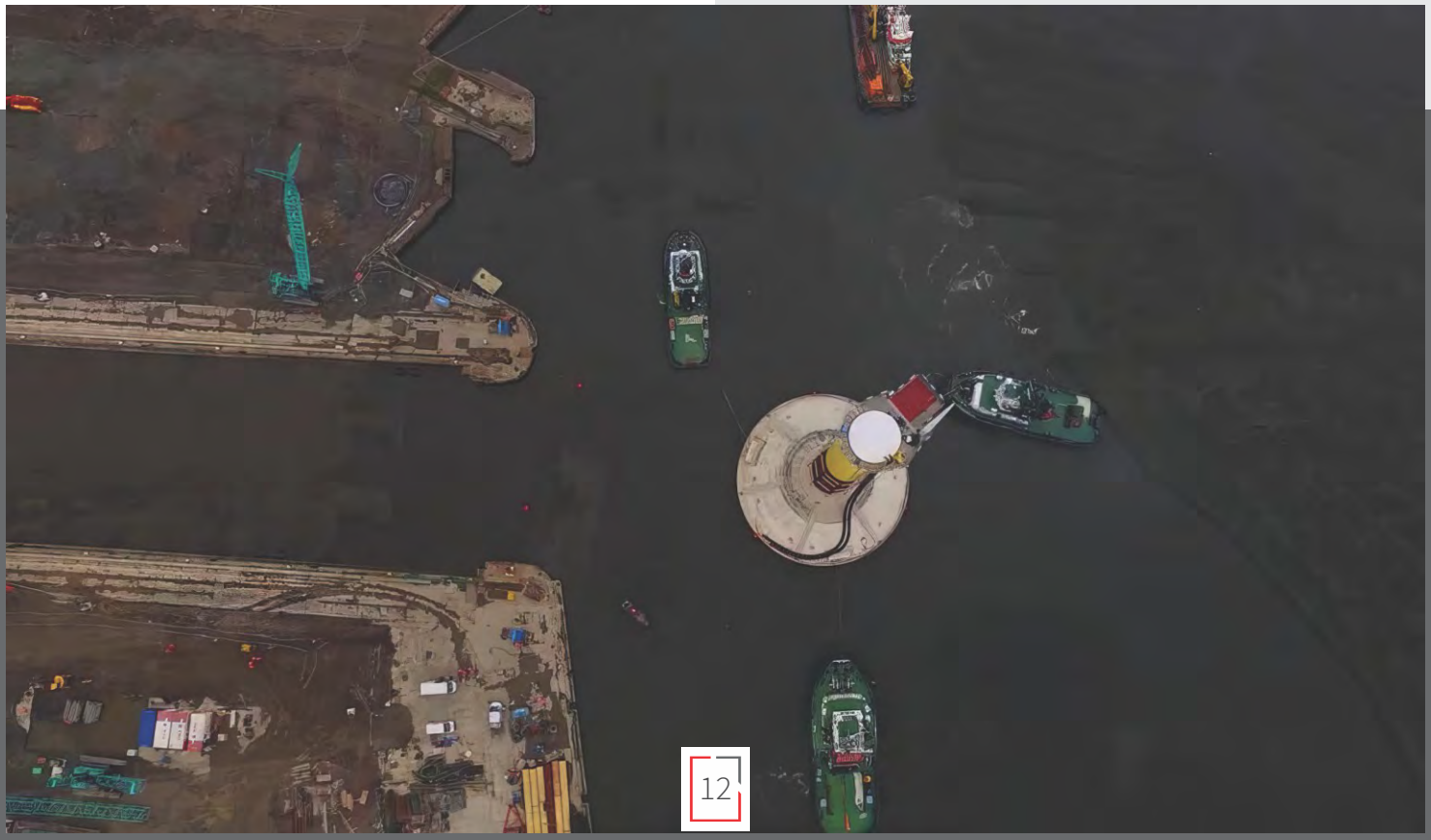
Moreover, compared to competing technologies, the concrete structure used in GBFs is more durable and requires less maintenance, what decreases project OPEX. Concrete structures are easily scalable for larger, higher turbines — tower height matches the diameter of the support and foundation. In case of GBFs this poses no challenge for the investment process, as it is enough to build the support with a larger diameter. For *onshore* projects, this opens an opportunity for investment in higher capacity turbines located at less accessible locations. For offshore projects, the use of concrete structures

o większej mocy i zarazem w trudno dostępnych miejscach. Z kolei wykorzystanie betonowych konstrukcji w projektach *offshore* zapewnia dużą odporność fundamentów na erozję wód (fale, prądy, zasolenie), a także na lód i na niskie temperatury, które panują m. in. na Morzu Północnym i Morzu Bałtyckim. Co więcej, ze względu na swoją wytrzymałość i potrzebę osadzenia na dnie, idealnie nadają się właśnie do Bałtyku, który jest stosunkowo płytkim akwenem.

Warto zaznaczyć, że również w przypadku głębszych akwenów, fundamenty betonowe także znajdują swoje zastosowanie, gdyż mogą być częścią pływających elektrowni wiatrowych. Wraz z rozwojem morskiej energetyki wiatrowej inwestorzy prowadzą ekspansję na coraz głębszych akwenach, gdzie m. in. technologie monopalowe – stanowiące dziś dominujące na rynku rozwiązanie - nie znajdą zastosowania. Fundamenty pływające, wykorzystujące betonowe elementy, zdaniem ekspertów zdominują przyszłość sektora.

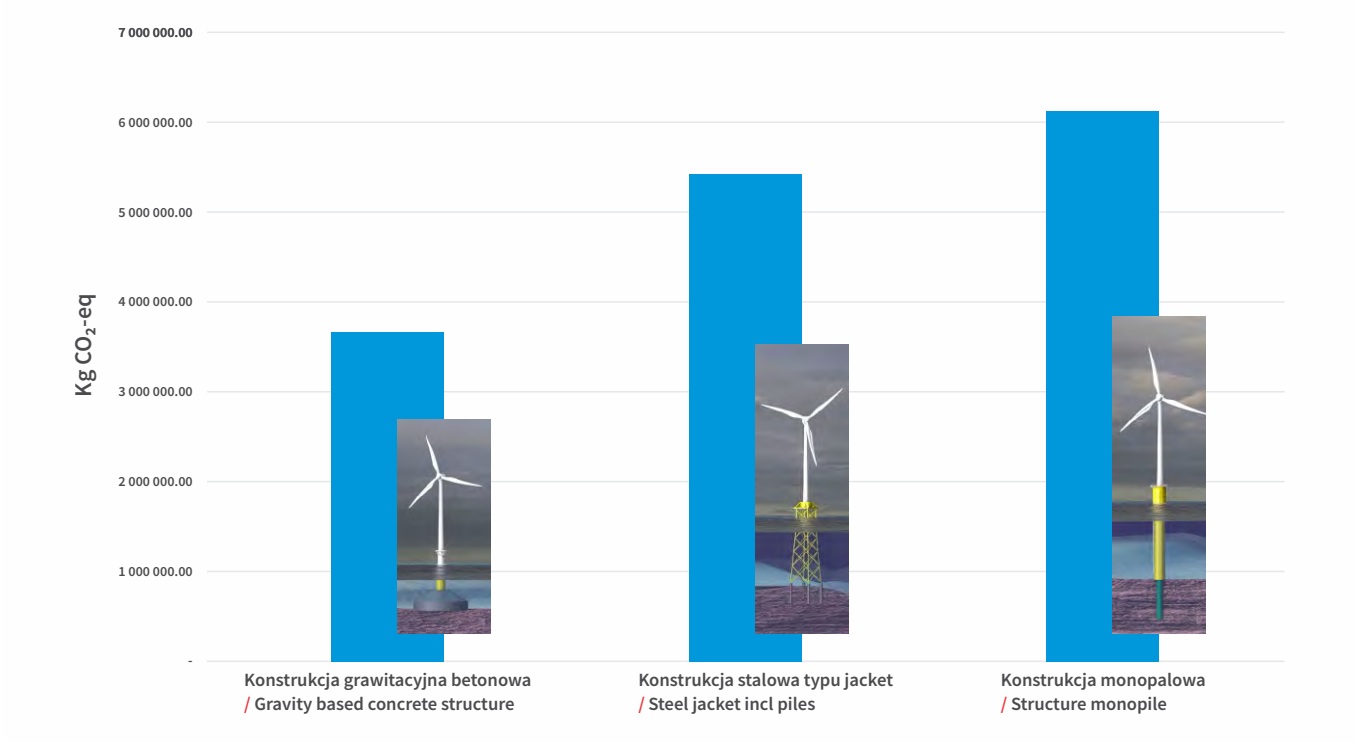
projects, this opens an opportunity for investment in higher capacity turbines located at less accessible locations. For offshore projects, the use of concrete structures ensures high resistance of foundations to erosion caused by water (waves, currents, salinity), as well as to ice and low temperatures, occurring for example in the North Sea and the Baltic Sea. Furthermore, the durability and need to place the foundations on the bottom makes them perfect for the Baltic Sea, which is relatively shallow.

It must be noted that concrete foundations can also be applied in deeper waters, for they may be part of floating wind turbines. As wind energy development progresses, investors expand to increasingly deeper waters, where monopiles — the currently-dominant market technology — cannot be applied. In accordance with experts, floating foundations using concrete elements will dominate the future of the sector. Additional advantages of gravity-based foundations also include relatively low carbon footprint along the entire



Wśród dodatkowych zalet fundamentów grawitacyjnych należy również wymienić stosunkowo niewielką emisyjność całego cyklu życia technologii. Ślad węglowy GBFs jest o około 40% niższy niż w przypadku fundamentów typu jacket oraz aż o około 60% niższy w stosunku do monopali, a dodatkowo formy betonowe posiadają zdolność do pochłaniania CO_2. Ponadto, w myśl zasady tworzenia gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ), możliwy jest recykling fundamentów pozwalający na ponowne przetworzenie i wykorzystanie betonu oraz stali wcześniej użytych w zbrojeniu. Wysoka trwałość materiałów pozwala również na osiągnięcie długiej, 50-letniej żywotności konstrukcji, a dokładne monitorowanie może pozwolić na jej przedłużenie o kolejnych 15 lat.

life cycle. GBF footprint is approximately 40% lower than in case of jacket foundations and approximately 60% lower than in case of monopiles. Additionally, concrete structures may absorb CO_2. Furthermore, in line with circular economy principles, the foundations may be recycled to reuse concrete and reinforcement steel. High durability of materials enables long, 50-year lifetime of the structure. Precise monitoring may extend the lifetime by further 15 years.



Rysunek 2.
Wyliczenia śladu węglowego całego cyklu życia wybranych technologii fundamentowych w przykładowej inwestycji. Źródło: Aker Solutions.

Figure 2.
Calculations of lifetime carbon footprint of selected foundation technologies for a model investment. Source: Aker Solutions.

Betonowe konstrukcje zlokalizowane w wodzie mogą także przyczynić się do rozwoju bioróżnorodności. Jest to spowodowane faktem, że na betonie rośnie flora, która odbiera go jako stałe (kamienne) podłoże sprzyjające osadzaniu się nowych form życia, jak na przykład glony i algi, które później można wykorzystać w kolejnych gałęziach gospodarki. Pozostając w aspektach środowiskowych, zastosowanie GBFs przyczynia się do braku konieczności wbijania pali. W związku z tym zarówno na lądzie, jak i na morzu, mogą one być stosowane na obszarach chronionych, takich jak NATURA 2000. Dodatkowo, w przypadku inwestycji morskich wbijanie pali głęboko w dno powoduje drgania oraz emisje hałasu. Może to wpływać to na uszkodzenie narządów komunikacji u zwierząt, których przetrwanie jest warunkowane przez echolokację – w tym u krytycznie zagrożonych wyginięciem na Bałtyku morświnów. W przypadku stawiania fundamentów grawitacyjnych problem ten nie występuje, co zwłaszcza w obliczu rosnącej świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz stosowanych w niektórych miejscach restrykcjach wiertniczych, jest szczególnie ważne.

Concrete structures placed in the water may also contribute to increased biodiversity. This is because flora grows on the concrete, taking it as a fixed (stone) bottom, good for new life forms such as algae, which subsequently may be used in other branches of the economy. Another environmental aspect is that GBFs do not require piling. Therefore, they may be used in protected areas, such as Natura 2000 sites, both onshore and offshore. Offshore piling causes vibration and noise emissions. This may damage communication systems in animals whose survival depends on echolocation — including harbour porpoises critically endangered in the Baltic Sea. Where gravity-based foundations are built, the issue does not exist, what is crucial in particular in the context of increasing ecological awareness of the public and drilling restrictions in place in certain areas.

Ograniczenia technologii

Należy również pamiętać o ograniczeniach tej technologii. Zazwyczaj fundamenty grawitacyjne dla morskiej energetyki wiatrowej budowane są w portach, gdzie mogą być łatwo odebrane przez barki lub statki instalacyjne, lecz ich składowanie zajmuje dużo miejsca – przykładowo 30 sztuk GBFs zajmuje ok. 10 hektarów terenu, 80 sztuk GBFs – ok. 30 hektarów, itd. Dedykowana przestrzeń w portach, z uwagi na duży ciężar jednostek, musi zostać dodatkowo wzmocniona (czasem nawet palowana), co wymaga inwestycji ze strony portów i deweloperów. Jako alternatywne rozwiązania do składowania gotowych fundamentów grawitacyjnych uznaje się przechowywanie ich w wodzie (GBFs są wyporne), składowanie na barkach, lub alternatywnie podzielenie produkcji i instalacja rozłożona na kilka sezonów (przy czym należy pamiętać, że w celu przeprowadzenia prac instalacyjnych potrzebne jest okno pogodowe).

Niektóre porty mogą być jednak przygotowane na zapewnienie dużej powierzchni potrzebnej do przechowania wyprodukowanych fundamentów – co zadeklarował chociażby przedstawiciel Zarządu Portów Morskich Szczecin i Świnoujście podczas konferencji Offshore Wind Poland w listopadzie 2024 r. Przekazał on również, że po zakończeniu realizacji prac, uprzednio dedykowany projektowi obszar może zostać bezproblemowo wykorzystany do innych prac portowych. Firmy produkujące GBFs opracowały ponadto technologię pozwalającą na szybkie zwodowanie fundamentów, a po ich zanurzeniu możliwe jest przechowanie w wodzie i dalszy transport. Warto przy tym pamiętać, że pomimo faktu, iż beton dopiero po 28 dniach osiąga pełną wytrzymałość, już podczas prefabrykacji jest na tyle twardy, że można go zwodować.

Limitations of the technology

Limitations of the technology also need to be considered. Usually, gravity-based foundations for offshore wind are built in ports, where they can be easily forwarded by barges or installations vessels — but they require a lot of storage space. For example, 30 units of GBFs need approximately 10 hectares of land, 80 units — approximately 30 hectares, etc. Due to high mass of foundation units, dedicated sites in ports must be additionally reinforced (often, piled), what requires investment by ports and developers. Alternative solutions for storing ready GBFs include storage in water (GBFs do float), storage on barges or splitting manufacture and installation over several seasons — but it must be remembered that installation works require a weather window.

However, certain ports may be prepared to offer large area required to store ready foundations — for instance, this has been declared by a representative of the Management Board of the Maritime Ports of Szczecin and Swinoujscie during Offshore Wind Poland conference held in November 2024. The representative also communicated that, upon completion of the works, the area dedicated to the project may be freely used for other port operations. Moreover, GBF manufacturers developed a technology enabling quick launching of foundations. When submerged, GBFs may be stored in the water and forwarded. It must be noted that although concrete reaches full strength only after 28 days, during prefabrication it is hard enough to be launched.

Port Szczecin / Port of Szczecin

Czy wiesz że...

Konsorcjum złożone z trzech trójmiejskich podmiotów: SPEED sp. z o.o., TRIDENTE sp. z o.o. oraz Polski Cement sp. z o. o. planuje budowę ***nowoczesnej cementowni*** *w Porcie Szczecin. 3 grudnia 2024 r. podpisano umowę przedwstępną dzierżawy 10-hektarowej działki sąsiadującej z nowym Nabrzeżem Norweskim na Ostrowie Grabowskim. Cementownia będzie działać w oparciu o wydajną i nieuciążliwą technologię produkcji i może stać się producentem cementu do powstających w porcie fundamentów grawitacyjnych. Co więcej, w Porcie Gdańsk również planowana jest budowa nowej cementowni.*

Do you know...

A consortium formed by three Tricity enterprises: SPEED sp. z o.o., TRIDENTE sp. z o.o. and Polski Cement sp. z o.o. is planning to build a ***state-of-the-art cement*** *mill in Port of Szczecin. A preliminary lease contract for a 10-hectare plot adjacent to the new Norwegian Pier on Ostrow Grabowski has been signed on 3 December 2024. The cement mill will use an efficient and non-intrusive production technology, and may become the cement supplier for gravity-based foundations manufactured in the port. Construction of a new cement mill is also planned in Port of Gdansk.*

Okno pogodowe umożliwiające instalację jest konieczne podczas montażu wszystkich rodzajów fundamentów. W polskich warunkach, w przypadku zastosowania metody ślizgowej (która zostanie omówiona w dalszej części), wyłączone z produkcji są jedynie około 2 miesiące w roku, gdy temperatura bywa ujemna, co może doprowadzić do zamarznięcia wody w mieszance betonowej, przez co nie dochodzi do właściwej reakcji i wiązania.

The weather window enabling installation is required for all foundation types. In Polish conditions, when *slipforming* (discussed further on in the paper) is used, manufacture cannot be carried out for approximately 2 months in a year only, when temperatures may fall below zero, what may freeze water in the concrete mix and prevent proper reaction and setting.

Należy równocześnie odnotować, że przy realizacji projektów z wykorzystaniem fundamentów grawitacyjnych niezbędne jest zajęcie dużej powierzchni na dnie w przypadku realizacji projektów *offshore*. Przykładowo, dla turbiny o mocy 15 MW wyliczona średnica to 35 metrów, a łącznie z obszarem potrzebnym do zabezpieczenia fundamentu przed podmywaniem nawet około 70 metrów, co powinno zostać wzięte pod uwagę przez deweloperów podczas przeprowadzania prac przedprojektowych.

It must also be noted that *offshore* projects using gravity-based foundations require large bottom area. For example, for a 15 MW wind turbine the calculated diameter is 35 metres, which may rise to approximately 70 metres together with area needed to secure the foundation from scouring. This needs to be taken into account by project de-velopers during development works.

Budowanie fundamentów grawitacyjnych w porcie w Le Havre w Normandii.
Źródło: Sarens.

Manufacture of gravity-based foundations in port of Le Havre in Normandy.
Source: Sarens.

Przykłady wykorzystania fundamentów grawitacyjnych

Obecnie wciąż większość inwestorów w branży *offshore wind* decyduje się na użycie technologii monopalowych, które stanowią fundamenty dla około 80% wszystkich stawianych w Europie morskich farm wiatrowych[4]. Tendencje te mogą się jednak w niedalekiej przyszłości zmienić. Obecnie niektórzy inwestorzy realizujący projekty w Polsce rozważają wybór innych rozwiązań, w tym fundamentów grawitacyjnych. Z pewnością podjęciu decyzji może sprzyjać przeanalizowanie przykładów pomyślnych realizacji projektów z wykorzystaniem GBFs, których w Europie w ostatnich latach nie brakuje.

Gravity-based foundations: application examples

Currently, the majority of *offshore wind* investors decides to use monopile foundations, used in approximately 80% of all offshore wind farms build around Europe[4]. However, in the near future the trend may be subject to change. Certain investors implementing their projects in Poland are considering other solutions, including gravity-based foundations. Certainly, the final decision may be affected by an analysis of examples of successful projects using GBFs, which are rather numerous in Europe in recent years.

Fundamenty grawitacyjne czekające na instalację w porcie w Le Havre w Normandii.
Źródło: Reuters.

Gravity-based foundations awaiting installation, port of Le Havre, Normandy.
Source: Reuters.

[4] WindEurope (2021).
Offshore Wind in Europe – Key trends and statistics 2020.

[4] WindEurope (2021).
Offshore Wind in Europe – Key trends and statistics 2020.

Doskonałym przykładem zakończonej z sukcesem inwestycji w wykorzystaniem fundamentów grawitacyjnych jest morska farma wiatrowa Fécamp, zlokalizowana na wysokości Normandii w północnej Francji. Realizowany w latach 2020-2022 przez firmę SAIPEM montaż fundamentów wymagał wybudowania 71 jednostek. Średnica podstawy fundamentów wyniosła 31 m, a ich wysokość – w zależność od miejsca instalacji – wahała się między 48 a 52 m. Z kolei głębokość wody w miejscu instalacji wynosi od 25 do 30 m.

A perfect example of a successful investment using gravity-based foundations is the Fécamp offshore wind farm, located in Normandy in northern France.Founda-tions for the project, manufactured in 2020–2022 by SAIPEM, comprise 71 units. Diameter of foundation base is 31 m, and height varies from 48 and 52 m, depending on installation location. Water depth on installation site varies from 25 to 30 m.

Transport fundamentu w porcie.
Źródło: JDL Groupe.

Transport of a foundation in port.
Source: JDL Groupe.

Betonowe struktury grawitacyjne o jednostkowej masie 5000 ton, mające później stanowić fundamenty do turbin wiatrowych Siemens Gamesa o mocy 7 MW, budowano przez dwa lata na lądzie, by następnie przetransportować je i zainstalować w odległości 13-22 km od wybrzeża. Proces wymagał zaangażowania 3 barek cargo – każda z nich miała wystarczającą nośność, by umożliwić załadowanie trzech konstrukcji na raz. Umieszczenie ich na barce wymagało nieprzerwanej pracy, której czas wynosił 38 godzin/barkę, a następnie jednostka wypływa na morze, gdzie fundamenty były instalowane w docelowych lokalizacjach.

Cała operacja załadowania i rozładunku barek wymagała w sumie 24 powtórzeń, co łącznie zajęło niecałe 2 miesiące. Szybko zrealizowana inwestycja pozwoliła na oddanie farmy o łącznej mocy 500 MW w maju 2024 roku.

Concrete gravity-based structures with unit weight of 5,000 tonnes, designed to form foundations for Siemens Gamesa wind turbines with a capacity of 7 MW, were built onshore over a period of two years, and subsequently transported and installed between 13 and 22 km from the coast. The project required the use of 3 cargo barges with load capacity sufficient to enable the transport of three units at once. Loading the foundations on the barge required an uninterrupted procedure lasting 38 hours per barge. When loaded, the vessel sailed to the site, where the foundations were installed in their target locations.

The entire barge loading and unloading operation required 24 cycles, which lasted less than 2 months in total. Rapid completion of the investment enabled the 500 MW wind farm to be commissioned in May 2024.

Transport fundamentu grawitacyjnego celem załadowania do barki.
Źródło: Project Cargo Journal.

Transport of a gravity-based foundation for loading on a barge.
Source: Project Cargo Journal.

Przykładem mniej spektakularnego, ale równie skutecznego wykorzystania technologii fundamentów grawitacyjnych, jest zlokalizowana na szwedzkiej części Morza Bałtyckiego morska farma wiatrowa Kårehamn. Ta położona w odległości 7 km od wybrzeża Olandii, należąca do RWE farma wiatrowa została oddana do użytku w 2013 roku. 16 turbin firmy Vestas o jednostkowej mocy 3 MW zainstalowano na fundamentach grawitacyjnych w akwenie, którego głębokość sięga od 8 do 21 metrów, co skutkowało tym, że wszystkie fundamenty miały inne wymiary i wagę.

An example of a less spectacular, but equally successful use of gravity-based foundation technology is the Kårehamn offshore wind farm, located in the Swedish part of the Baltic Sea. Owned by RWE, the wind farm, located 7 km from the coast of Oland, has been commissioned in 2013. 16 Vestas wind turbines with unit capacity of 3 MW were installed on gravity-based foundations on an area with a depth ranging from 8 to 21 metres, resulting in every foundation being unique in terms of dimensions and weight.

Rozładunek fundamentu grawitacyjnego na morzu. Źródło: offshoreWIND.biz.

Gravity-based foundation offloaded at sea. Source: offshoreWIND.biz.

Umiejscowienie fundamentu grawitacyjnego w miejscu docelowym.
Źródło: OffshoreWIND.biz.

Installation of a gravity-based foundation in target location.
Source: OffshoreWIND.biz.

Zakończenie instalacji fundamentów MFW Fécamp - całość prac związanych z instalacją GBFs na morzu zrealizowano w dniach od 1 sierpnia do 17 września 2022 r.
Źródło: Cire.

Completed gravity-based foundations for the Fécamp OWF — all works related to GBF installation were performed from 1 August to 17 September 2022.
Source: Cire.

Najcięższa konstrukcja ważyła ponad 1950 ton i liczyła 24,5 metra wysokości. Fundamenty zostały wyprodukowane przez firmę Jan De Nul i zostały zbudowane bezpośrednio na 2 dużych pontonach w porcie Zeebrugge w Belgii. Większy ponton zawierał 12 fundamentów, a mniejszy ponton 4 fundamenty. Z portu pontony zostały odholowane do docelowej lokalizacji w Szwecji, gdzie następnie za pomocą dźwigów podniesiono fundamenty i umieszczono je na przygotowanym dnie morskim. Pomimo stosunkowo niewielkiej mocy zainstalowanej elektrowni, która wynosi 48 MW, inwestycja ta jest świetnym przykładem możliwości wykorzystania fundamentów grawitacyjnych na Bałtyku.

The heaviest unit weighed more than 1,950 tonnes and was 24.5 metres high. The foundations were manufactured by Jan De Nul and were built directly on 2 large pontoons in port of Zeebrugge in Belgium. The larger pontoon hosted 12 units, and the smaller one — 4. The pontoons were towed to the target location in Sweden, where cranes hoisted the foundations and installed them on prepared sea bottom. Despite relatively small installed capacity of the wind farm — 48 MW — the project is a perfect example of how gravity-based foundations may be used in the Baltic Sea.

Dotarcie pontonu z fundamentami grawitacyjnymi do miejsca docelowego w Szwecji.
Źródło: Scaldis.

A pontoon with gravity-based foundations reaches target location in Sweden.
Source: Scaldis.

Wówczas nie skorzystano wprawdzie z usług lokalnych dostawców, którzy mogli wyprodukować konstrukcje betonowe, jednak biorąc pod uwagę potencjał krajowych wykonawców komponentów do fundamentów grawitacyjnych w Polsce, nadchodzące projekty w kraju nad Wisłą mogą przyczynić się do wzrostu udziału tzw. *local content* w inwestycjach w branży wiatrowej.

Although no local suppliers capable of manufacturing concrete structures were used at that time, considering the potential of domestic contractors for gravity-based foundation components in Poland the upcoming projects in our country may contribute to the increase in local content in the wind energy industry.

Początek rozładunku pontonu z fundamentami grawitacyjnymi, które wcześniej przetransportowano z Belgii do Szwecji.
Źródło: Scaldis.

Unloading of pontoon with gravity-based foundations transported from Belgium to Sweden commences.
Source: Scaldis.

Technologia szalunków ślizgowych

Ciekawym rozwiązaniem, znacznie przyspieszającym realizację budowy fundamentów grawitacyjnych, jest technologia szalunków ślizgowych (slip-forming). Zasada metody ślizgowej polega na prawie ciągłym, pionowym albo nachylonym podnoszeniu konstrukcji szalunku z jednoczesnym wykonywaniem wielu etapów. Wszystkie czynności, czyli betonowanie, zbrojenie, pielęgnowanie betonu czy aplikacja powłok ochronnych betonu są realizowane w jednym ciągu technologicznym.

Urządzenie ślizgowe, potocznie zwane „ślizgiem", wraz z platformą roboczą wspiera się na prętach nośnych, wnosząc się do góry razem z budowanym obiektem betonowym. Urządzenie

Slip-forming technology

An interesting solution, substantially accelerating the manufacture of gravity-based foundations, is the *slip-forming* technology. Slip-forming is based on almost continuous, vertical or inclined rising of the formwork, with simultaneous performance of many operations. All operations, including concreting, reinforcing, curing or application of concrete protective coating are performed within a single production process.

The slipform system together with a working platform is supported on bearing rods, rising together with the concrete structure under construction. The system is moving using hy-

Zanurzenie fundamentu.
Źródło: Scaldis.

Foundation submerging.
Source: Scaldis.

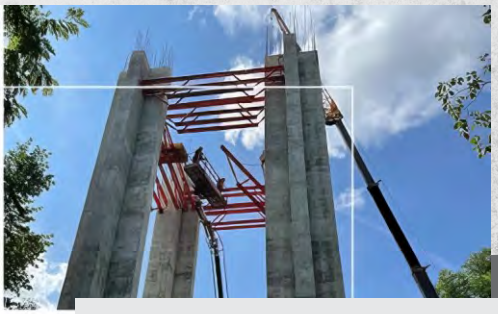
wznosi się dzięki podnośnikom hydraulicznym. Podnoszenie odbywa się małymi skokami o wielkości od 10 do 50 mm w stałych lub kontrolowanych odstępach czasowych. Prace wykonuje się z reguły przez 24 godziny na dobę, możliwe jest jednak ślizganie odcinkami. Prędkość ślizgania (wznoszenia urządzenia ślizgowego) wynosi zazwyczaj od 3 do 8 metrów na dobę - decydujący jest przy tym postęp prac zbrojarskich, czas przyrostu wytrzymałości mieszanki betonowej, stopień skomplikowania i rozmiary wznoszonego obiektu. To wszystko pozwala na skrócenie czasu produkcji jednego fundamentu grawitacyjnego do zaledwie 14 dni.

Technologia szalunków ślizgowych została z sukcesem wykorzystana przy budowie fundamentów do pierwszej na świecie pływającej elektrowni wiatrowej Hywind Tampen, której głównym inwestorem był Equinor. Zlokalizowana na norweskiej części Morza Północnego inwestycja o mocy równej 88 MW znajduje się na wodach o głębokości od 260 do 300 metrów, zatem zastosowanie tradycyjnych fundamentów nie było możliwe. Budowa fundamentów, w tym żelbetonowych boi, była możliwa właśnie dzięki zastosowaniu metody slip-forming.

draulic lift. The form is rising in small steps ranging from 10 to 50 mm, in fixed or controlled intervals. Usually, the works are performed round the clock; however, slip-forming by sections is also possible. The usual slip-forming speed (the speed at which the slipform system is moving up) ranges from 3 to 8 metres per day — decisive factors include progress in reinforcement works, concrete mix strength development rate, degree of complexity and dimensions of the structure. The technology enables shortening of manufacture time of a single gravity-based foundation unit to just 14 days.

Slip-forming technology has been successfully used for construction of foundations for the first floating wind farm in the world, Hywind Tampen, where the leading investor was Equinor. The project with a capacity of 88 MW is located in the Norwegian part of the North Sea at a depth ranging from 260 to 300 metres, where traditional foundations could not be used. Foundations, including reinforced concrete buoys, were built using slip-forming.

SLIPFORM



Technologia szalunków ślizgowych

Slip-forming technology

Wśród zalet metody ślizgowej wymienia się:

- wielokrotnie szybszy czas realizacji konstrukcji w porównaniu do tradycyjnych szalunków,
- brak ograniczeń w zakresie wysokości, szerokości i grubości wykonywanej konstrukcji,
- oszczędność czasu niezbędnego do wykonania samej konstrukcji, jak i obsługi koniecznej przy wznoszeniu maszyn i urządzeń,
- wysoka wytrzymałość na ściskanie i doskonałe właściwości dynamiczne,
- elastyczność w projektowaniu i budowie,
- niezależna działalność urządzenia ślizgowego od pracy dźwigu – cała konstrukcja jest podnoszona z wykorzystaniem niezależnego układu hydraulicznego zbudowanego z odpowiednio dobranych („szytych na miarę") siłowników i prętów prowadzących.

Advantages of slip-forming include:

- much faster structure manufacture compared to traditional formwork;
- no restrictions on height, width and thickness of structure;
- savings on time necessary to build the structure as well as handling related to installation of machines and equipment;
- high compressive strength and perfect dynamic properties;
- flexibility in design and construction;
- independent operation of slipform system and crane — the system is lifted using an independent hydraulic system built from tailored cylinders and guiding rails.

Można również zidentyfikować dodatkowe zalety przy budowie wież wiatrowych w technologii form ślizgowych dla inwestycji na lądzie:

- o wysokości wieży decyduje jej średnica, a formy ślizgowe pozwalają wykonać wieże o dowolnej średnicy w dowolnym – nawet trudno dostępnym – miejscu,
- konstrukcja jest w pełni monolityczna, nie wymaga łączeń ani przerw technologicznych, które są najsłabszym i jednocześnie najbardziej cenotwórczym ogniwem konstrukcji prefabrykowanych.

Additional identified benefits for slip-form construction of wind turbine towers onshore include:

- tower height is determined by its diameter, and slipform systems allow for building towers with any diameter in any place, even hardly accessible;
- the structure is fully monolithic and does not require joints or technological breaks, which are the weakest and most expensive element of prefabricated structures.

Do wad rozwiązania należy zaliczyć aktualnie nieopłacalność ekonomiczną wnoszenia obiektów o wysokości nieprzekraczającej 10 metrów (za wyjątkiem wykonywania wielu obiektów w ramach jednej lokalizacji, ponieważ umożliwia to wielokrotne wykorzystanie jednej formy), a także konieczność stałego nadzorowania i kontroli geometrii wznoszonej konstrukcji oraz przyrostu wytrzymałości mieszanki betonowej. Z uwagi na fakt, że jest to technologia nowa, prawdopodobnie w najbliższych latach wzrośnie jej dojrzałość technologiczna oraz ekonomiczna.

W Polsce jedną z firm, które świadczą usługi oferujące kompleksowe wykonanie obiektów budowlanych metodą ślizgową – od projektu do wzniesienia konstrukcji – jest szczecińska spółka **SLIPFORM.LTD** . Celem zminimalizowania wad technologii, firma opracowała i wdrożyła zautomatyzowane formy ślizgowe i algorytm, który w czasie rzeczywistym monitoruje i w razie potrzeby koryguje geometrię szalunku oraz kontroluje przyrost wytrzymałości mieszanki betonowej. Dane te mogą być na bieżąco udostępniane kadrze inżynierskiej, kadrze menadżerskiej, jak również służbom nadzoru inwestorskiego – także za pośrednictwem sieci GSM.

Disadvantages of the technology include: current economic unfeasibility of structures lower than 10 metres (save for many units for a single location, where one slipform could be used multiple times), and the need to continuously supervise and monitor the geometry of the manufactured structure as well as concrete mix strength development rate. Because the technology is new, its technological and economic maturity is likely to increase in the next years.

In Poland, one of the companies providing comprehensive performance of civil structures using slip-forming — from design to construction — is **SLIPFORM.LTD** based in Szczecin. To minimise technology flaws the company developed and implemented automated slipform systems and an algorithm that monitors formwork geometry in real time, making the required adjustments, and controls concrete mix strength development rate. The data is readily accessible to engineers, managers and owner's representatives, also through GSM.

Czy wiesz że...

GBFs dają możliwość montowania turbin 15 MW i większych - obecnie SLIPFORM wspólnie z SEA Global prowadzą prace B+R nad rozwojem GBFs, ich typizacją oraz zupełnie nowatorskim podejściem do ich montażu.

Do you know...

GBFs enable the installation of turbines of 15 MW and more. Currently, SLIPFORM and SEA Global are conducting an R&D partnership on the development of GBFs, their standardization and a completely innovative approach to their installation.

Innowacyjne rozwiązanie wprowadzone przez **SLIPFORM.LTD**[5] pozwala na uzyskanie wysokiej precyzji przy wznoszeniu konstrukcji i niemal całkowite eliminuje najczęściej powtarzane błędy. Dzięki zastosowaniu odpowiednich algorytmów, to komputer sugeruje, w jaki sposób sterować siłownikami, aby zachować projektowaną geometrię konstrukcji, a także w którym momencie beton osiągnął właściwą wytrzymałość. Ponieważ rozwiązanie to jest wciąż nowe, konieczne jest zbudowanie wiarygodności wśród kontrahentów. Dojrzałość rozwiązania może ukazać demonstrator, poligon i przeprowadzenie odpowiednich badań.

The innovative solution introduced by **SLIPFORM.LTD**[5] enables high manufacturing precision and almost completely eliminates most frequent errors. Through the use of relevant algorithms, the computer suggests how to operate hydraulic cylinders to maintain design geometry of the structure as well as when the concrete reached proper strength. Because the solution is new, credibility among partners must be developed. Maturity of the solution may be proved by a demonstrator, test project and relevant studies.

SLIPFORM

SLIPFORM.LTD jest jedną z niewielu firm w Polsce i na Świecie, która oferuje kompleksowe wykonywanie obiektów budowlanych metodą ślizgową – od projektu do wzniesienia konstrukcji

/ SLIPFORM.LTD is one of the few companies in Poland and in the world that offers comprehensive construction projects using the slip-forming technology – from design to construction

Technologia szalunków ślizgowych

Slip-forming technology

[5] www.slipform.ltd

[5] www.slipform.ltd

Podsumowanie

W niedalekiej przyszłości możliwy jest wzrost znaczenia fundamentów grawitacyjnych w branży wiatrowej. Zwłaszcza w obliczu stawiania coraz wyższych, niekiedy przekraczających 200 metrów wież wiatrowych, alternatywne dla GBFs monopale muszą być budowane o coraz to większych przekrojach i wymagają grubszych ścian. Wobec ograniczonego na skutek wojny w Ukrainie rynku blachy, mniejszego śladu węglowego cyklu życia GBFs, niższych kosztów inwestycyjnych oraz operacyjnych, możliwości zaangażowania tzw. *local content* na dużym poziomie, zaspokojenia rynku surowcowego polskimi substratami, mniejszego wpływu na bioróżnorodność, a także możliwości lokalizacji turbin o coraz wyższych wieżach i mocach na trudno dostępnych terenach na lądzie, coraz więcej deweloperów kieruje swoją uwagę właśnie w stronę fundamentów grawitacyjnych oraz pylonów betonowych.

Executive Summary

The importance of gravity-based foundations in the wind energy industry may increase in the nearest future. In the face of increasingly high wind turbine towers, sometimes in excess of 200 metres, the alternative to GBFs — monopiles — must be manufactured with even greater diameter and wall thickness. Given the limitations on the sheet metal market caused by war in Ukraine, lower carbon footprint of GBF lifecycle, lower investment and operating costs, the opportunity to engage substantial local content, lower impact on biodiversity, and the possibility to build turbines with higher towers and capacities in barely accessible locations onshore, an increasing number of developers shift their attention to gravity-based foundations and concrete towers.

Liczba zalet dla inwestorów może stanowić wystarczającą przewagę nad wadami, w związku z czym decydować się będą na to rozwiązanie. Równolegle firmy zaangażowane w łańcuch dostaw fundamentów grawitacyjnych starają się zoptymalizować proces produkcji, by wymienione wcześniej słabości ograniczyć. Proponowane rozwiązania minimalizujące wady technologii, jak na przykład niezawodność szybkiego stawiania fundamentów przy użyciu metody szalunków ślizgowych, oferowanej m. in. przez szczeciński **SLIPFORM.LTD**, sprawiają, że GBFs stały się ciekawą alternatywą dla pozostałych fundamentów. Wprawdzie projekty w ramach tzw. pierwszej fazy *offshore* w Polsce będą realizowane z zastosowaniem wyłącznie rozwiązań monopalowych, jednak projekty kolejnych faz mogą potwierdzić prognozowany rozwój tej technologii i coraz częstszego jej wykorzystania w kolejnych inwestycjach morskich i lądowych farm wiatrowych.

For investors, the number of advantages may sufficiently balance the disadvantages, causing them to select this solution. At the same time, companies within the gravity based foundation supply chain attempt to optimise production process to limit the disadvantages discussed above. The proposed solutions minimising the technology's disadvantages, such as the reliability of quick foundation manufacture using slip-forming, offered for instance by Szczecin-based **SLIPFORM.LTD**, make GBFs an interesting alternative to other foundation types. Although Phase I offshore projects in Poland will be implemented with monopile solutions only, projects comprising subsequent phases might confirm the expected development of the technology and its increasingly frequent use in subsequent onshore and offshore wind farm projects.

O Nas

WIND INDUSTRY HUB

Transformacje energetyczna Polski przyspiesza, a rynek energetyki wiatrowej od kilku lat rozwija się bardzo dynamicznie. Na nowej gałęzi gospodarki skorzysta tzw. local content – czyli polskie firmy zaangażowane w łańcuch produkcji i dostaw. Polski przemysł ma ogromny potencjał do tego, aby być istotnym graczem w globalnym łańcuchu dostaw dla energetyki wiatrowej. Jednak bez solidnej, strategicznej polityki przemysłowej skupionej na OZE, w tym w szczególności na sektorze *offshore wind* istnieje ryzyko, że pozostaniemy w tyle. Zegar tyka, a natychmiastowe działanie jest niezwykle istotne. Dlatego Polska pilnie potrzebuje mądrego planu działań, nakierowanego na wsparcie łańcucha dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej.

W odpowiedzi na te wyzwania powstała **Fundacja Wind Industry Hub,** która działa na rzecz wsparcia budowy silnego przemysłu i zaplecza usługowego dla sektora wiatrowego w Polsce. Celem fundacji są działania na rzecz poprawy bezpieczeństwa energetycznego i gospodarczego poprzez zapewnienie odpowiedniej bazy przemysłowej w Polsce.

About Us

WIND INDUSTRY HUB

Poland's energy transition is accelerating, and the wind power market has been growing rapidly for several years. The new industry will benefit from the local content – that is, Polish companies involved in the production and supply chain. Polish industry has great potential to be a significant player in the global wind power supply chain. However, without a solid, strategic industrial policy focused on RES, including the *offshore wind* sector in particular, we risk being left behind. The clock is ticking, and immediate action is critical. Therefore, Poland urgently needs a smart action plan directed at supporting the offshore wind supply chain.

In response to these challenges, the **Wind Industry Hub Foundation** has been established to support the building of a strong industry and service base for the wind sector in Poland. The foundation's goal is to work to improve energy and economic security by ensuring an adequate industrial base in Poland.

Wind Industry Hub swoimi działaniami wzmacnia polskie firmy w ekspansji na rynki zagraniczne oraz rozwija napływ inwestycji zagranicznych do Polski. Fundacja gwarantuje budowanie silnych relacji biznesowych, transfer wiedzy i technologii, a także wsparcie realizacji wspólnych projektów między krajowymi i zagranicznymi podmiotami przemysłowymi, działającymi w sektorze wiatrowym. Poprzez współpracę z administracją rządową i wsparcie otoczenia biznesowego i prawnego Fundacja współtworzy spójną politykę przemysłową Polski i dynamiczny rozwój polskiego przemysłu wiatrowego. Do celów Fundacji należy również wsparcie polskich firm i instytucji w realizacji polityki UE w zakresie wzmocnienia europejskiego przemysłu dostarczającego komponenty na rzecz inwestycji w neutralne klimatycznie technologie energetyczne.

With its activities, the **Wind Industry Hub** strengthens Polish companies in their expansion into foreign markets and develop the flow of foreign investment into Poland. The Foundation guarantees the building of strong business relations, knowledge and technology transfer, as well as support the implementation of joint projects between domestic and foreign industrial entities operating in the wind sector. Through cooperation with government administration and support of the business and legal environment, the Foundation co-creates Poland's coherent industrial policy and the dynamic development of the Polish wind industry. The Foundation's goals also include supporting Polish companies and institutions in the implementation of the EU's policy to strengthen the European industry supplying components for investments in climate-neutral energy technologies.

WIND
INDUSTRY
HUB

www.windindustry.pl

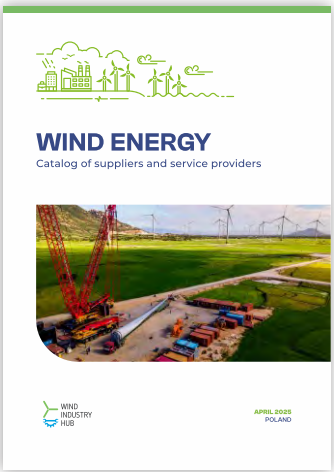
W **Wind Industry Hub** dążymy do stworzenia platformy, w ramach której Twoje doświadczenie, pomysły i umiejętności odgrywają kluczową rolę w kreowaniu nowatorskich rozwiązań. Razem stworzymy przestrzeń sprzyjającą rozwojowi sektora energii wiatrowej.

At **Wind Industry Hub**, we aim to create a platform where your experience, ideas and skills play a key role in creating innovative solutions. Together we will create a space conducive to the development of the wind energy sector.

Wypełnij formularz i dołącz do **Wind Industry Hub** już dziś!

Fill out the form now and join the **Wind Industry Hub** today!

Sprawdź nasze inne publikacje!

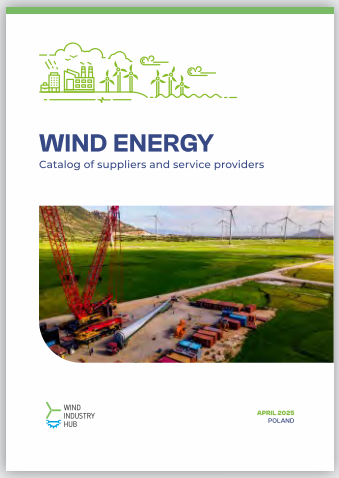


Katalog Dostawców i Usługodawców Energetyki Wiatrowej w Polsce

POLSKI HUB PRZEMYSŁOWY SEKTORA WIATROWEGO
Flagowe inwestycje łańcucha dostaw MEW

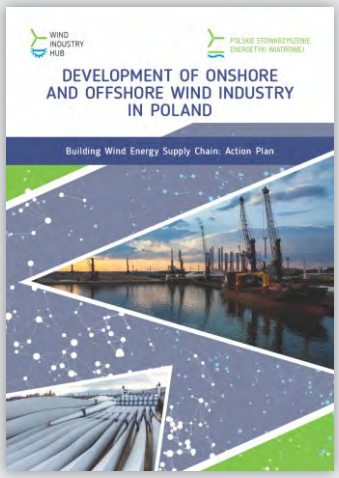
ROZWÓJ PRZEMYSŁU ONSHORE I OFFSHORE WIND W POLSCE
Budowa łańcucha dostaw dla energetyki wiatrowej – plan działania

Check out our other publications



WIND ENERGY Catalog of suppliers and service providers

POLISH INDUSTRIAL HUB OF THE WIND SECTOR
Flagship investments of the offshore wind supply chain

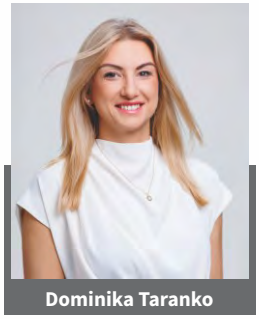


DEVELOPMENT OF ONSHORE AND OFFSHORE WIND INDUSTRY IN POLAND
Building Wind Energy Supply Chain: Action Plan

Zainteresowany szczegółami? Skontaktuj się z nami!

Interested in details? Contact us!

WIND INDUSTRY HUB



Dominika Taranko

Wiceprezeska
i Dyrektor Zarządzająca

Vice President
and Managing Director

+48 **503 140 467**

d.taranko@windindustry.pl

WIND INDUSTRY HUB

Piotr Czopek

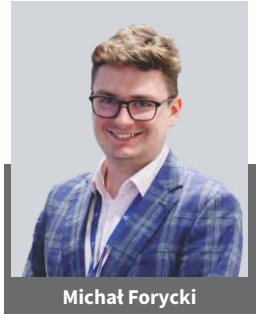
Wiceprezes

Vice President

+48 **505 268 209**

p.czopek@windindustry.pl

WIND INDUSTRY HUB



Michał Forycki

Młodszy specjalista

Junior specialist

+48 **572 352 141**

m.forycki@windindustry.pl

SLIPFORM

Daniel Kisała

CEO, SLIPFORM.LTD

+48 **600 416 213**

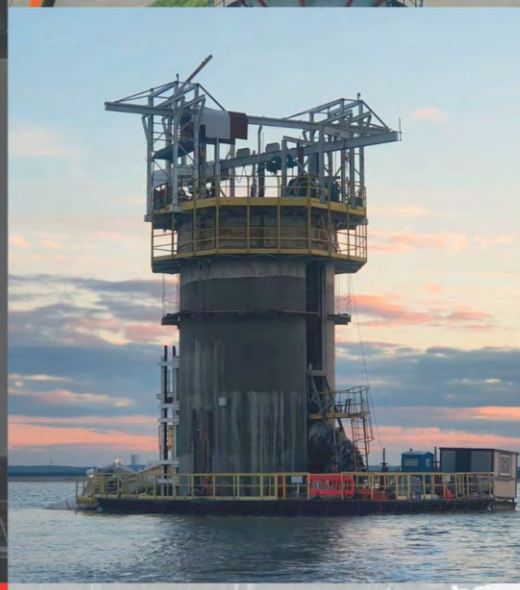
d.kisala@slipform.ltd

SLIPFORM

is an innovative technology of sliding formwork

used for the construction of:

- **HYBRID WIND TOWERS**
  ONSHORE
- **GBF**
  OFFSHORE



SLIPFORM

office@slipform.ltd
+ 48 502 825 015
www.slipform.ltd

Notatki

Notes

Notatki

Notes

Fundacja Wind Industry Hub
/ Wind Industry Hub Foundation

Adres biura **w Szczecinie**
/ Office address **in Szczecin**

al. Wojska Polskiego 187/4-5
71-325 Szczecin, Polska / Poland
NIP: 852-27-02-610

Adres biura **w Warszawie**
/ Office address **in Warsaw**

ul. Bagno 2/212 00-112 Warszawa
00-112 Warszawa, Polska / Poland

e-mail: ***biuro@windindustry.pl***
www.windindustry.pl

SLIPFORM.LTD

Slipform Sp. z o.o.
ul. Małkowskiego 30/1
70-304 Szczecin, Polska / Poland
NIP 852 261 53 77

e-mail: ***office@slipform.ltd***
www.slipform.ltd