

KWARTALNIK **BUDOWLANY**

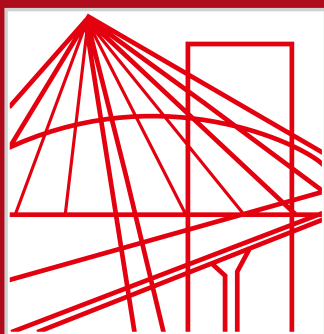
NR 2 (67)/2020

BIULETYN INFORMACYJNY ZACHODNIOPOMORSKIEJ OKRĘGOWEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

ISSN 1732-8594



**Energetyka wiatrowa
w Polsce
s. 12**



BIULETYN INFORMACYJNY

REDAKTOR NACZELNY:

Jan Bobkiewicz

Rada Programowa:

Jan Bobkiewicz – przewodniczący
Krzysztof Motylak – z-ca przewodniczącego
Adam Boridko – sekretarz
Kazimierz Matecki – członek rady
Edmund Tumielewicz – członek rady

Wydawca:

Zachodniopomorska Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa
ul. Energetyków 9
70-656 SZCZECIN
tel./fax: 914 624 440
tel.: 914 898 410
914 898 411
914 898 412

e-mail: kwartalnik@zoiib.pl

<http://www.zoiib.pl>

Projekt graficzny i druk:

ZAPOL Sobczyk s.j.

Strona pierwsza okładki:

Urząd Miejski w Szczecinie, fot. depositphotos

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności
za treść ogłoszeń i reklam.

Nie zwracamy materiałów niezamówionych.

Zastrzegamy sobie prawo skrótów,
adiustacji tekstów oraz zmiany ich tytułów.

ISSN 1732-8594

Spis treści

● Słowo wstępne	3
● Kalendarium 2020	4
● Ważne informacje	4
● Wzmocnienie podłoża gruntowego terminala kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin i jego ocena po 5-letniej eksploatacji	6
● Odnawialne źródła energii: energetyka wiatrowa w Polsce	12
● Dobre zwyczaje nie tylko w życiu inżynierów	25
● XXXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji	26
● Ku przestrodze	27
● Polecamy... ..	29
● NanoGrout CL — innowacyjna metoda wzmocniania i spajania gruntu od PSRI Polska	30



Drogie Koleżanki i Drodzy Koledzy,

Znaleźliśmy się w zupełnie nowej, nieznanej nam dotąd sytuacji, która wzbudza w nas silny lęk i poczucie bezradności. Jest to w pełni uzasadnione, ponieważ zagrożone zostało to, co dla nas najcenniejsze, a do czego zazwyczaj nie przywiązujemy wielkiej wagi i zapominamy o tym w codziennym pośpiechu. Jest to nasze zdrowie i życie, a także życie i zdrowie naszych bliskich. Zmagamy się z wrogiem, którego nie jesteśmy w stanie nawet zobaczyć, a przy tym jesteśmy całkowicie bezbronni. Nasze niepokoje wywołują także myśli o tym co będzie dalej, jak będzie wyglądała nasza przyszłość, jak potoczy się nasza działalność zawodowa, jakie poniesiemy koszty, kiedy już powrócimy do normalności.

W ostatnich tygodniach zaobserwowaliśmy jak świat nagle zwolnił, ograniczył swoją działalność do niezbędnego minimum, a każdy z nas próbuje odnaleźć się w nowej rzeczywistości, dostosować do nowych reguł, nakazów i zakazów oraz funkcjonować tak, by nie narażać siebie oraz swoich bliskich, starając się jednocześnie wykonywać swoje obowiązki. Jednym z nieuniknionych skutków wybuchu pandemii jest wyhamowanie gospodarki z każdej praktycznie dziedziny. Ograniczona dla wielu z nas została w znaczącym stopniu także działalność bezpośrednia. Zostaliśmy zmuszeni do odwołania wszystkich zaplanowanych wydarzeń, w tym także corocznie organizowanego Turnieju Badmintona w Kołobrzegu, propagującego piękną sportową rywalizację oraz corocznej Konferencji Technicznej w Wałczu, która od wielu lat cieszy się dużym powodzeniem.

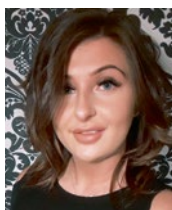
Obecna sytuacja skłoniła naszą Izbę do podjęcia dodatkowych działań, które umożliwiają pełniejsze wykorzystanie czasu przymusowego odosobnienia i w miarę możliwości na kontynuowanie prowadzonej przez Was działalności zawodowej. Zachęcamy do korzystania z konsultacji, wyjaśnień, doradztwa technicznego oraz porad prawnych, zgłoszonych za pośrednictwem poczty elektronicznej, dla wszystkich branż budowlanych czynnych członków naszej Izby, pełniących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie. Na pytania odpowiadać będą osoby w wybranej przez Was specjalności, będące autorytetami w swoich dziedzinach. Jednocześnie informuję, że cały czas działa dla Was nasza kancelaria prawna, która udziela konsultacji w zakresie porad prawnych. Niestety nie wiemy jak długo potrwa obecna sytuacja. Dlatego też bardzo gorąco zachęcam do wykorzystywania takiej formy komunikacji.

Zachęcam także do odwiedzania naszej strony internetowej, na której na bieżąco zamieszczane są aktualne informacje oraz szczegółowo opisano proponowane formy pomocy wraz z aktualną listą osób udzielających porad. W chwilach, gdy tradycyjna forma samodoskonalenia stała się praktycznie niemożliwa, zapraszam do korzystania z internetowej bazy szkoleń, do której link został zamieszczony na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, dzięki uprzejmości Dolnośląskiej Izby (www.tvdoiib.pl/?cat=4).

Proszę wszystkich naszych członków o podawanie swoich pomysłów, przemyśleń i uwag pozwalających na przeżycie tych trudnych czasów, a także propozycji artykułów czy też tematyki, którą chcielibyście zgłębić. Postaramy się stopniowo zamieszczać interesujące Was treści na łamach Kwartalnika Budowlanego oraz na naszej stronie internetowej.

Życzę Wszystkim dużo zdrowia i jeszcze większej cierpliwości, i aby skutki obecnej sytuacji w jak najmniejszym stopniu wpłynęły na Wasze życie. Do szybkiego zobaczenia!

*Przewodniczący Rady Okręgowej
Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
dr inż. Jan Bobkiewicz*



Ilona Nehyba

Kalendarium 2020

TERMIN	NAZWA WYDARZENIA	MIĘJSCE
LUTY 2020		
25.02.2020	Posiedzenie Prezydium Izby.	Szczecin
29.02.2020	Posiedzenie Składu Orzekającego Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w celu rozpatrzenia indywidualnych spraw członkowskich.	Szczecin
MARZEC 2020		
3–6.03.2020	XXXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Głównym organizatorem jubileuszowych warsztatów był Oddział PZITB w Katowicach, we współpracy z Oddziałami PZITB z Bielska-Białej, Gliwic i Krakowa.	Szczyrk
31.03.2020	Posiedzenie Składu Orzekającego Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w celu rozpatrzenia indywidualnych spraw członkowskich.	Szczecin
KWIECIEŃ 2020		
1.04.2020	Posiedzenie Składu Orzekającego Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w celu rozpatrzenia wniosków o świadczenie usług transgranicznych. Podjęto 2 uchwały.	Szczecin
30.04.2020	Posiedzenie Składu Orzekającego Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w celu rozpatrzenia indywidualnych spraw członkowskich.	Szczecin



Joanna Wawryniuk-Barańska

Ważne informacje

WALKA PRZEDSIĘBIORCÓW Z BRANŻY BUDOWLANEJ ZE SKUTKAMI KORONAWIRUSA

W marcu 2020 roku do Polski dotarł wirus SARS-CoV-2. Choroba COVID-19 nie tylko wywołuje strach o zdrowie swoje

i najbliższych, ale przekłada się na ogarniającą przedsiębiorców panikę co do bytu ich firm. Niecodzienna sytuacja zwolnienia, a nawet zatrzymania gospodarki (i życia społecznego), może mieć nieodwracalne skutki dla poszczególnych jednostek. W jaki sposób zminimalizować negatywny wpływ epidemii na działalność przedsiębiorców z zakresu budownictwa?

POROZUMIENIE SIĘ STRON UMOWY – WSPÓŁDZIAŁANIE WIERZycIELA I DŁUŻNIKA

Jedną z głównych przyczyn niekorzystnej sytuacji podmiotu prowadzącego działalność mogą być braki kadrowe spowodowane chorobą pracownika, koniecznością odbywania kwarantanny, czy korzystaniem z zasiłku opiekuńczego. W większości przypadków obecnie stosowana jest forma pracy zdalnej, ale nie zawsze jest to możliwe, zwłaszcza jeżeli chodzi o branżę budowlaną i pracowników wykonujących pracę fizyczną na realizowanej

inwestycji. Nieobecność pracowników, braki materiałów budowlanych, wydłużony czas transportu, może spowodować niewywiązanie się z zobowiązań wynikających z zawartych umów i niedotrzymanie terminów umownych, co narazi przedsiębiorcę na kary umowne.

W pierwszej kolejności przedsiębiorca, który nie jest w stanie dotrzymać terminów umownych, powinien sprawdzić, czy zawarta umowa nie przewiduje wystąpienia „siły wyższej” (stan epidemii w związku z zakażeniami wirusem SARS-CoV-2, może stanowić „siłę wyższą”). Być może umowa chroniła wykonawcę i przewidywała „działanie siły wyższej”, uniemożliwiające wykonanie umowy w terminie, bez negatywnych skutków dla wykonawcy. Umowy mogą też zawierać definicję „siły wyższej”, bądź regulować rozszerzoną odpowiedzialność wykonawcy (co byłoby dla niego niekorzystne). Należy jednak mieć na uwadze termin zawarcia umowy. Jeżeli bowiem umowa została zawarta już po ogłoszeniu pandemii koronawirusa, bądź epidemii na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, to powoływanie się na działanie siły wyższej może być chybione. Strony umowy mogły bowiem przewidzieć warunki wykonania umowy.

Jeżeli umowa nie zawiera regulacji dotyczących braku możliwości spełnienia świadczenia z uwagi na

występowanie siły wyższej, a tym samym nie chroni wykonawcy, należy odwołać się do ogólnych zasad Kodeksu cywilnego, które pozwalają na podniesienie zarzutu braku winy w dotrzymaniu terminów umownych. Dłużnik obowiązany jest do naprawienia szkody wynikłej z niewykonania lub nienależytego wykonania zobowiązania, chyba że niewykonanie lub nienależyte wykonanie jest następstwem okoliczności, za które dłużnik odpowiedzialności nie ponosi (art. 471 Kodeksu cywilnego). W nauce prawa wskazuje się, że takimi okolicznościami są wypadki „siły wyższej”. Należy jednak zwrócić uwagę, że wykonawca powinien wykazać, konkretną okoliczność, która była przyczyną niewykonania lub nienależytego wykonania zobowiązania (oczywiście musi to być przyczyna, za którą dłużnik nie odpowiada). Po drugie, może wykazać, że okoliczność, która była przyczyną niewykonania (nienależytego wykonania) zobowiązania, nie należy do grupy tych, za które on odpowiada, bowiem sam dołożył należytej staranności¹.

Aby zapobiec ewentualnym konfliktom i naliczaniu kar umownych, wykonawca powinien odpowiednio wcześniej złożyć wniosek o aneksowanie umowy i porozumieć się z zamawiającym. Należy bowiem pamiętać, że niedotrzymanie terminów wiąże się też często z negatywnymi skutkami dla zamawiającego i warto wcześniej go uprzedzić. Zgodnie z art. 354 Kodeksu cywilnego istnieje obowiązek współdziałania dłużnika i wierzyciela (obowiązek uczciwości i lojalności stron względem siebie), co może stanowić dodatkowy argument przy negocjacjach. Zamawiający postępując w sposób lojalny wobec wykonawcy, mając na uwadze zaistniałą nadzwyczajną sytuację epidemii, bez względu na okoliczność czy umowa wprost przewiduje działanie siły wyższej, czy nie, powinien co do zasady wyrażać zgodę na przedłużanie terminów wykonania świadczenia, dając temu wyraz w aneksie do umowy. W jaki sposób postąpi zamawiający zależy jednak od okoliczności sprawy.

BRAK POROZUMIENIA – POSTĘPOWANIE SĄDOWE

Nie zawsze strony umowy potrafią się porozumieć, nawet gdy nieterminowe wykonanie zobowiązania wynika z nadzwyczajnych okoliczności, niezawinionych przez wykonawcę. Wówczas inicjowany jest proces sądowy, który jest czasochłonny i generuje dodatkowe koszty.

Każda ze stron stosunku obligacyjnego może wystąpić do sądu z powództwem o zmianę zobowiązania lub o jego rozwiązanie o ile zostały spełnione przesłanki wskazane w art. 357 Kodeksu cywilnego wyrażającym tak zwaną klauzulę nadzwyczajnej zmiany stosunków – *rebus sic stantibus*. Zgodnie z ww. przepisem „Jeżeli z powodu nadzwyczajnej zmiany stosunków spełnienie świadczenia byłoby połączone z nadmiernymi trudnościami albo groziłoby jednej ze stron rażącą stratą, czego strony nie przewidywały przy zawarciu umowy, sąd może po rozważeniu

interesów stron, zgodnie z zasadami współzycia społecznego, oznaczyć sposób wykonania zobowiązania, wysokość świadczenia lub nawet orzec o rozwiązaniu umowy. Rozwiązując umowę sąd może w miarę potrzeby orzec o rozliczeniach stron, kierując się zasadami określonymi w zdaniu poprzedzającym”.

Jeżeli w związku z niedotrzymaniem przez przedsiębiorcę ustalonego terminu został on obciążony przez wierzyciela karą umowną, to można spodziewać się, że wobec braku zapłaty zostanie sformułowany przez wierzyciela pozew o zapłatę. Warto wówczas w oparciu o art. 484 §2 Kodeksu cywilnego zgłosić zarzut rażąco wygórowanej kary umownej, który może doprowadzić do miarkowania jej wysokości. Wtedy na wykonawcy ciąży obowiązek wykazania przesłanek redukcji kary.

Dodatkowo należy też pamiętać o przepisach proceduralnych, które mogą pomóc pozwanemu przedsiębiorcy. Jednym z nich jest art. 320 Kodeksu postępowania cywilnego, zgodnie z którym w szczególnie uzasadnionych wypadkach sąd może w wyroku rozłożyć na raty zasądzone świadczenie. Czyli nawet w przypadku tak zwanej przegranej przedsiębiorca może starać się o rozłożenie określonej kwoty na raty.

Podmiotom zainteresowanym dochodzeniem roszczeń, obawiającym się braku faktycznej możliwości działania wobec ograniczeń na przykład w przypadku kwarantanny, należy wyjaśnić, że bieg przedawnienia nie rozpoczyna się, a rozpoczęty ulega zawieszeniu co do wszelkich roszczeń, gdy z powodu siły wyższej uprawniony nie może ich dochodzić przed sądem lub innym organem powołanym do rozpoznawania spraw danego rodzaju – przez czas trwania przeszkody. Ponadto w okresie stanu zagrożenia epidemicznego lub stanu epidemii ogłoszonego z powodu COVID-19 bieg terminów procesowych i sądowych nie rozpoczyna się, a rozpoczęty ulega zawieszeniu na ten okres.

TARCZA ANTYKRYZYSOWA

Warto pamiętać o pomocy materialnej oferowanej przedsiębiorcom. Zamierzając skorzystać z możliwości jakie daje Tarcza Antykryzysowa trzeba zbadać czy spełnia się określone warunki, między innymi do jakiej kategorii przynależy przedsiębiorca (samozatrudniony, mikro/mały/średni przedsiębiorca), ile osób zgłasza do ubezpieczeń społecznych, jaki występuje spadek obrotów, czy występuje przestój ekonomiczny. Przedsiębiorcy najczęściej korzystają z możliwości uzyskania pożyczki, zwolnienia z obowiązku opłacenia nieopłaconych należności z tytułu składek na ubezpieczenia społeczne i dofinansowań do wynagrodzeń pracowników. Obecnie opracowywane są kolejne formy pomocy dla przedsiębiorców.

Joanna Wawryniuk-Barańska
radca prawny

Kancelaria Radców Prawnych Licht & Przeworska s.c.
kancelaria@lichtprzeworska.com.pl

¹ Wyrok SA w Warszawie z dnia 24 września 2018 roku, VI ACa 1549/17



Fot. 1. Nabrzeże Fińskie



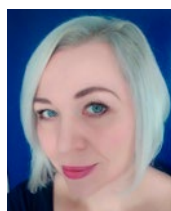
Zygmunt Meyer



Daniel Saar



Mariusz Kowalów



Marta Chryścina



Małgorzata Wróbel-Hen

Wzmocnienie podłoża gruntowego terminala kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin i jego ocena po 5-letniej eksploatacji

1. Wstęp

W szczecińskim porcie, bezpośrednio przy Nabrzeżu Fińskim, operator portowy DB Port Szczecin Spółka z o.o. zaplanowała i wybudowała terminal kontenerowy. Prace zakończyły się w 2014 roku. Posadowienie placów manewrowego i kontenerowego, wchodzących w skład terminala kontenerowego, zaprojektowano i wykonano na stosowanych dotychczas w budownictwie drogowym kolumnach betonowych z głowicą żwirową. Jest to rozwiązanie nowatorskie w warunkach portu Szczecin oraz znacznie tańsze niż posadowienie klasyczne na palach. W pracy opisano sposób posadowienia obiektu i sposób prowadzenia badań oraz pomiarów kontrolnych w trakcie budowy i w okresie 5-letniej eksploatacji, a także omówiono wyniki tych badań.

Ostrów Grabowski jest dawną wyspą rzeczną o łącznej powierzchni 175 ha, leżącą pomiędzy Kanałem Dębickim (od zachodu), rzeką Duńcycą (od południa) i Przekopem

Mieleńskim (od wschodu). Zagospodarowany w niewielkim stopniu stanowił do niedawna rezerwę portu w Szczecinie dla rozwoju funkcji przeładunkowych i przemysłu przyportowego. W środkowej części wyspy zlokalizowano pola refulacyjne w celu uzyskania poprawy nośności podłoża oraz podniesienia rzędnych terenu, umożliwiając inwestycyjne wykorzystanie obszaru. Miąższości warstw nasypowych (głównie refulatu) kształtują się w zakresie około 0,3 do 5,5 m. Obszar inwestycji to teren o złożonych i trudnych warunkach gruntowo-wodnych z uwagi na:

- znaczną miąższość słabonośnych gruntów organicznych, luźnych nasypów niekontrolowanych, zbudowanych głównie z trudno zagęszczalnych piasków równouziarnionych,
- wysoki poziom wody gruntowej oraz znaczne wahania wód gruntowych związane ze stanami w Odrze,
- lokalne zagrożenie powodziowe,
- agresywność środowiska gruntowo-wodnego.

Złożoność warunków gruntowo-wodnych zwiększa zasadniczo koszt budowy tego typu inwestycji. Optymalizacja kosztów z równoczesnym sprawdzeniem technicznym w warunkach eksploatacyjnych jest szczególnie konieczna w takich przypadkach.

Celem usprawnienia prac rozładunkowo-przeładunkowych oraz zwiększenia obrotu tranzytowego operatora terminala, DB Port Szczecin podjął decyzję o budowie nowego placu manewrowego oraz kontenerowego przylegającego do istniejącego już i eksploatowanego Nabrzeża Fińskiego. Wynikiem tej decyzji była stosowna umowa z Zarządem Morskich Portów Szczecin i Świnoujście S.A. Nowa inwestycja pozwoliła na zwiększenie obrotu rocznego kontenerów w DB Port Szczecin do 120 000 TEU.

2. Analiza możliwości posadowienia placu manewrowego i kontenerowego terminala

W ramach przygotowania inwestycji rozważono szereg metod posadowienia. Spośród wielu dostępnych metod wzmocniania podłoża w rejonie Ostrowa Grabowskiego wybrano do realizacji posadowienie na kolumnach betonowych z głowicą żwirową.

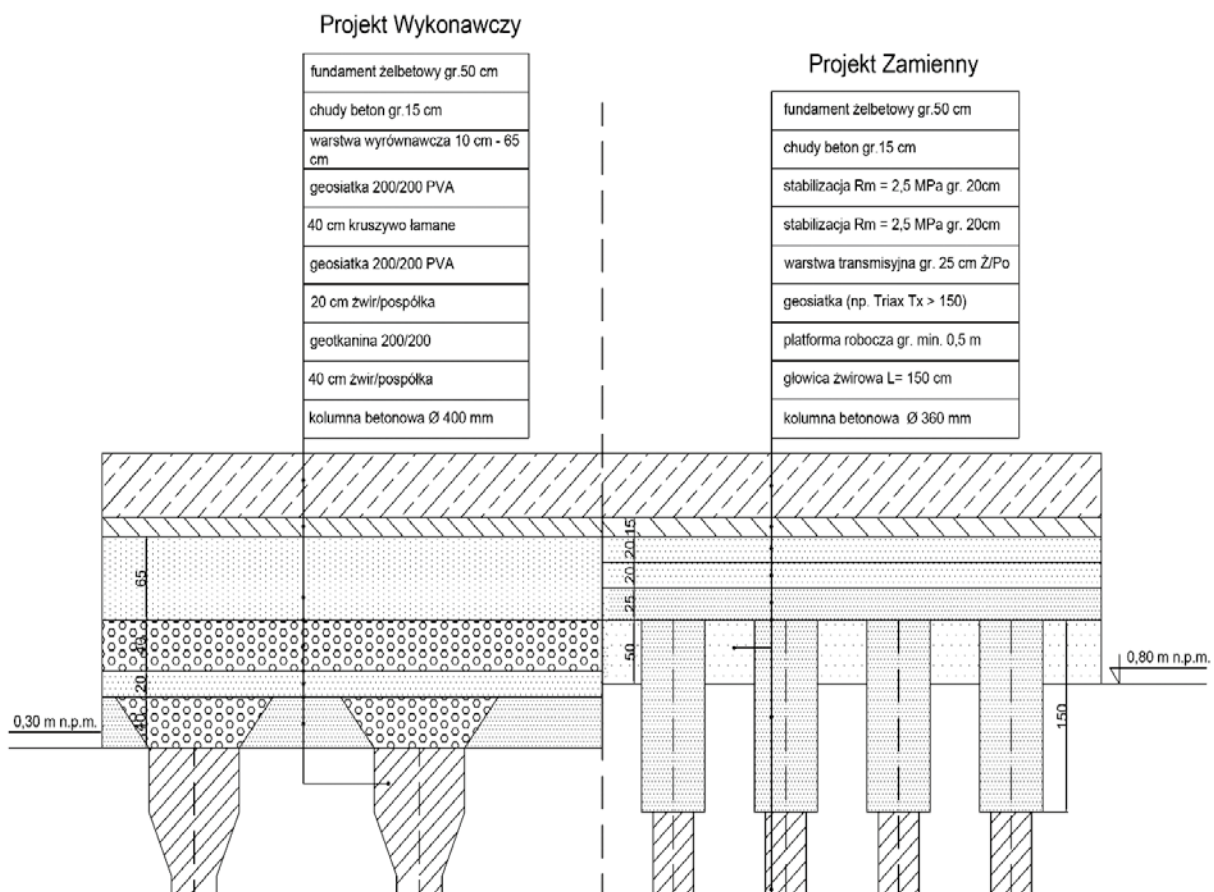
Pierwotny Projekt Budowlany [2] przewidywał wykonanie posadowienia na kolumnach betonowych o średnicy 0,4 m, zbrojonych profilem stalowym. Przewidywano rozszerzenie głowicy na odcinku 0,6 m do średnicy 0,8 m. Rozstaw kolumn w siatce trójkątnej

o wymiarach od 2,3 do 2,5 m w obszarze placu manewrowego oraz od 1,9 do 2,5 m w obszarze placu składowego kontenerów.

Zwieńczenie kolumn miało stanowić warstwa przejściowa wykonana z materaca geosyntetycznego z dodatkową warstwą geotkaniny poniżej materaca, wykonana w celu wyrównania osiadań i wewnętrznego powiązania konstrukcji. Szczegóły rozwiązania przedstawiono na rysunku 1.

Zaproponowano projekt zamienny uwzględniający posadowienie obiektu na podłożu wzmocnionym za pomocą kolumn betonowych z głowicą żwirową w technologii firmy Keller. Kolumny te potraktowano jako przestrzenne wzmocnienie podłoża, posiadające zdolność redukcji osiadań generowanych w gruntach słabych, przy zachowaniu podatnego charakteru wzmocnienia bez lokalnych przestętnień w rejonie głowic kolumn. Przy zastosowaniu takiej technologii, obciążenia dynamiczne przekazywane są poprzez warstwę transmisyjną na głowice kolumn, a następnie głębiej, poprzez kolumnę betonową na podłoże nośne.

Nawierzchnię placu manewrowego podzielono w zależności od pojazdów poruszających się po poszczególnych częściach placu, to jest: suwnic RTG z załadunkiem i bez załadunku, wózków do transportu kontenerów, pojazdów trasowych. Przewidziano obciążenie w zakresie od 147 do 306 kN na koło, przyjęto obciążenie zastępcze wynoszące



Rys. 1. Schemat posadowienia w obszarze placu składowania kontenerów według Projektu Budowlanego oraz Technologicznego Zamiennego [2, 3, 4]

50 kPa. Podobne obciążenia przyjęto dla obszaru drogi dojazdowej do terminala. Schemat rozwiązania projektowego i zamiennego – przeznaczonego do realizacji przedstawiono na rysunku 1.

W projekcie tego wzmocnienia [4] przyjęto, że kolumna betonowa musi zostać zagłębiona minimum na 1 do 1,5 m w podłożu nośnym oraz że kolumna nie może głowicą stykać się z płytą betonową ze względu na dynamiczny charakter obciążeń generowanych na placu manewrowym i kontenerowym. Płytę betonową zaprojektowano z betonu zbrojonego przestrzennie, odpornego na trudne warunki meteorologiczne oraz obciążenia dynamiczne.

Plac składowy kontenerów pełnych dla Etapu I budowy zaprojektowano na powierzchni około 90 x 360 m. Obciążenie na obszarze placu składowego kształtowało się w zakresie 100–200 kPa. Ze względu na znaczne obciążenia, składowanie kontenerów pełnych przewidziano na ławach żelbetowych (legarach), posadowionych na kolumnach betonowych z głowicą żwirową. Z belek obciążenia przekazywane są poprzez kolumny na podłoże nośne, które stanowią aluwialne piaski drobne i średnie.

3. Warunki geologiczno-inżynierskie

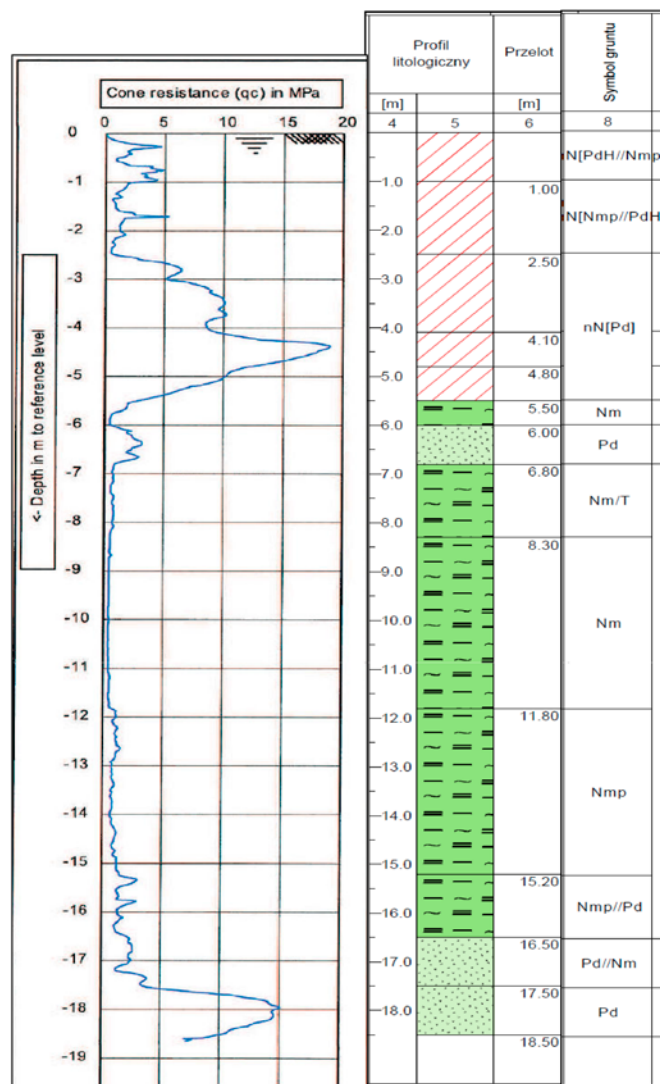
Na obszarze planowanej inwestycji stwierdzono występowanie złożonych warunków gruntowo-wodnych [3] (profil gruntowy przedstawiono na rysunku 2).

Warstwę pierwszą – nasypową stanowią pochodzące głównie z pogłębienia toru wodnego refulaty, zalegające na obszarze inwestycji na rzędnych od około 0,8 do 3 m n.p.m. Nasypy sięgały na terenie inwestycji do głębokości około 3,5 m p.p.t. Grunty nasypowe występowały w stanie luźnym do średnio zagęszczonego.

Poniżej warstwy nasypowej zalegają utwory organiczne zbudowane z nawodnionych torfów oraz miękkoplastycznych do plastycznych namulów. Miąższość gruntów organicznych dochodzi do około 13 m i zalegają one do głębokości około 15–16 m p.p.t.

Poniżej warstwy gruntów organicznych stwierdzono występowanie gruntów sypkich w postaci piasków drobnych w stanie luźnym do bardzo zagęszczonego. Stopień zagęszczenia warstw nośnych wzrastał wraz z głębokością ich zalegania.

Warunki wodne w obszarze inwestycji są niekorzystne ze względu na ukształtowanie terenu oraz wpływ wahań stanów wody w Odrze, gdzie maksymalny stan lustra wody przyjmuje się na rzędnej +1,8 m n.p.m. Woda gruntowa występuje na obszarze inwestycji w dwóch poziomach wodonośnych. Woda pierwszego poziomu stabilizuje się w warstwie utworów nasypowych na rzędnych od 0,5 do 1,5 m n.p.m. Drugi poziom wody gruntowej, zalegający w podścielających grunty organiczne rzecznych piaskach, został nawiercony na głębokości około 6–15 m p.p.t. Posiada on zwierciadło napięte, stabilizujące się średnio na poziomie 0,0 m n.p.m. Wody gruntowe cechuje słaba do średniej agresywność w stosunku do betonu (klasa ekspozycji XA1 do XA2) [4].



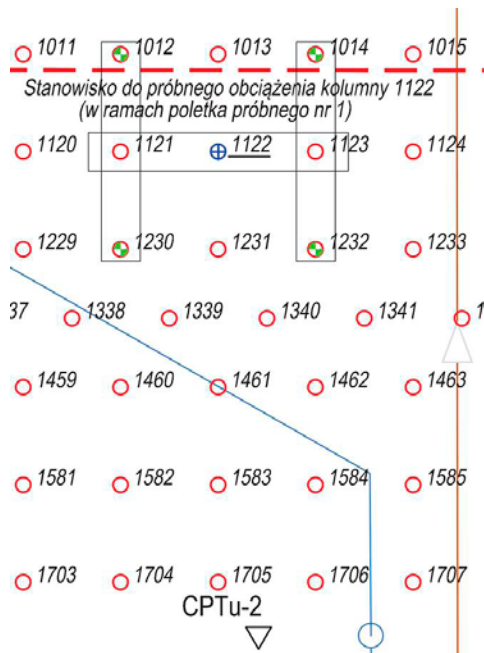
Rys. 2. Profil gruntowy na terenie inwestycji [4]

4. Rozwiązania konstrukcyjne

Zaprojektowano kolumny betonowe o średnicy 0,36 m z betonu klasy C30/37, podwyższonej ze względu na agresywny charakter kwasów humusowych w podłożu inwestycji. Długości kolumn przyjęto na podstawie przeprowadzonego rozpoznania zalegania warstw gruntów nośnych, zakładając minimalne zagłębienie kolumn w podłoże nośne wynoszące 1 m. Dodatkowo zagłębienie kolumn monitorowano na podstawie oporów w podstawie, mierzonych podczas wiercenia kolumn. Osiągnięte długości kolumn wynosiły od 11 do 16 m.

Długość kolumny żwirowej liczonej od poziomu roboczego głowicy wynosiła 1,5 m. Kolumny betonowe w obszarze placu manewrowego rozmieszczono w siatce kwadratowej o wymiarach 2,4 x 2,4 m natomiast w obszarze placu składowego kontenerów w siatce prostokątnej o rozstawie 1,6 x 2,25 m. Szczegóły rozstawu pokazano na rysunku 3 i 4.

Nośność projektowanej kolumny w obszarze drogi dojazdowej oraz placu manewrowego wynosiła 350 kN, natomiast w obszarze placu składowego kontenerów: 453 kN.



Rys. 3. Rozstaw kolumn betonowych na placu manewrowym [4]

W rejonie placu manewrowego oraz drogi dojazdowej warstwę transmisyjną wykonano z geotkaniny Triax Tx > 150, na której wykonano warstwę wyrównawczą z pospółki o grubości około 0,25 m. Na warstwie wyrównawczej ułożono kruszywo stabilizowane cementem w dwóch warstwach o grubości 0,2 oraz 0,3 m i wytrzymałości na ściskanie $R_m = 2,5$ MPa oraz $R_m = 6-9$ MPa. Następnie, na tak przygotowanym podłożu, wykonano płytę betonową grubości 0,25 m z betonu klasy C35/45 ze zbrojeniem rozproszonym. Szczegóły rozwiązania przedstawiono na rysunku 1.

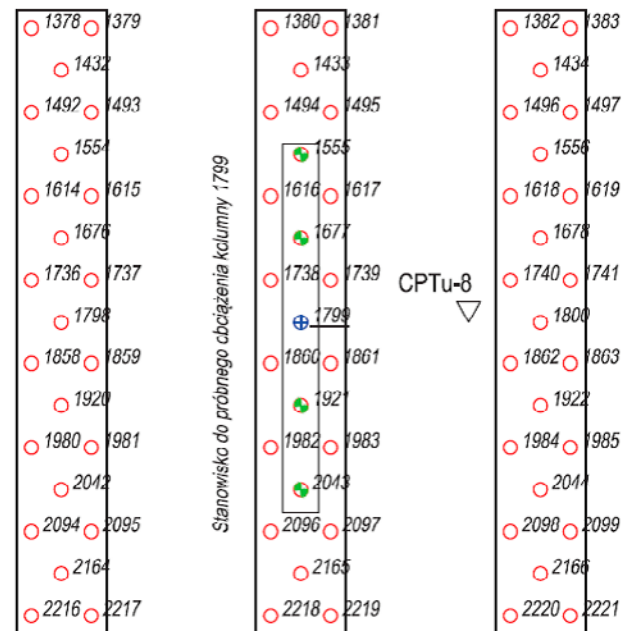
Warstwa transmisyjna w obszarze składowania kontenerów wykonana została z:

- geotkaniny Triax Tx > 150,
- warstwy wyrównawczej z pospółki o grubości około 0,25 m,
- warstwy kruszywa stabilizowanego cementem w dwóch warstwach o grubości 0,2 m i wytrzymałości na ściskanie $R_m = 2,5$ MPa,
- podbudowy z chudego betonu o grubości 0,15 m oraz $R_m = 6-9$ MPa.

Następnie, na tak przygotowanym podłożu, wykonano belkę żelbetową o grubości 0,5 m.

Przyjęte rozwiązanie projektowe wzmocnienia podłoża miało zapewnić spełnienie wymagań dopuszczalnych osiadań wynoszące 8 cm przy różnicy osiadań 0,5 cm/1 m.

Inwestor DB Port Szczecin, z uwagi na przyjęte rozwiązanie, postanowił wprowadzić szczegółowy nadzór geotechniczny dla poszczególnych etapów wykonania prac. Przyjęte rozwiązanie wymagało również szczególnej pielęgnacji wykonywanej warstwy konstrukcyjnej. Ze względu na występujące warunki pogodowe firma wykonawcza miała za zadanie zwrócić szczególną uwagę na pielęgnację wykonywanych warstw konstrukcyjnych.



Rys. 4. Rozstaw kolumn betonowych na placu składowym kontenerów [4]

5. Obciążenia próbne

W ramach projektu zamiennego przewidziano wykonanie obciążeń próbnych kolumn w obszarze drogi dojazdowej, placu manewrowego, a także placu składowania kontenerów. W ramach badań obciążano pojedyncze kolumny, a także grupę kolumn.

Maksymalna siła przyłożona na kolumnę w trakcie badania wynosiła 150% obliczeniowej nośności kolumny i było to 525 kN w obszarze placu manewrowego i drogi dojazdowej oraz 680 kN na obszarze składowania kontenerów. Przykładowe wyniki obciążeń próbnych przedstawiono na wykresach na rysunkach 5 i 6.

W wyniku przeprowadzonych obciążeń próbnych uzyskano osiadania trwałe kolumn po drugim cyklu obciążenia rzędu 0,3 do 6 mm. Na podstawie przeprowadzonych obciążeń próbnych można wyciągnąć wniosek, iż dla tak niewielkich osiadań uzyskanych w trakcie badań dla zakładanych obciążeń 50 oraz 200 kPa, zaprojektowana konstrukcja spełnia wymagania nośności z nadmiarem.

W ramach próbnych obciążeń wykonano też próbne obciążenia grupy kolumn (fot. 5). Dodatkowo wykonano obciążenie próbne w rzeczywistych warunkach eksploatacji (fot. 6). Na przygotowanych belkach składowania kontenerów ustawiono wypełnione piaskiem kontenery w sposób generujący maksymalne obciążenie projektowe dla najniekorzystniejszego usytuowania kontenerów. Pomiary osiadań wykonywano po każdym ułożeniu kolejnego kontenera, a następnie przez około 2 miesiące od momentu dociążenia wybranych belek. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano osiadania legarów rzędu 1 do 6 mm [8]. Dodatkowo, w ramach eksploatacji, wykonano badanie obciążenia próbnego placu manewrowego suwnicą (fot. 7).



Fot. 2. Obciążenie próbne kolumny nr 1755



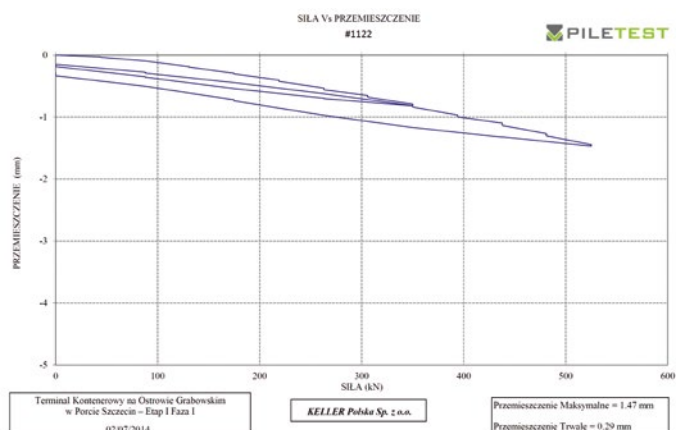
Fot. 3. Stanowisko badawcze do próbnego obciążenia pojedynczej kolumny



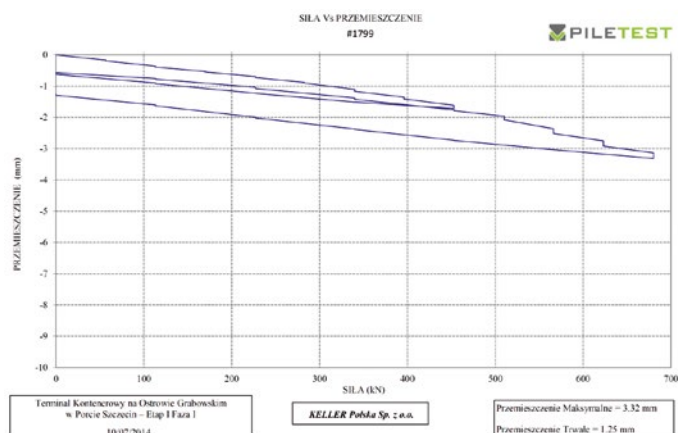
Fot. 4. Obciążenie balastem kolumny w obszarze drogi dojazdowej

Interpretację wyników obciążeń próbnych wykonano w oparciu o metodę Meyera-Kowalowa (Metoda MK) [6]. Wykonano analizę nośności kolumn stanowiących fundament belek podwalinowych na podstawie warunków mobilizacji oporu pobocznic i podstawy pała. Metoda MK pozwala na wykreślenie krzywej obciążenie–osiadanie pała w pełnym zakresie obciążeń i pozwala na określenie nośności granicznej pała oraz dopuszczalnych obciążeń pali, przy wykorzystaniu dopuszczalnych osiadań konstrukcji.

Porównując obliczeniowe dopuszczalne obciążenia przypadające na belki podwalinowe z uzyskaną nośnością graniczną kolumny, stwierdzono, że ustalona na podstawie metody MK nośność graniczna kolumny jest



Rys. 5. Wyniki obciążeń kolumny nr 1122 na placu manewrowym [5]



Rys. 6. Wyniki obciążeń kolumny nr 1799 na placu składowania kontenerów [5]

większa do około 50% od nośności dopuszczalnej, ustalonej na drodze obliczeniowej. W związku z powyższym, zarządzający terenem rozważa możliwość podniesienia dopuszczalnych obciążeń placu składowego kontenerów do 250 kPa [7, 9].

6. Ocena stanu placu składowego w okresie 5-letniej eksploatacji (2015–2019)

W latach 2015 do 2019 prowadzono coroczne kontrolne wizualne oceny stanu technicznego terminala kontenerowego. Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych stwierdzono, iż terminal kontenerowy znajduje się w dobrym stanie technicznym i jest wykorzystywany zgodnie z przeznaczeniem. Z uwagi na intensywną eksploatację, na płycie terminala obserwowane są typowe ślady użytkowania płyt oraz nieznaczne deformacje nawierzchni płyt, typowe dla specyfiki użytkowania placu.

7. Wnioski

1. Przedstawione wyniki badań potwierdzają możliwość zastosowania opisywanej metody wzmocnienia podłoża nie tylko w budownictwie drogowym, ale także w innych rodzajach konstrukcji, w tym w budownictwie portowym.
2. Przyjęta technologia jest stosowana w budownictwie drogowym, natomiast w budownictwie portowym jest



Fot. 5. Obciążenie próbne grupy 4 kolumn na placu manewrowym przy zastosowaniu żelbetowych płyt betonowych



Fot. 6. Obciążenie próbne zestawem wypełnionych kontenerów, jak dla warunków użytkowania placu składowego



Fot. 7. Obciążenie próbne placu manewrowego suwnicą

technologią nową. W tym przypadku, nowością było przyjęcie płyty betonowej jako jezdnej na placu manewrowym. Technologia ta wymaga największej staranności przy wykonaniu nawierzchni betonowej.

3. Opisywana metoda stanowi odpowiednie wzmocnienie podłoża w przypadku występowania w podłożu gruntów słabonośnych o znacznych miąższościach i znaczących głębokościach zalegania, typowych dla dorzecza Odry.
4. Wykonanie posadowienia placu składowego kontenerów, placu manewrowego oraz drogi dojazdowej w konstrukcji lżejszego posadowienia na kolumnach spełnia wymogi bezpieczeństwa i eksploatacji obiektu, a tym samym jest znacznie tańsze niż klasyczne posadowienie na palach.

5. Ze względu na fakt, iż przyjęte rozwiązanie jest rozwiązaniem pionierskim w warunkach portu szczecińskiego, przewiduje się prowadzenie systematycznego monitoringu w zakresie odkształceń konstrukcji i oceny zachowania się wykorzystanych materiałów w tych trudnych warunkach.
6. Wyciągnięcie ostatecznych wniosków wymaga wieloletniej obserwacji w warunkach pełnej eksploatacji terminala.

Piśmiennictwo:

- [1] Biuro Strategii i Rozwoju Portów, Opis przedmiotu zamówienia: Koncepcja zagospodarowania terenów Ostrowa Grabowskiego w Porcie w Szczecinie", Kwiecień, 2015.
- [2] Projekt Budowlany Terminalu Kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin – Nr 11998/PB/2010, Tom 05 Nawierzchnia na placach składowych, drogi wewnętrzne i place opracowany przez BPBM „PROJMORS” – IX.2010.
- [3] Projekt Budowlany Terminalu Kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin, opracowanie Projmors, Gdańsk, lipiec 2010 oraz październik 2012.
- [4] Keller Polska Sp. z o.o., Projekt technologiczny wzmocnienia podłoża w ramach wykonania wzmocnienie podłoża gruntowego w ramach budowy Terminalu Kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin – Etap I Faza I, 13.05.2014.
- [5] Pile Test Spółka z o.o., Wyniki statycznych próbnich obciążeń kolumn betonowych Ø360 mm, lipiec–wrzesień 2014, 3 raporty.
- [6] Meyer Z., Kowalów M., Model krzywej aproksymującej wyniki testów statycznych pali, Inżynieria Morska i Geotechnika 3/2010.
- [7] Meyer Z., Żarkiewicz K. – Określenie maksymalnych naprężeń stycznych na poboczniczy pala podczas testu statycznego. Inżynieria Morska i Geotechnika nr 3/2014.
- [8] GCO Geotechnical Consulting Office Spółka z o.o. Spółka komandytowa.
 - a. Notatka nr 59/GCO/2015 DB Port, Kontrolne pomiary osiadań w ramach prowadzenia obciążeń próbnych belek podwalinowych na placu kontenerowym, 27.02.2015.
 - b. Notatka nr 63/GCO/2015 DB Port, Analiza wyników pomiarów wykonanych podczas obciążeń próbnich kolumn na placu kontenerowym w kontekście możliwości zwiększenia ilości składowanych kontenerów, 30.03.2015.
 - c. Sprawozdanie z wizji lokalnej przeprowadzonej na terminalu kontenerowym w celu oceny istniejącego stanu nawierzchni płyty terminala – łącznie 4 coroczne raporty z okresu 2016–2019.
- [9] Meyer Z., Kowalów M., Chryścina M.: Wzmocnienie podłoża gruntowego w ramach budowy terminala kontenerowego na Ostrowie Grabowskim w Porcie Szczecin, Inżynieria Morska i Geotechnika, wrzesień 2016.

prof. dr hab. inż. Zygmunt Meyer (1, 3)

mgr inż. Daniel Saar (2)

dr inż. Mariusz Kowalów (3)

mgr inż. Marta Chryścina (3)

mgr inż. Małgorzata Wróbel-Hen (3)

*1 – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

*2 – DB Port Szczecin Spółka z o.o.

*3 – Geotechnical Consulting Office Spółka z o.o. Sp. k.



Aleksander A. Stachel

Odnawialne źródła energii: energetyka wiatrowa w Polsce

Wiatr jest definiowany jako ruch mas powietrza wywołany różnicami gęstości wynikającymi z nierównomiernego nagrzewania Ziemi przez docierającą do jej powierzchni energię promieniowania słonecznego. Przyczyną jest różna zdolność absorpcji promieniowania przez obszary lądowe i akweny morskie/oceaniczne, przekładająca się na nierównomierny rozkład temperatury, skutkujący powstawaniem w atmosferze prądów konwekcyjnych oraz różnicy ciśnień, wywołujących cyrkulację powietrza. Na wiatry wpływ ma także ruch wirowy Ziemi i związana z nim siła Coriolisa oraz prądy morskie. Ze względu na genezę powstawania, zaliczany jest do tak zwanych odnawialnych źródeł energii. Szacuje się, że w energię kinetyczną wiatru zamienia się 1–2% energii promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi [1].

Konwersja energii wiatru w użyteczną energię mechaniczną jest możliwa w tak zwanych silnikach wiatrowych. Najstarsze wzmianki o urządzeniach wiatrowych stosowanych przez człowieka pochodzą z IX wieku n.e. i dotyczą wiatraków z pionową osią obrotu wirnika (tak zwany wiatrak perski), przy czym niektóre źródła przesuwają tę datę na I wiek n.e. (prace Herona z Aleksandrii), a nawet na drugie tysiąclecie p.n.e. (Kodeks Hammurabiego), nie licząc znacznie wcześniejszego wykorzystania wiatru do napędu łodzi i okrętów (III–IV tysiąclecie p.n.e.) [7].

W Europie dane na temat wykorzystania energii wiatru pochodzą z przełomu X i XI wieku, a pierwszy opis wiatraka zbudowanego we Francji datowany jest na początek XII wieku. W odróżnieniu od wiatraka perskiego, było to urządzenie o poziomej osi obrotu, charakteryzujące się większą efektywnością pracy. Istotnym postępem w budowie wiatraków było powstanie tak zwanego holendra (XVII wiek), którego cechą charakterystyczną jest nieruchoma bryła części dolnej i ruchoma ułożyskowana bryła dachowa (głowica) z osadzoną w niej piastą skrzydeł, co pozwalało na pełen obrót, a tym samym łatwe ustawianie powierzchni skrzydeł prostopadle do kierunku wiatru. W późniejszych, bardziej rozwiniętych konstrukcjach zostały zastosowane elementy „automatyki”, czyli mechanizm samoczynnego naprowadzania skrzydeł na wiatr współpracujący z dodatkową małą turbiną. Za ostatnią historyczną konstrukcję uważa się tak zwany wiatrak farmerski (XIX wiek), którego charakterystycznym elementem był rotor w kształcie rozety o średnicy 3–5 m, zbudowany z co najmniej kilkunastu metalowych łopat [2].



a)



b)

Fot. 1. a), b) Wiatrak holenderski oraz mechanizm samoczynnego naprowadzania na wiatr (XIX wiek, Woldeck, Niemcy)

W Polsce pierwsze wiatraki pojawiły się na przełomie XIII i XIV wieku, w kolejnych wiekach rozpowszechnione stopniowo na obszarze całego kraju jako konstrukcje typu „koźlak” lub „paltrak”. Były to na ogół urządzenia o niewielkiej mocy i o budowie, która w zasadzie do XX wieku, kiedy to jeszcze je używano, nie uległa większym zmianom. Wiatraki holenderskie budowano głównie na zachodzie Polski. Poza podstawowym zastosowaniem jako młyny, wykorzystywano je również do innych celów, na przykład do napędu pomp.



a)



b)

Fot. 2. Młyny wiatrowe (Sanok, skansen):
a) typu „paltrak”, 1902–1969, b) typu „koźlak”, 1926 rok



Fot. 3. Wiatrowy napęd pompy podającej solankę (Ciechocinek, tężnie)

Elektrownie wiatrowe

Postęp w zakresie generacji i wykorzystania energii elektrycznej jaki zaistniał pod koniec XIX wieku, przełożył się także na podjęcie prób wytwarzania prądu z wykorzystaniem energii wiatru. Pierwsza elektrownia wyposażona w silnik wiatrowy o pionowej osi obrotu została uruchomiona w 1887 roku w Glasgow, w Szkocji. Rok później w Stanach Zjednoczonych powstała elektrownia z turbiną o osi poziomej i średnicy 17 m, składającą się ze 144 łopat, i napędzającą generator o mocy 12 kW_e. Jednak przez kolejnych wiele lat elektroenergetyka wiatrowa nie stanowiła konkurencji dla generacji prądu z wykorzystaniem paliw kopalnych. Dopiero w drugiej połowie XX wieku podjęto intensywne działania nad opracowaniem i budową nowoczesnych siłowni przeznaczonych do produkcji energii elektrycznej. W 1957 roku, w Danii, powstała konstrukcja uważana za prototyp obecnych rozwiązań, charakteryzująca się trójpłatowym wirnikiem skierowanym przodem do wiatru, mechanizmem ustawiania kierunku, regulacją mocy przez zmianę kąta natarcia łopat, hamulcami aerodynamicznymi oraz generatorem asynchronicznym. Następne lata przyniosły intensywny rozwój elektrowni wiatrowych, charakteryzujących się coraz większymi mocami i rozmiarami. Obecnie jedną z największych elektrowni jest MHI Vestas V164, o mocy znamionowej 9,5 MW [14].

Współczesna elektrownia wiatrowa stanowi zespół urządzeń wytwarzających energię elektryczną za pomocą turbiny sprzężonej z generatorem. Zasadniczym jej elementem jest silnik wiatrowy (turbina) stanowiący przepływowe urządzenie wirnikowe zamieniające energię kinetyczną wiatru w energię mechaniczną ruchu obrotowego. W zależności od usytuowania osi wirnika, silniki wiatrowe dzieli się na:

- turbiny z wirnikiem o poziomej osi obrotu (na przykład śmigłowe jedno-, dwu-, trójpłatowe),
- turbiny o pionowej osi obrotu (na przykład Savoniusa, Deriusa).

Silniki te pracują z różną prędkością obrotową, w związku z czym, ze względu na tak zwany wyróżnik szybkobieżności (Z_n), dzieli się je na:

- wolnobieżne ($Z_n < 1,5$), o dużym momencie i małej prędkości wirowania, przydatne do napędu mechanizmów (silniki bębnowe, karuzelowe, rotorowe),
- średnibieżne ($Z_n = 1,5–3,5$), o osi obrotu równoległej do wiatru (turbiny wielołopatowe i wiatraki);
- szybkobieżne ($Z_n > 3,5$), turbiny o poziomej osi wirowania, najczęściej z jednym ($Z_n = 12–18$), dwoma ($Z_n = 8–12$) lub trzema ($Z_n = 3,5–8$) płatkami typu śmigło lotnicze;
- pnemony – szybkoobrotowe silniki o pionowej osi obrotu.

Powszechnie stosowaną jest turbina śmigłowa trójpłatowa (rzadziej dwu- lub jedno-), z wirnikiem o poziomej osi obrotu ustawionym „na wiatr”. Wirnik składający się z łopat i piasty, połączony jest z głównym wałem przenoszącym energię ruchu obrotowego przez przekładnię do generatora, który przekształca ją w energię elektryczną. W przypadku innych typów turbin rozwiązanie to może różnić się od opisanego.



Fot. 4. Turbina trzyłopatowa, farma Kisielice o mocy 40,5 MW_e



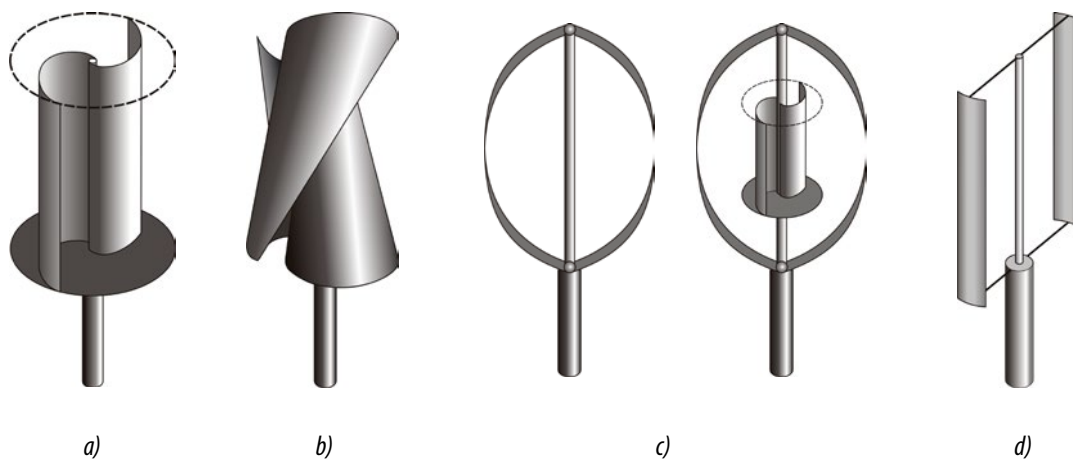
Fot. 5. Elektrownia wiatrowa z turbiną dwułopatową



Fot. 6. Turbina typu H-rotor z pionową osią obrotu

Poza wymienioną turbiną śmigłową spotykane są także inne konstrukcje silników wiatrowych, na przykład:

- turbina Savoniusa (1924 rok), o pionowej osi obrotu wirnika z dwoma lub trzema ramionami o przekroju zbliżonym do litery „S”, charakteryzująca się mniejszą wydajnością niż inne turbiny o tych samych wymiarach, należąca do grupy urządzeń wolnoobrotowych, a tym samym o małej przydatności do generowania elektryczności;
- turbina Darrieusa, opatentowana w 1929 roku, również o pionowej osi obrotu, zbudowana z dwu lub trzech długich cienkich łopatek w kształcie litery „C”, łączących się na górze i dole osi, o dość dobrej wydajności, ale małym początkowym momencie obrotowym, wymagająca dodatkowego źródła energii rozruchowej (na przykład turbiny Savoniusa).



Rys. 1. Silniki wiatrowe o pionowej osi obrotu:

a) turbina Savoniusa, b) turbina świderkowa, c) turbina Darrieusa (bez i ze wspomaganiami), d) turbina H-rotor [2]

Należy nadmienić, że istnieje wiele innych oryginalnych konstrukcji siłowni wiatrowych, takich jak na przykład turbina Maxi Vortex, będąca połączeniem turbiny śmigłowej z dyfuzorem, charakteryzująca się około trzykrotnie większą mocą w stosunku do rozwiązania klasycznego, jednak przy 4–5 razy większych kosztach budowy, albo prototyp elektrowni ACOWIND A-63 o mocy obliczeniowej 1 MW, wykorzystującej tak zwany efekt Magnusa, zbudowanej w miejscowości Pagórki koło Elbląga, czy też bardzo reklamowany swego czasu prototyp pionowej siłowni wiatrowej ProEnergetyka, zbudowanej w miejscowości Kodeń [3]. Jednak praktyczne zastosowanie tych konstrukcji jest jak na razie znikome i ograniczone głównie do instalacji i rozwiązań prototypowych i eksperymentalnych.



Fot. 7. Turbina Deriusa: 300 kW średnica 17 m; $H/D = 2,8$ [15]



Fot. 8. Maxi Vortec; 3,5 MW_e, średnica wirnika 54 m



Fot. 9. Prototypowa pionowa siłownia wiatrowa firmy ProEnergetyka, Kodeń [3]

Należy również mieć na uwadze, że istnieje wiele innych koncepcji, projektów i modeli turbin wiatrowych o różnej konstrukcji i przeznaczeniu, między innymi projekt turbiny o pionowej osi obrotu opracowany przez członków Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Szczecinie.

Podstawy teoretyczne wykorzystania energii wiatru

Wielkością decydującą o wykorzystaniu energii wiatru do napędu turbiny wiatrowej jest strumień masy powietrza o wymaganej prędkości i powierzchni natarcia na wirnik określonej jego średnicy. Strumień energii kinetycznej (moc) niezaburzonej strugi powietrza jest definiowany zależnością:

$$\dot{E}_k = \frac{1}{2} \dot{m} w_0^2 = \frac{1}{2} \rho A w_0^3 = N_o$$

gdzie: $\dot{m}_0$ – strumień masy powietrza, kg/s
 w_0 – prędkość liniowa w obszarze niezaburzonym, m/s
 A – pole przekroju strumienia / powierzchnia natarcia na wirnik, m²
 ρ – gęstość powietrza, kg/m³.

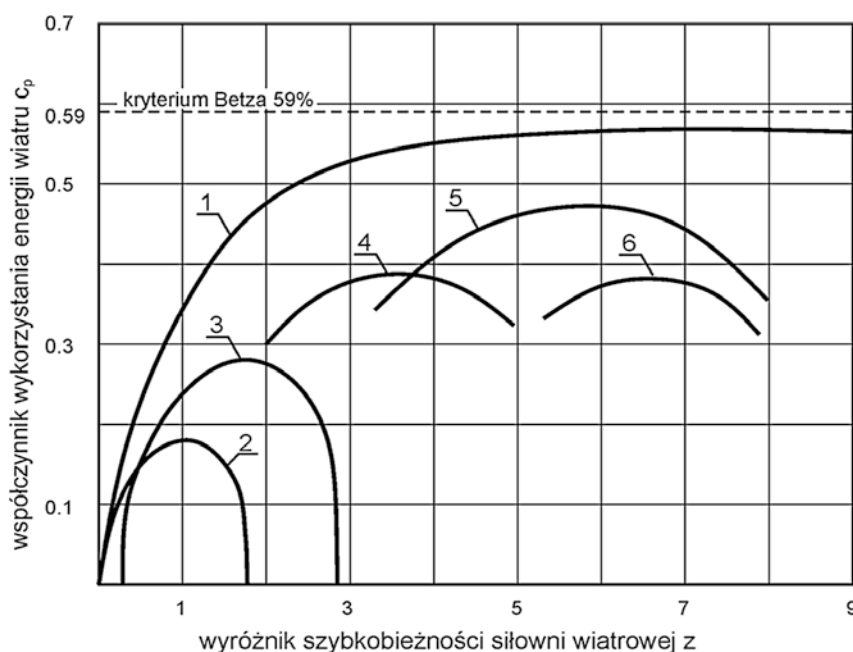
Nie wnikając w podstawy matematyczne modelu, podane między innymi w pracy [1], zależność na moc teoretyczną turbiny wiatrowej przyjmuje postać:

$$N_t = C_p \cdot \dot{E}_k = C_p \cdot N_o$$

gdzie C_p jest współczynnikiem określającym stopień pozyskania mocy wiatru, zależnym od tak zwanego współczynnika interferencji definiowanego jako względny spadek prędkości powietrza w turbinie. Maksymalna wartość $C_{p \max} = 0,593$ nosi nazwę kryterium Betza i dotyczy turbin pracujących w nieograniczonym strumieniu płynu. Wynika z niej, że tylko część energii wiatru można zamienić na moc użyteczną, co wiąże się z tym, że wiatr po przejściu przez turbinę musi dysponować określoną energią, aby opuścić jej rejon.

Z podanej zależności na moc turbiny wynika, że zależy ona od prędkości wiatru (w trzeciej potęgze), rozmiarów wirnika i lokalizacji. Stąd dążność do budowy instalacji wiatrowych na obszarach o znacznej wietrzności (wysoka prędkość), a także do maksymalizacji wymiarów turbiny (wirnika). Z kolei, ze względu na wpływ gęstości powietrza, nie jest wskazana lokalizacja turbin w wysokich górach.

Wadą kryterium Betza jest pomijanie efektów dynamicznych towarzyszących pracy turbiny. Aby uwzględnić ich wpływ, do oceny przydatności turbin wprowadzono tak zwany wyróżnik szybkobieżności Z_{η} , definiowany jako iloraz liniowej prędkości na końcu płata do prędkości niezaburzonego strumienia wiatru [1, 2].



Rys. 2. Współczynnik wykorzystania energii wiatru w funkcji wyróżnika szybkobieżności dla różnych wiatraków [1, 2]:

- 1 – idealny Glauerta,
- 2 – Savoniusa,
- 3 – wielołopatowy,
- 4 – trójłopatowy,
- 5 – dwułopatowy,
- 6 – Darrieusa

Z wykresu wynika, że współczesne wiatraki z turbinami dwu- i trójłopatowymi pozwalają uzyskać sprawność konwersji energii wiatru, odpowiednio, do 47% i do 39%. Tłumaczy to, dlaczego właśnie te konstrukcje są najbardziej rozpowszechnione w zastosowaniach, przy czym przeważająca większość siłowni wyposażona jest w turbiny trójłopatowe, uważane za optymalne.

Konstrukcja współczesnej elektrowni wiatrowej

Współczesna elektrownia wiatrowa składa się z czterech zasadniczych elementów (widocznych z zewnątrz), to znaczy wirnika turbiny, gondoli zawierającej maszynownię, konstrukcji nośnej (czyli wieży) i fundamentu. W rzeczywistości stanowi instalację o dużym stopniu skomplikowania konstrukcyjnego i eksploatacyjnego.

Najważniejszym jej elementem jest turbina wiatrowa konwertująca energię wiatru do energii użytecznej, połączona z gondolą zawierającą maszynownię. W gondoli znajdują się między innymi zespół posadowienia i łożyskowania turbiny, przekładnie mechaniczne, generator elektryczny, mechanizm odchylen kierunkowych, hamulce aerodynamiczne, system sterujący, system chłodzenia i inne niezbędne do prawidłowej pracy.

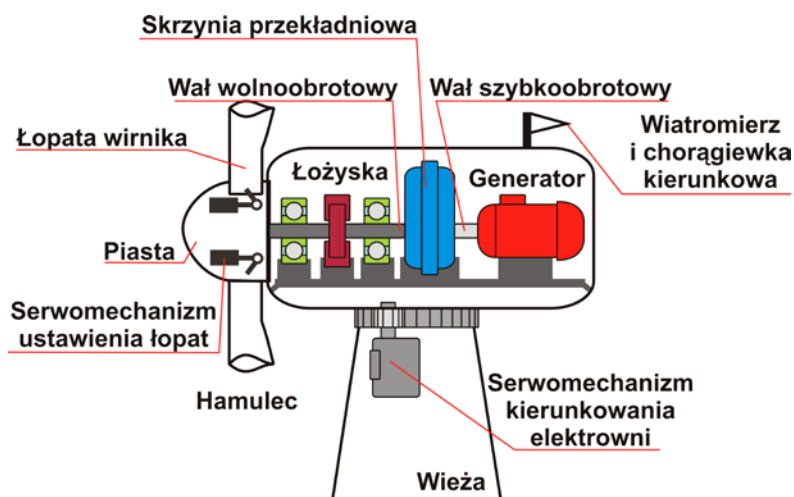
Najbardziej rozpowszechniona turbina typu śmigłowego składa się z piasty, na której osadzone są ukształtowane aerodynamicznie łopaty o regulowanym kącie natarcia, tworząc wirnik turbiny. Piasta połączona jest z łożyskowanym wałem, który przez mechanizm przekładniowy, a w niektórych konstrukcjach bezpośrednio, napędza generator wytwarzający prąd elektryczny.

Jak już podano, najczęściej stosowanym rozwiązaniem są wirniki trójłopatowe o współczynniku szybkobieżności $Z_n = 6-8$, przy czym największe współcześnie budowane turbiny mają wirniki o średnicy dochodzącej do 167 m (Siemens Gamesa SG 8.0-167 DD, 8 MW). Łopaty wirnika o profilu lotniczym, najczęściej są wykonane z włókna szklanego wzmocnionego poliestrem lub żywicą epoksydową. W praktyce spotykane są konstrukcje o różnej ilości łopat, przy czym mniejsza ich liczba, zwiększa szybkość obrotową wirnika. Wadą tej konstrukcji jest to, że turbina o wysokim wyróżniku szybkobieżności generuje znaczny hałas.

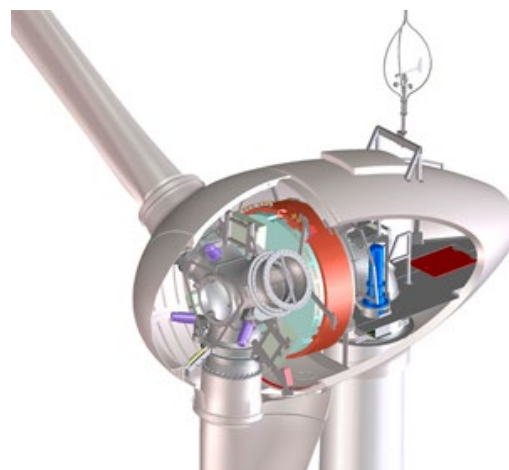
Moment obrotowy wirnika przenoszony jest za pomocą wału na przekładnię, której zadaniem jest dostosowanie prędkości wirowania turbiny do parametrów pracy generatora elektrycznego, przy czym spotykane są również rozwiązania tak zwane bezprzekładniowe.

W dużej energetyce wiatrowej dominują trzy rodzaje generatorów prądu przemiennego, a mianowicie:

- indukcyjne asynchroniczne klatkowe, charakteryzujące się pracą ze stałą prędkością wirowania, lub zmienną skokowo (jedno lub dwubiegowe),
- indukcyjne pierścieniowe o tak zwanym podwójnym zasilaniu, stosowane w układach elektrowni wykorzystujących turbiny wiatrowe pracujące ze zmienną prędkością,
- synchroniczne wolnoobrotowe bez przekładni mechanicznej, bądź wysokoobrotowe napędzane przez przekładnię.



Rys. 3. Uproszczony schemat budowy siłowni wiatrowej [2]

Rys. 4. Przekrój gondoli turbiny wiatrowej Enercon E33
(<http://www.enercon.de>)

Generowana energia elektryczna jest przekazywana za pomocą okablowania turbiny do transformatora, w którym napięcie zostaje dostosowane do wartości w sieci energetycznej z jaką współpracuje elektrownia. Ponieważ siła wiatru jest zmienna, turbiny wiatrowe przez większość czasu nie pracują z pełną mocą. Stąd stosunek wygenerowanej energii do teoretycznie możliwej do wytworzenia przez turbinę (współczynnik konwersji/obciążenia) wynosi zwykle 20–40%, a najwyższe wartości uzyskują turbiny umieszczone w szczególnie dogodnych miejscach (na przykład elektrownie morskie). Moc generowana przez turbinę może zmieniać się gwałtownie w zależności od chwilowej siły wiatru, a ponadto podlega zmianom dobowym i rocznym. Zmienna generacja ilości energii przez turbiny wiatrowe, wynikająca ze zmienności wiatru, stanowi istotny problem dla pracy systemu elektroenergetycznego, zwłaszcza w przypadku, gdy udział energii wytwarzanej przez wiatraki jest znaczący. Dlatego też duże elektrownie wiatrowe (energetyka wiatrowa) muszą być wspomagane, bądź przez klasyczne elektrownie, na przykład ciepłone, bądź przez systemy magazynowania energii, na przykład elektrownie pompowo-szczytowe.

Elementem nośnym turbiny wiatrowej, tak zwanej gondoli, są stalowe wieże wykonywane najczęściej w technologii rurowej, składające się z segmentów łączonych śrubami, najczęściej o malejącej z wysokością średnicy, mieszczące wewnątrz niezbędne wyposażenie (rozdzielnia dolna, winda, drabina), a także znacznie rzadziej – budowane jako konstrukcje kratownicowe. Wysokość wieży jest dostosowana do mocy turbiny, także do lokalnych warunków wiatrowych. Najwyższe elektrownie wiatrowe w Polsce znajdują się we wsi Paproć, koło Nowego Tomyśla. Wysokość kratownicowych masztów tych turbin wynosi 160 m, przy długości pojedynczej łopaty wirnika 50 m. Natomiast najwyższe elektrownie wiatrowe na świecie, o wysokości 246,5 m i mocy 3,4 MW każda, znajdują się Niemczech, w miejscowości Gaildorf [14].

Ważnym elementem elektrowni wiatrowej jest fundament umożliwiający jej zakotwienie i przeniesienie na podłoże sił statycznych wynikających z masy konstrukcji i sił dynamicznych wynikających z działania wiatru, który może być wykonany w różnej technologii. W przypadku elektrowni lądowych jest to najczęściej masywna bryła żelbetonowa



Fot. 10. Wieża kratownicowa



Fot. 11. Fundament nośny pod wieżę elektrowni wiatrowej, Dobin koło Wąłcza

zagłębiona poniżej poziomu terenu, z elementami mocującymi wieżę (śruby) oraz kanałami kablowymi do wyprowadzenia mocy elektrycznej i sterowania. W przypadku posadowienia turbin wiatrowych w miejscach niestabilnych ze względu na strukturę podłoża, stosowane jest wzmocnienie gruntu przez palowanie. Interesującym tutaj przykładem może być posadowienie farmy 15 wiatraków na wierzcholinie zrehabilitowanego zwałowiska KWB Bełchatów, zwanego Górą Kamieńsk. Ze względu na niejednorodne podłoże wykonane z urobku górniczego, każde ze stanowisk zostało wzmocnione kolumnami żwirowymi typu KSS Kellera, o średnicy od 0,6 do 0,8 m. Na tak wzmocnionym gruncie zostały posadowione żelbetowe talerzowe płyty fundamentowe o średnicy całkowitej 20,8 m i średnicy cokołu 6,9 m oraz grubości 2,8 m w środku i 1,5 m na obwodzie. W przypadku turbin morskich stosowane są różne systemy posadowienia, na przykład grawitacyjne, zagłębione w dnie (palowane), i pływające zakotwiczone, przy czym technologia wykonania zależy od głębokości morza i odległości od brzegu, a także od budowy dna.

Praca współczesnych siłowni wiatrowych jest w pełni zautomatyzowana, co jest możliwe dzięki nowoczesnym układom sterowania mikroprocesorowego, często włączonym w centralny system nadzoru i koordynacji, zwłaszcza w przypadku dużych zespołów (farmy). Układy te umożliwiają między innymi:

- załączanie i wyłączanie elektrowni, także zdalne;
- naprowadzanie wirnika na wiatr w celu maksymalizacji wykorzystania jego energii;
- płynną regulację napięcia i częstotliwości prądu;
- włączanie i wyłączanie korekcji mocy biernej;
- monitorowanie pracy elektrowni wiatrowej;
- zatrzymywanie turbiny w przypadku sytuacji awaryjnych;
- odkręcanie kabli wiązki energetyczno-sygnałowej związane z obrotem gondoli i inne.

Regulacja pracy może być realizowana w różny sposób, między innymi przez: ustawienie elektrowni do wiatru, zmianę kąta ustawienia łopat, zmianę prędkości obrotowej generatora, zmianę obciążenia, tak zwane „przeciągnięcie” i inne.

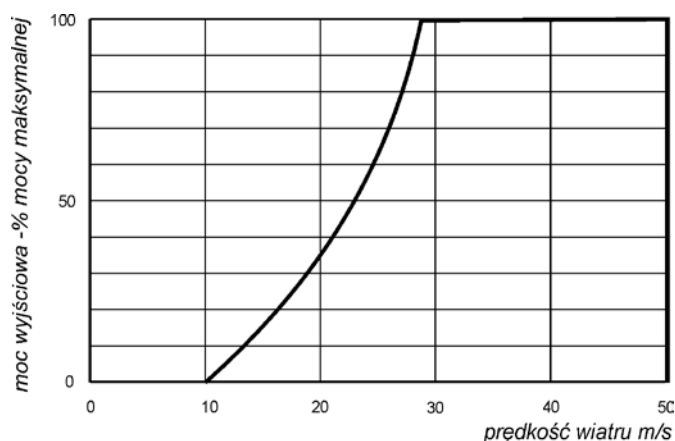
Energia wiatru

Zasadniczym warunkiem wykorzystania energii wiatru są jego zasoby, charakteryzowane:

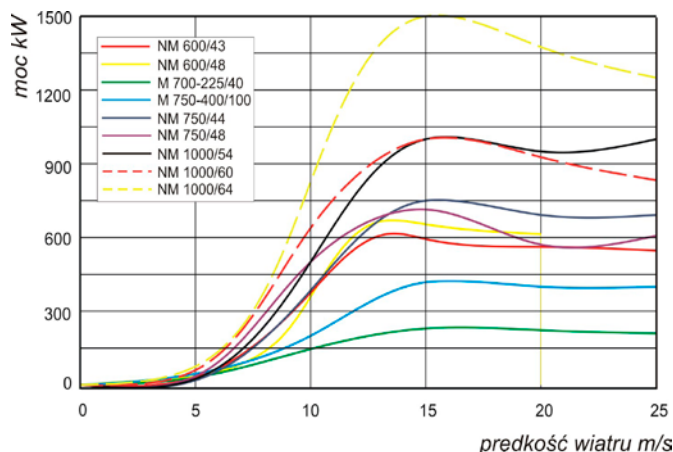
- prędkością przemieszczania się mas powietrza,
- kierunkiem, to jest stroną geograficzną, z której wiatr wieje,
- częstością występowania z danego kierunku.

Wiatr nie jest zjawiskiem stałym, występującym w sposób ciągły i stabilny z jednego kierunku, i z określoną prędkością. W rzeczywistości charakteryzuje się ciągłą zmiennością parametrów jakościowych i ilościowych. Stąd istotna jest znajomość zarówno prędkości, jak też kierunków i częstości występowania, przedstawianych często w postaci tak zwanej róży wiatrów, czyli wykresu obrazującego jego siłę i kierunek w skali rumbowej lub skali stopniowej, albo jako tak zwany rozkład Weibulla, pokazujący częstość występowania określonych przedziałów prędkości.

W analizie zasobów energetycznych wiatru ważne jest to, że jego prędkość rośnie wraz z oddalaniem się od powierzchni terenu, co oznacza, że im wyżej, tym prędkość wiatru jest większa. Wiąże się to z tak zwaną szorstkością terenu, wynikającą z jego rzeźby (płaski, pagórkowaty, górzysty), szaty roślinnej (pola, lasy) oraz zabudowy. Tarcie przemieszczających się mas powietrza o powierzchnię powoduje zmniejszenie prędkości, przy czym im teren jest bardziej szorstki (urozmaicony), tym prędkość wiatru jest niższa. Dlatego im wyżej nad poziomem terenu, tym siła tarcia jest mniejsza, a prędkość większa. Stąd też tendencje do budowy instalacji o dużych wysokościach posadowienia turbin i jednocześnie o dużej średnicy wirnika.



Rys. 5. Idealna krzywa mocy elektrowni wiatrowej



Rys. 6. Rzeczywiste krzywe mocy turbin wiatrowych Micon [według 2]

Najbardziej korzystne warunki występują na obszarach o niskiej szorstkości, takich jak akweny morskie i zbiorniki wodne. Najmniej korzystne – na obszarach zabudowanych i zalesionych o zróżnicowanej rzeźbie terenu. Szacuje się, że energia możliwa do pozyskania z wiatru na obszarze pól uprawnych z pojedynczą zabudową jest w przybliżeniu równa połowie energii możliwej do pozyskania nad powierzchnią wody (52%).

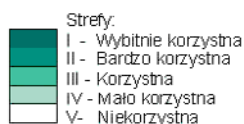
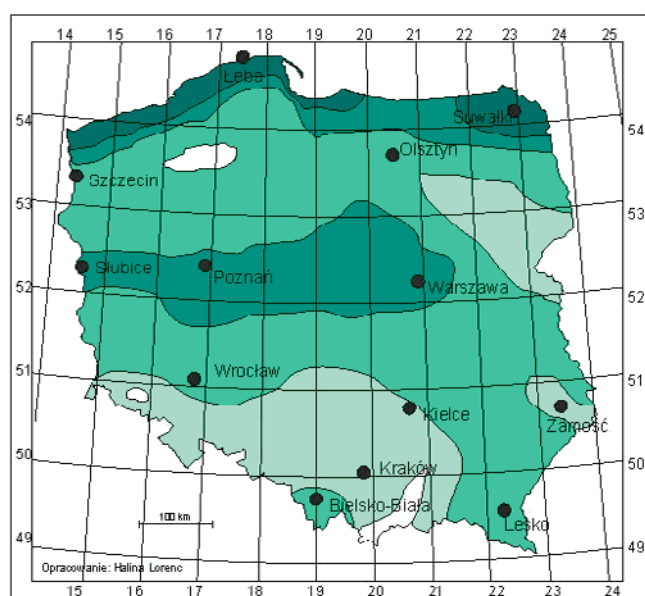
Dlatego ważnym elementem rozwoju aeroenergetyki, poza wstępnymi analizami wietrzności, są długoterminowe pomiary kierunku i prędkości wiatru, poprzedzające podjęcie decyzji o budowie instalacji. Prowadzone są za pomocą specjalnych stacji pomiarowych (masztów pomiarowych), mierzących prędkości i kierunki wiatru na różnych wysokościach, a także temperaturę. Rejestrowane w długim przedziale czasu (nie krótszym niż rok), pozwalają określić zależność między prędkością, kierunkiem i wysokością. Od ich wyniku zależy dobór odpowiedniej lokalizacji pod budowę elektrowni wiatrowej, także często dobór urządzeń (turbiny wiatrowych), w efekcie przekładające się na opłacalność inwestycji.

Ze względów techniczno-eksploatacyjnych w energetyce wiatrowej rozróżnia się trzy prędkości, a mianowicie:

- startową, czyli minimalną niezbędną do wprawienia turbiny wiatrowej w ruch;
- znamionową (nominalną), przy której turbina osiąga maksimum mocy;
- maksymalną, przy której turbina może być jeszcze eksploatowana; jej przekroczenie powoduje zatrzymanie pracy ze względu na możliwość uszkodzenia.

Współczesne wiatraki przystosowane są do pracy przy prędkości wiatru od 4 do 25 m/s. Przy prędkości mniejszej osiągają zbyt małe moce, przy większej niż 30 m/s są wyłączane ze względu na możliwość uszkodzenia i bezpieczeństwo. Znajduje to odzwierciedlenie między innymi w ich charakterystykach mocy, które ze względów eksploatacyjnych powinny być jak najbardziej strome, tak aby maksimum przypadało przy jak najmniejszej prędkości wiatru.

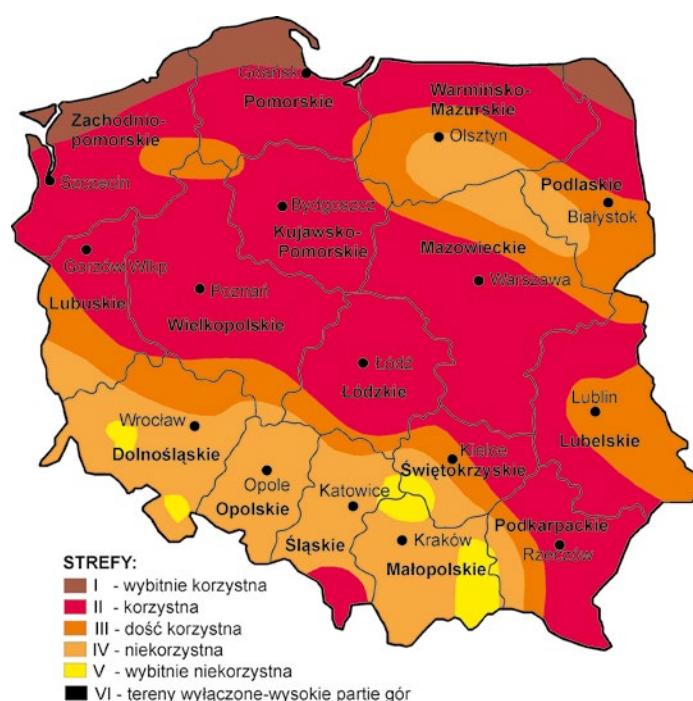
W Polsce zasoby energii możliwej do pozyskania z wiatru są szacowane na różnym poziomie, zależnym między innymi od lokalizacji i występowania wiatrów o prędkościach użytecznych. Klasyfikację obszarów korzystnych energetycznie dla potrzeb aeroenergetyki ilustruje najlepiej mapa opracowana przez prof. H. Lorenc z IMiGW w Warszawie [2, 7]. Wynika z niej, że najlepsze warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej, ze średniorocznymi prędkościami w przedziale 4÷6 m/s, występują w północno-wschodniej części Suwalszczyzny (4,5÷5 m/s), na Pomorzu – gdzie obejmują wyspę Uznam (5 m/s) i wybrzeże od Koszalina po Hel (5÷6 m/s) oraz w środkowej części Wielkopolski. Tym samym warunki wiatrowe na wybrzeżu Bałtyku są zbliżone do duńskich i holenderskich, a pozostała część Polski północnej posiada warunki wietrzności zbliżone do istniejących w środkowych Niemczech. Oprócz tego identyfikowane są także inne rejony przydatne dla rozwoju energetyki wiatrowej: Beskid Śląski i Żywiecki, wschodnia część Pogórza Sudeckiego, Pogórze Dynowskie, Wyżyna Częstochowsko-Krakowska. Z analiz wynika, że w wielu regionach Polski wiatry użyteczne o prędkości 3÷10 m/s występują przez ponad 300 dni w roku, a obszary, na których średnia roczna prędkość wiatru wynosi 4,5÷6 m/s należy uznać się za opłacalne do budowy elektrowni wiatrowych.



Ośrodek
Meteorologii



Aktualizacja mapy na podstawie okresu obserwacyjnego 1971-2000



STREFY:

- I - wybitnie korzystna
- II - korzystna
- III - dość korzystna
- IV - niekorzystna
- V - wybitnie niekorzystna
- VI - tereny wyłączone-wysokie partie gór

Rys. 7. Zasoby energetyczne wiatru w Polsce według profesor H. Lorenc, IMiGW [2, 8]

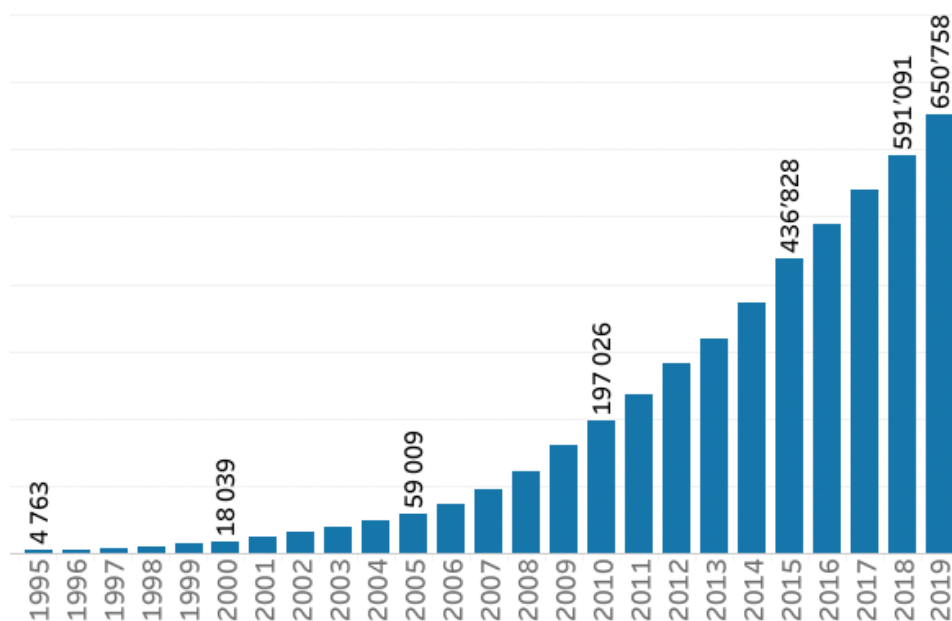
Energetyka wiatrowa w świecie

Opracowanie nowoczesnych turbin wiatrowych, a także opanowanie technologii budowy instalacji wiatrowych w strefach przybrzeżnych mórz (*offshore*), przyniosło intensywny rozwój energetyki wiatrowej. Dynamiczny rozwój nastąpił zwłaszcza w ostatnim ćwierćwieczu, na co wskazuje między innymi przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych, wynoszący w latach 1995 i 2019 odpowiednio 4763 MW i 650 758 MW. Jest on wynikiem zarówno postępu w konstruowaniu i budowie nowoczesnych turbin, co przełożyło się na znaczący wzrost mocy jednostkowej, jak i ilości powstających instalacji wiatrowych.

Obecnie standardem są siłownie o mocy znamionowej 2–4 MW, a do największych na świecie można zaliczyć turbinę MHI Vestas V164-9,5 MW (o wysokości 195 m i średnicy wirnika 164 m), a także Siemens Gamesa SG 8.0-167 DD o mocy 8 MW i średnicy wirnika 167 m [14]. Prototyp turbiny MHI Vestas V164 o mocy 8 MW w trakcie 24-godzinnej testu wyprodukował 192 tys. kWh, czyli – według producenta – ilość energii wystarczającą do zasilania 13,5 tys. domów [8].

W 2018 roku elektrownie wiatrowe dostarczyły 1270 TWh energii, co stanowiło 4,8% światowego zapotrzebowania na energię elektryczną [11].

Na koniec 2019 roku sumaryczna moc zainstalowana wszystkich elektrowni wiatrowych na świecie wynosiła 650 758 MW, co w stosunku do roku wcześniejszego (2018) oznacza przyrost mocy o 10,1%. Największą moc zainstalowaną odnotowano na kontynencie azjatyckim (261 205 MW), a następnie w Europie (182 163 MW) i w Ameryce Północnej (109 180 MW). Z kolei krajem o największej mocy zainstalowanej są Chiny (237 029 MW) [5].



Rys. 8. Moc zainstalowana elektrowni wiatrowych na świecie w latach 1995–2019 [MW], [5]

Tabela. 1. Dynamika rozwoju energetyki wiatrowej na świecie – moc zainstalowana [MW], [5, 7]

Lp.	Kraj	2010	2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Chiny	44 733	148 000	168 730	188 390	209 529	237 029
2	USA	40 180	73 867	82 033	88 775	96 363	105 433
3	Niemcy	27 215	45 192	50 019	56 190	59 313	61 357
4	Indie	13 065	24 759	28 279	32 879	35 129	37 529
5	Hiszpania	20 676	22 987	23 020	23 026	23 494	25 808
6	Wielka Brytania	5 203	13 614	14 512	17 852	20 743	23 515
7	Francja	5 660	10 293	12 065	13 760	15 313	16 646
8	Brazylia	931	8 715	10 800	12 763	14 707	15 452
9	Reszta świata	-	89 402	99 050	107 204	116 501	127 989
10	Świat razem	196 653	436 828	488 508	540 840	591 091	650 758

Z analizy danych zamieszczonych w tabeli wynika, że w 2019 roku 8 państw dysponowało mocą elektryczną 522 769 MW, co odpowiada 4/5 mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych na całym świecie. Połowa tej mocy przypada na Chiny.

Na kontynencie europejskim, elektrownie wiatrowe dysponowały w roku 2019 łączną mocą zainstalowaną równą 205 GW, z czego na elektrownie posadowione na lądzie (onshore) przypadało 183 GW (89% mocy), a na elektrownie morskie (offshore) 22 GW (11%). Ponad połowa tej mocy (67%) jest skumulowana na obszarze 5 państw: Niemiec (61 GW), Hiszpanii (26 GW), Wielkiej Brytanii (24 GW), Francji (17 GW) i Włoch (11 GW). Polska z mocą niecałych 6 GW zajmuje 9. miejsce. W ciągu roku elektrownie te wytworzyły łącznie 417 TWh energii elektrycznej.

W państwach Unii Europejskiej energia pozyskana z wiatru pokryła średnio 15% zapotrzebowania na energię elektryczną, to jest o 1 punkt procentowy więcej niż rok wcześniej, przy średnim współczynniku wykorzystania mocy turbin 26%. Z tego na elektrownie onshore przypada 12,2% (współczynnik wykorzystania 24%), a na instalacje morskie offshore – 2,3% (współczynnik wykorzystania 38%) [13]. Wynika stąd między innymi, że efektywność pracy elektrowni wiatrowych morskich jest wyższa niż elektrowni posadowionych na lądzie, co jest efektem lepszych warunków wiatrowych (większe prędkości wiatru).

Natomiast największy udział w pokryciu krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną – energią pozyskaną z wiatru, ma Dania (48%), Irlandia (33%), Portugalia (27%) i Niemcy (26%). Udział kolejnych 12 państw wynosi ponad 10%.

Elektrownie wiatrowe w Polsce

Dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej w Europie w ostatnich latach przełożył się także na jej rozwój w Polsce. Pierwszą elektrownię wiatrową o mocy 150 kW uruchomiono w 1991 roku w Żarnowcu, natomiast pierwszą farmę wiatrową Barzowice–Cisowo oddano do eksploatacji w 2001 roku. W kolejnych latach widoczny był powolny rozwój, z dużym przyspieszeniem po roku 2010, kiedy to odnotowywano znaczące przyrosty mocy zainstalowanej. Sytuacja ta uległa wyhamowaniu w 2016 roku, po wprowadzeniu zmian prawno-ekonomicznych i obostrzeń lokalizacyjnych (tak zwana zasada „10H”), co spowodowało znaczne ograniczenie działań związanych z rozwijaniem nowych projektów.

W 2019 roku, według stanu na 31 grudnia, Polska z mocą elektrowni wiatrowych 5,917 GW zajmowała 9. pozycję w Europie, z udziałem 2,89% w łącznej mocy zainstalowanej na kontynencie. Natomiast w kraju moc wiatraków stanowiła 12,64% mocy elektrycznej wszystkich źródeł (46 799 MW [11]). Udział energii wytworzonej z wiatru, na podstawie danych zawartych w [13] wynosi około 9%.

Tabela 2. Udział energii wiatrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej [8, 10]

Lp	Rok	Moc zainstalowana [MW]	Produkcja energii z wiatru [GWh]	Przyrost produkcji [%]	Produkcja całkowita [GWh]	Udział [%]
1	2	3	4	5	6	7
1	2019	5 917,3	5 759,6*	-	b.d.	~ 9 **
2	2018	5 864,4	12 798,8	-14	170 039	7,53
3	2017	5 848,7	14 951,7	18	170 465	8,75
4	2016	5 807,4	12 495,4	16	166 634	7,55
5	2015	4 582,1	10 706,9	41	164 944	6,58
6	2010	1 180,3	1 823,3	54	157 658	1,06
7	2005	83,3	135,5	-5	156 900	0,09

*) Brak pełnych danych za rok 2019, stan na dzień 30 czerwca 2019 roku, **) dane szacunkowe

Największa moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych jest skumulowana na obszarach charakteryzujących się dogodnymi warunkami wiatrowymi, przede wszystkim w województwach zachodniopomorskim i pomorskim oraz w Wielkopolsce. Wiąże się to między innymi z pracą dużych farm wiatrowych posadowionych na tych terenach. Obecnie w kraju funkcjonuje ponad 50 dużych instalacji o mocy powyżej 30 MW, przy czym 10 największych dysponuje mocą zainstalowaną od 70 MW do 120 MW.

Tabela 3. Moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w Polsce według województw [MW] stan na 31.12.2019 roku

Lp.	Województwo	Moc [MW]	Lp.	Województwo	Moc [MW]
1	2	3	1	2	3
1	dolnośląskie	176,4	9	podkarpackie	153,0
2	kujawsko-pomorskie	606,0	10	podlaskie	197,8
3	lubelskie	138,9	11	pomorskie	711,6
4	lubuskie	193,1	12	śląskie	34,2
5	łódzkie	581,0	13	świętokrzyskie	21,9
6	małopolskie	5,9	14	warmińsko-mazurskie	357,0
7	mazowieckie	385,3	15	wielkopolskie	726,2
8	opolskie	140,9	16	zachodniopomorskie	1 488,0
				RAZEM	5 917,2

Tabela 4. Wybrane największe farmy wiatrowe w Polsce [6, 8]

Lp.	Miejscowość	Liczba turbin	Typ	Moc [MW]	Rok uruchomienia
1	2	3	4	5	6
1	Karścino (Mołtowo)	60	Fuhrländer FL MD77, 1,5 MW	90,0	2009
2	Margonin	60	Siemens Gamesa, G90	120,0	2010
3	Korsze	35	Siemens Gamesa, G90	70,0	2011
4	Pawłowo-Gołańcz	53	Acciona AW 82/1500	79,5	2013
5	Galicja I	27	GE 2.5 103, 2,5 MW	67,5	2015
6	Resko II	38	Vestas V100, 2 MW	76,0	2015
7	Kopaniewo	30	Alstom ECO 110, 3,15 MW	94,5	2015
8	Marszewo	50	Vestas V80 i V90	100,0	2013/15
9	Korytnica	25	Vestas V126, 3,3 MW	82,5	2015
10	Banie-Kozielice	53	Vestas V100, 2 MW	106,0	2015/16

Oprócz dużych elektrowni wiatrowych istnieje grupa mniejszych instalacji przyłączonych do sieci elektroenergetycznej, do których, według definicji Urzędu Regulacji Energetyki, zaliczane są źródła o mocy elektrycznej od 50 do 500 kW_e. Instalacje te (114 sztuk) o mocy łącznej 33,1 MW wytworzyły w 2019 roku 51 423 MWh energii elektrycznej, z czego 45 602 MWh wprowadzono do sieci dystrybucyjnej [4].

Ponadto spotykane są liczne pracujące małe siłownie wiatrowe, charakteryzujące się najczęściej mocą rzędu od kilkuset W do kilku – kilkunastu kW, w tym konstrukcje amatorskie.

Często tworzą one autonomiczne układy przeznaczone dla zasilania energią elektryczną jednego lub kilku odbiorców małej mocy, składające się z turbiny wiatrowej, akumulatora o odpowiednio dobranej pojemności i regulatora ładowania. Wykorzystywane są do zasilania systemów informacyjnych (na przykład znaki drogowe), lokalnego oświetlenia, napędu pomp, ogrzewania pomieszczeń, podgrzewania wody itp., zwłaszcza przy braku możliwości zasilania z systemu elektroenergetycznego. Spotykane są również tak zwane układy mieszane stosowane w przypadku, gdy produkcja energii elektrycznej jest silnie uzależniona od energii wiatru. Wówczas, w celu zapewnienia dostaw energii stosuje się układy hybrydowe, w których występuje dodatkowe źródło, na przykład układy: elektrownia wiatrowa – elektrownia słoneczna – agregat prądotwórczy. Urządzenia te w większości mają znaczenie lokalne i nie odgrywają znaczącej roli w gospodarce energetycznej.



Fot. 12. Siłownia wiatrowa – konstrukcja amatorska



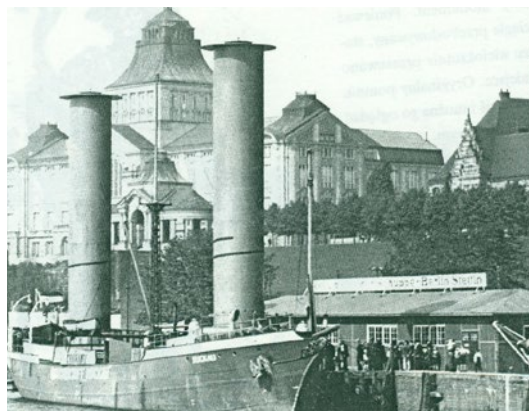
Fot. 13. Autonomiczna mikrosiłownia wiatrowa z panelami PV

Inne sposoby wykorzystania energii wiatru

Energia wiatru znajduje zastosowanie również w innych obszarach techniki. Tradycyjnie może być źródłem energii mechanicznej dla różnych urządzeń, czego dawniej przykładem były różnego rodzaju młyny. Współcześnie służy na przykład do napędu aeratorów pulweryzacyjnych, stosowanych na zamkniętych zbiornikach wodnych, których zadaniem jest pompowanie wody z martwych biologicznie warstw dennych i jej rozpylanie (rozbryzgiwanie) w powietrzu w celu natlenienia.



Fot. 14. Aerator z turbiną wiatrową, Szczecin, jezioro Głębokie



Fot. 15. Rotorowiec Buckau, 1924 rok, Szczecin [16]

Innym oryginalnym zastosowaniem może być koncepcja wykorzystania energii wiatru w żegludze morskiej za pomocą tak zwanych rotorów Fletnera, przy czym udane próby ich użycia przeprowadzono jeszcze w początkach ubiegłego wieku, stosując je zamiast żagli na przebudowanym w 1924 roku szkunerze *Buckau* (późniejsza nazwa *Baden-Baden*), który rejsem do Nowego Jorku w pełni potwierdził ich przydatność. Rozwiązanie to nie weszło wówczas do masowego stosowania, wyparte przez maszynę parową. Według obecnych projektów zastosowanie na współczesnych statkach rotorów Fletnera powinno przynieść znaczne oszczędności paliwa.

Podsumowanie

Jak już zaznaczono wcześniej, dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej w innych krajach przekłada się także na jej rozwój w Polsce. Efektem jest ilość energii wygenerowanej w elektrowniach wiatrowych. Według [10] w 2019 roku elektrownie wiatrowe i inne odnawialne źródła energii, nie licząc elektrowni wodnych zawodowych, wygenerowały 14 340 GWh energii, przy czym znaczącą większość wytworzono z energii wiatru. Jednocześnie wprowadzone w 2016 roku unormowania prawne spowodowały ograniczenie rozwoju tej dziedziny ekoenergetyki, co jest szczególnie widoczne w odnotowywanych od 2017 roku niewielkich przyrostach mocy zainstalowanej, także malejących przyrostach energii elektrycznej wygenerowanej z wiatru.

Analiza pracy dotychczas zainstalowanych elektrowni wiatrowych pozwala jednocześnie stwierdzić, że charakteryzują się one sprawnością konwersji oscylującą w granicach od 16% (2010 rok) do 29% (2017 rok), ze średnią wartością około 23%, to jest zbliżoną do średniej europejskiej (24%) [13]. Stanowi to swoiste potwierdzenie, że warunki wiatrowe Polski, są porównywalne do średnich warunków europejskich.

Rozwój energetyki wiatrowej zależy nie tylko od zasobów energii wiatru. Istotnym problemem jest szeroko dyskutowany wpływ siłowni wiatrowych na otoczenie, objawiający się w odniesieniu do człowieka tak zwanym syndromem turbiny wiatrowej, a w odniesieniu do środowiska emisją hałasu, wytwarzaniem zakłóceń elektromagnetycznych, oddziaływaniem na migrujące ptactwo, czy „oszpeceniem” krajobrazu. Wprowadza to szereg ograniczeń w lokalizacji i budowie siłowni, a jednym z problemów jest brak miejsc, co jest związane z tak zwaną ustawą odległościową (2016 rok), określającą minimalną odległość instalacji wiatrowej na około 1500 m od zabudowań, stanowiącą dziesięciokrotność wysokości wiatraka. Uważa się, że ustawa ta w zasadzie eliminuje możliwości realizacji nowych projektów, które spełniałyby wszystkie stawiane w niej wymagania. Problemem jest także struktura sieci elektroenergetycznych, co powoduje, że rozwój energetyki wiatrowej w dużym stopniu zależy nie tylko od zasobów energii wiatru, ale także od możliwości odbioru wytworzonej energii elektrycznej.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania tym ograniczeniom jest budowa farm z dala od terenów zamieszkałych, tras przelotów ptaków, obszarów zaliczanych do rezerwatów przyrody itp. W związku z tym uważa się, że jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu jest lokalizacja elektrowni wiatrowych w strefie przybrzeżnej Bałtyku, charakteryzującej się większymi prędkościami wiatru, co powinno skutkować większą mocą elektrowni, gdyż wraz z oddalaniem od brzegu wzrastają średnie roczne prędkości wiatru. Ocenia się, że oddalenie instalacji o 40 km od linii brzegowej przynosi wzrost prędkości wiatru o 20–25%, co oznacza prawie dwukrotny wzrost wytwarzanej energii. Natomiast wadą są zwiększone nakłady inwestycyjne, trudności budowlano-montażowe, konieczność korzystania ze specjalistycznego sprzętu, większe koszty eksploatacyjne, potrzeba budowy podmorskich linii kablowych itp. Należy jednak zaznaczyć, że również te koncepcje napotykają na opór społeczny.

Mimo tych ograniczeń i problemów uważa się, że rozwój energetyki wiatrowej w najbliższych latach będzie postępował, zwłaszcza jeżeli Polska ma spełnić kryteria odnośnie ilości energii wytworzonej z odnawialnych źródeł energii, a w perspektywie odejść od tak zwanej energetyki wysokoemisyjnej (węglowej) lub przynajmniej ją ograniczyć w sposób znaczący. Świadczą o tym osiągnięcia innych krajów, o podobnych do Polski warunkach wiatrowych

Streszczenie:

W artykule przedstawiono podstawowe dane na temat podstaw teoretycznych wykorzystania energii wiatru dla potrzeb człowieka. Omówiono uwarunkowania wiatrowe istniejące w Polsce, a także sposoby wykorzystania energii wiatru do generacji energii elektrycznej. Scharakteryzowano budowę i działanie współczesnej elektrowni wiatrowej. Na tym tle przedstawiono rozwój energetyki wiatrowej na świecie, w Europie i w Polsce. Zasygnalizowano także niektóre aspekty utrudniające dalszy rozwój aeroenergetyki w Polsce, związane z ograniczeniami lokalizacyjnymi i środowiskowymi.

Bibliografia:

1. Mikielwicz J., Cieśliński J.: Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław–Warszawa–Kraków, 1997
2. Nowak W., Stachel A.A., Borsukiewicz-Gozdur A.: Zastosowania odnawialnych źródeł energii, Wyd. Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 2008
3. ProEnergetyka sp. z o.o., Materiały reklamowe, www.proenergetyka.pl
4. Wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce w małych instalacjach OZE. Raport Prezesa URE za rok 2019. Warszawa, 2020

Strony internetowe:

5. <https://library.wwindea.org/global-statistics/> (dostęp: 7.05.2020)
6. <https://pgeo.pl/Nasze-objekty/Elektrownie-wiatrowe/> (dostęp: 7.05.2020)
7. https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_wiatru (dostęp: 6.05.2020)
8. https://pl.wikipedia.org/wiki/Energetyka_wiatrowa_w_Polsce (dostęp: 6.05.2020)
9. <http://stat.gov.pl/> (dostęp: 8.05.2020)
10. <https://wysokienapiecie.pl/27524-energetyka-w-polsce-w-2019-roku-moc-produkcja-energii-wg-danych-pse/> (dostęp: 8.05.2020)
11. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf> (dostęp: 7.05.2020)
12. <https://www.ure.gov.pl/> (dostęp: 8.05.2020)
13. <https://windeurope.org/data-and-analysis/statistics/> (dostęp: 6.05.2020)
14. <https://www.windpowermonthly.com/10-biggest-turbines> (dostęp: 4.05.2020)
15. ABB. Wind power plants. Technical Application Papers, 13, 2011
16. Czejarek R.: Sekrety Szczecina, Dom Wydawniczy Księży Młyn, Łódź 2014 (Fotografia: Max Dreblow, 1924)



Dariusz Karolak

Dobre zwyczaje nie tylko w życiu inżynierów

Znajomość i stosowanie dobrych zwyczajów i reguł grzecznościowych wraz z dobrymi manierami powinna obowiązywać każdego człowieka w postępowaniu w różnych sytuacjach. Wymaga tego również kultura osobista każdego z nas. Zasady te są opisane dwoma słowami: *savoir-vivre*.

Słowa *savoir-vivre* są francuskim wyrażeniem, które w tłumaczeniu oznacza sztukę życia. Określają one zbiór zasad dobrego wychowania dotyczących bardzo wielu dziedzin naszego życia. Jakby mogło się wydawać *savoir-vivre* swoich korzeni wcale nie ma we Francji, lecz w starożytnej Grecji, która była zalążkiem kultury europejskiej, a starożytni Grecy znani byli z dążenia do pełnej doskonałości. Dążenia te przejawiały się między innymi w wyszukanych ceremoniałach i praktykowaniu uprzejmości. Mimo upadku tych ideałów w epoce średniowiecza, *savoir-vivre* nie odszedł zupełnie w zapomnienie.

W dzisiejszych czasach, w bardzo wielu dziedzinach życia znajomość zasad dobrego wychowania jest niezbędna, gdy zależy nam na zrobieniu dobrego wrażenia, zaprezentowaniu się w towarzystwie, właściwej reakcji w danej sytuacji. *Savoir-vivre* tworzy kanon zasad ogólnie uznanych za właściwe w danej kulturze, od zachowania się przy stole, poprzez różnego rodzaju wymogi wynikające z dnia codziennego, aż do reguł wymaganych w działaniu biznesowym. Zasady te dotyczą między innymi: poprawnego mówienia, właściwego zachowania, odpowiedniego formułowania wiadomości, aż po zasady dotyczące poprawnego ubioru czy relacji pomiędzy ludźmi.

W biznesowym świecie powinniśmy przestrzegać zasad *savoir-vivre*. Jest to bardzo ważne, jak będziemy oceniani przez naszych partnerów biznesowych i współpracowników oraz klientów. Swoją wizytówkę wystawiamy sobie wyglądem i swoim zachowaniem, w myśl przysłowia: jak cię widzą, tak cię piszą. Powszechnie wydaje się, że wiemy, jak należy się witać, żegnać i pić kawę. Jednak często, gdy dochodzi do konkretnej sytuacji, zaczynamy mieć poważne wątpliwości. Już na samym początku spotkania możemy zostać źle ocenieni przez ludzi, z którymi się kontaktujemy, co może utrudnić pokazanie naszych zalet merytorycznych. Znajomość zasad *savoir-vivre* może ułatwić nam drogę do awansu, lepszej pracy czy nawiązania lepszych relacji biznesowych. *Savoir-vivre* w biznesie to również zasady zachowania się przy stole, na przykład podczas biznesowego spotkania. Również poprawność naszego ubioru w zależności od charakteru spotkania czy też styl języka, jakiego używamy. *Savoir-vivre* to już nie tylko umiejętność pożądana, ale wręcz wymagana. Najważniejsze zasady biznesowego *savoir-vivre*:

Punktualność

Nieusprawiedliwione spóźnienie już na samym początku stawia nas w trudnym położeniu, obniżając atrakcyjność naszego wizerunku, zanim jeszcze dotrzemy na spotkanie. Jest traktowane jako brak szacunku wobec innych uczestników wydarzenia, szacunku dla ich czasu. Należy pamiętać o godzinach szczytu, lepiej wyjechać z biura godzinę wcześniej i ewentualnie poczekać na kogoś, niż być w sytuacji odwrotnej. Jeżeli już wiemy, że spóźnimy się, koniecznie trzeba pamiętać o telefonicznym zawiadomieniu osoby lub grupy osób, którzy na nas czekają. I lepiej nie robić tego za pośrednictwem SMS-a...

Stosowny strój

Ubiór mówi nie tylko o nas samych, ale również wpływa na wizerunek naszej firmy. Pamiętajmy, że pierwsze wrażenie można zrobić tylko raz. Dobór odpowiedniego ubioru w zależności od miejsca i rodzaju spotkania (w biurze, na budowie, w restauracji) jest dziś jedną z kompetencji wymaganych od pracownika, niezbędną do osiągnięcia sukcesu zawodowego.

Mowa ciała

Uśmiech przy pierwszym poznaniu jest bardzo ważny, ale niestety sam uśmiech nie wystarczy. Język ciała mówi o naszych emocjach, reakcjach i intencjach drugiej osoby. Obserwując ludzi, często dzięki znajomości mowy ciała możemy wywnioskować, co w danej chwili myśli i czuje nasz rozmówca. Warto się nauczyć czytać ten kod.

Hierarchia

W biznesowym *savoir-vivre* wiek i płeć nie mają znaczenia, zwłaszcza w przypadku powitań. Pierwsza klania się ta osoba, która zajmuje niższe stanowisko. Natomiast gest podania dłoni będzie już decyzją szefa i to on powinien zainicjować takie przywitanie, a nie na odwrót. Trzeba oczywiście pamiętać, że w przypadku spotkania z klientem, to on jest tu „panem”. Przy spotkaniach osób na takim samym stanowisku, zasady są dokładnie takie same jak w przypadku normalnych obyczajów towarzyskich.

Wyłączaj telefon

Na spotkaniu biznesowym trzeba poświęcić cały czas i uwagę osobie, z którą rozmawiamy. W wyjątkowej sytuacji możemy odebrać telefon podczas spotkania, jednak powinniśmy przed jego rozpoczęciem uprzedzić wszystkie osoby w nim uczestniczące, że czekamy na pilną wiadomość telefoniczną. W pozostałych przypadkach

na spotkaniu wyciszmy lub lepiej wyłączmy urządzenie. Należy pamiętać, iż reagowanie na dźwięk z telefonu lub sprawdzanie przesłanych wiadomości podczas spotkania może zostać odczytane jako brak szacunku. Podobna zasada powinna obowiązywać również w miejscach naszej pracy. W biurze warto też dbać o komfort pracy swoich współpracowników. Głośny dźwięk z telefonu i prowadzenie hałaśliwych rozmów przez telefon przeszkadza osobom pracującym, szczególnie tym pracującym w otwartych przestrzeniach biurowych.

Prowadzenie rozmów przez telefon

Niejednokrotnie zapominamy lub nie zdajemy sobie sprawy, iż rozpoczynając rozmowę przez telefon, szczególnie z telefonu służbowego, należy się przedstawić. W zależności od pełnionej funkcji w dobrym tonie jest również podanie nazwy instytucji, dla której pracujemy oraz stanowiska, które zajmujemy. Należy mówić tonem spokojnym oraz krótko i konkretnie. Zdania wielokrotnie złożone i liczne dygresje mogą spowodować jedynie irytację rozmówcy oraz wprowadzić go w zakłopotanie. Powinniśmy być zawsze uprzejmi i starać się mówić spokojnie oraz wyraźnie, a co

najważniejsze, nigdy nie przerywać wypowiedzi rozmówcy. Należy pamiętać, że rozmówca nas nie widzi i nieodpowiedni ton naszego głosu może wystawić nam złą ocenę oraz skutecznie zrazić partnera biznesowego.

Nie przynoś prywatnych spraw do biura

Jeśli chcemy być postrzegani jako profesjonalści w biznesie, powinniśmy oddzielić życie prywatne od zawodowego. Nikogo w biurze czy na budowie nie obchodzi, jak bardzo spociałeś się wczoraj na rowerze, ani jak piękna była dziewczyna, którą spotkałeś w klubie. Pamiętać należy, że osoby, które nie dzielą się prywatnymi informacjami w pracy, są postrzegane przez współpracowników jako bardziej odpowiedzialne i godne zaufania.

Stosowanie tych prostych reguł w naszym życiu nie tylko zawodowym, z pewnością przyczyni się do pozytywnego odbioru naszej osoby i pozwoli nam lepiej współpracować z innymi ludźmi.

Dariusz Karolak

Rzecznik budowlany

Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa



Edmund Tumielewicz Andrzej Żbikowski

XXXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji

W dniach 3–5 marca 2020 roku w Wiśle odbyły się Jubileuszowe XXXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji wieńczące czteroletni cykl szkolenia o tematyce „Innowacyjne i współczesne rozwiązania w budownictwie”. Organizatorem tegorocznych warsztatów był Oddział Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa w Katowicach przy współpracy z Oddziałami w Bielsku-Białej, Gliwicach i Krakowie. W warsztatach wzięło udział ponad czterystu uczestników, głównie projektantów branży konstrukcyjnej i komunikacyjnej z różnych regionów kraju.

W sesjach tematycznych zaprezentowanych zostało ponad trzydzieści wykładów, które zostały zawarte w trzech tomach materiałów konferencyjnych. W czwartym tomie natomiast zamieszczono informacje oraz materiały techniczno-promocyjne wielu spośród czterdziestu sześciu wystawców warsztatów. Warsztatom tradycyjnie towarzyszyła dość duża ekspozycja różnych firm wystawiających swoje produkty. Prezentowane były najnowsze rozwiązania materiałowe i technologiczne oraz oprogramowania projektowe dla projektantów konstrukcji i innych branż.

Wiodącą tematyką tegorocznych warsztatów były konstrukcje metalowe. Tematykę rozszerzono o lekką obudowę, rusztowania metalowe oraz posadzki przemysłowe. Problematyka zaprezentowana podczas warsztatów stanowi doskonałe źródło podnoszenia wiedzy zawodowej

projektantów konstrukcji, a materiały konferencyjne, ułatwiają wykorzystanie prezentowanych rozwiązań i technologii w codziennej praktyce zawodowej.

Oprócz wykładów, zawartych w materiałach konferencyjnych, odbyły się wykłady i prezentacje związane z działalnością firm – wystawców. Do najciekawszych (tematyka których może być interesująca dla projektantów z wielu branż) należały między innymi prezentacja programu PROTA (program dla konstruktorów zawierający moduł obliczeniowy oraz moduły do detalowania konstrukcji stalowych i żelbetonowych), przykład wykorzystania programu DYNAMO (sterującego modelami w programach Revit i Robot) do parametrycznego projektowania rozbudowanej struktury prętowej zadaszenia oraz prezentacja materiałów bazujących na nanotechnologii, służących do wykańczania powierzchni budowlanych.

W trakcie trwania konferencji przedstawiciele naszej Izby przeprowadzili wiele różnych rozmów i dokonali uzgodnień z przedstawicielami innych ośrodków na temat możliwych szkoleń oraz współpracy i wspólnych przedsięwzięć.

Materiały konferencyjne dostępne są w Ośrodku Informacji Technicznej naszej izby.

mgr inż. Edmund Tumielewicz,

mgr inż. Andrzej Żbikowski



Jolanta Behnke

Ku przestrodze

Zdecydowana większość spraw opisywanych w cyklu „Ku przestrodze”, które swój finał znalazły przed Okręgowym Sądem Dyscyplinarnym dotyczy przewinień i zaniedbań dokonywanych przez kierowników budowy. Tendencja ta wynika ze statystyk prowadzonych przez Okręgowy Sąd Dyscyplinarny, które wskazują na zdecydowaną przewagę osób pełniących funkcję kierownika budowy jako obwinionych. Nie oznacza to jednak, że sprawy kierowane do Okręgowego Rzecznika Odpowiedzialności Zawodowej, a rozpatrywane później przez sąd dotyczą wyłącznie tej grupy. W niniejszym artykule skupiono się na przedstawieniu sprawy z udziałem projektanta w roli obwinionego.

W opisywanej sprawie projektant został obwiniony o to, że pełniąc samodzielną funkcję w budownictwie projektanta zaprojektował przebudowę i nadbudowę budynku mieszkalnego wielorodzinnego, w sposób naganny i niedbały, a mianowicie:

- świadomie wykonał projekt budowlany z wadami uniemożliwiającymi jego zatwierdzenie oraz uzyskanie pozwolenia na budowę,
- w okresie wyznaczonym przez Starostę na dokonanie poprawek i uzupełnień do dnia wydania decyzji umarzającej postępowanie w sprawie wydania pozwolenia na budowę, nie złożył niezbędnych uzgodnień i wyjaśnień w Starostwie Powiatowym.

Został uznany za winnego popełnienia zarzucanych mu czynów i Okręgowy Sąd Dyscyplinarny wymierzył karę upomnienia.

Przebieg sprawy był następujący:

1. Projektant podpisał z Inwestorami umowę na opracowanie projektu budowlanego „Przebudowy i nadbudowy budynku mieszkalnego wielorodzinnego”. Ustalono termin wykonania usługi w terminie dwóch miesięcy.
2. Następnie Inwestorzy upoważnili Projektanta do występowania w ich imieniu w celu załatwiania w organie administracji architektoniczno-budowlanej wszystkich spraw związanych z uzyskaniem pozwolenia na budowę. Jedną z podstaw wykonania projektu była decyzja Burmistrza o warunkach zabudowy, zmieniona następnie decyzją dotyczącą dobudowy schodów zewnętrznych.
3. Po tygodniu opracowany przez obwinionego projekt budowlany złożony został w Starostwie Powiatowym, z wnioskiem o udzielenie pozwolenia na budowę.
4. Starosta poinformował strony o podjęciu postępowania.
5. W trakcie postępowania administracyjnego inwestorzy wystąpili o jego zawieszenie do czasu uzupełnienia braków w projekcie, załączając przy tym pełnomocnictwo udzielone Projektantowi do reprezentowania ich w tej sprawie. Postanowienie Starostwa Powiatowego z wyszczególnieniem braków w projekcie i nałożonym

terminem ich usunięcia projektant otrzymał następnego dnia.

Z postępowania dowodowego wynikało, że przedłożony projekt nie spełniał wymogów §12 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 roku nr 75, poz. 690, z późn. zm.) poprzez niezachowanie odległości od granicy z sąsiednią działką oraz przepisu art. 43 ustawy o drogach publicznych (Dz. U. z 2007 roku nr 19, poz. 115, z późn. zm.) w zakresie odległości od krawędzi pasa drogowego.

W rozpatrywanym przypadku dotyczącym przebudowy i nadbudowy budynku o powierzchni użytkowej nieprzekraczającej 1000 m² opisane wymagania mogły być spełnione w inny sposób niż określono to w rozporządzeniu. Należało mianowicie przedłożyć ekspertyzę techniczną właściwej jednostki badawczo-rozwojowej albo rzeczoznawcy budowlanego oraz do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, uzgodnioną z właściwym Komendantem Wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej. Również niezachowanie wymaganej odległości zabudowy od krawędzi jezdni drogi wojewódzkiej wymagało uzyskania zgody zarządcy tej drogi na takie odstąpienie, przed wystąpieniem przez inwestora o pozwolenie na budowę.

Na zamówienie Inwestorów rzeczoznawca budowlany opracował potrzebną ekspertyzę techniczno-budowlaną, potwierdzającą możliwość zachowania rozwiązania zawartego w projekcie, pod określonymi warunkami. Projektant złożył ponownie projekt budowlany wraz z ekspertyzą w Starostwie Powiatowym. Przedłożona ekspertyza nie była jednak uzgodniona z Komendantem Wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej. Po dwóch miesiącach Inwestorzy wycofali udzielone projektantowi pełnomocnictwo do załatwiania spraw związanych z udzieleniem pozwolenia na budowę, co uniemożliwiło obwinionemu dalsze działania w tej sprawie. W dniu następnym pomiędzy Projektantem a Inwestorem zawarte zostało „Porozumienie rozwiązania sporu”, które w swej końcowej części ustalało zakończenie postępowania związanego z zawartą umową, poprzez zwrot przez projektanta części pobranego za projekt wynagrodzenia, wycofanie przez Inwestorów wniosku o pozwolenie na budowę ze Starostwa Powiatowego i nie występowanie z dalszymi roszczeniami. Ciąg dalszy sprawa miała w starostwie. Po 10 miesiącach Starosta umorzył postępowanie w sprawie, zainicjowane wnioskiem inwestora o odwieszenie postępowania i wskazanie braków formalnych.

W uzasadnieniu decyzji Starosta podkreślał wyjątkowość sprawy, polegającą na tym, że już po spisaniu wspomnianego wyżej porozumienia inwestor wystąpił do organu o odwieszenie postępowania i jakkolwiek nie będąc zainteresowany wypełnieniem wymogów wydanego postanowienia na podstawie art. 35 ust. 3 ustawy Prawo

budowlane (Dz.U. z 2013 roku, poz. 1409, z późn. zm.), zależało mu na otrzymaniu decyzji administracyjnej, z której będzie wynikało, że projekt ma braki formalne i wadliwe rozwiązania funkcjonalne, gdyż zarówno taka postawa projektanta, jak i jakość rozwiązań architektonicznych go nie satysfakcjonują. Inwestor składa więc wniosek o pozwolenie na budowę, przedkładając projekt budowlany i zaraz potem dochodzi do wniosku, że przyjęte w projekcie rozwiązania funkcjonalne nie spełniają jego oczekiwań. Ponadto postawa projektanta wymusza u inwestora potrzebę administracyjnej oceny projektu budowlanego i dlatego nie jest on zainteresowany wycofaniem wniosku. W sytuacji zgłoszonego przez inwestora braku możliwości dostosowania projektu do wymagań art. 35 ust. 1 Prawa budowlanego, uniemożliwia to wydanie pozwolenia na budowę, ponieważ braki i błędy projektu wykluczają wydanie rozstrzygnięcia pozytywnego, a wskazany przez inwestora brak możliwości wyczerpania przesłanek art. 35 ust. 3 Prawa budowlanego wyklucza możliwość wydania decyzji o odmowie zatwierdzenia projektu i udzielenia pozwolenia na budowę w trybie tego przepisu.

Starosta zwraca również uwagę na interesującą rozbieżność w informacji o kubaturze budynku. Zgodnie ze sporządzoną ekspertyzą kubatura ma 1339 m³, natomiast z treści projektu budowlanego jest to 784 m³. Tak więc projekt architektoniczno-budowlany dla tego obiektu nie może podlegać zwolnieniu z obowiązku sprawdzenia zgodnie z art. 20 ust. 3 pkt 2 Prawa budowlanego, gdyż nie jest to obiekt budowlany o prostej konstrukcji, lecz budynek mieszkalny wielorodzinny. W przedstawionej sytuacji uprawnienia budowlane Projektanta okazują się niewystarczające do opracowania projektu budowlanego przebudowy i nadbudowy budynku mieszkalnego wielorodzinnego o kubaturze przekraczającej po przebudowie 1000 m³.

Podstawowe obowiązki projektanta wynikają z:

- art. 20 ust. 1 pkt 1, 2, 4 ustawy Prawo budowlane mówiących, iż do podstawowych obowiązków projektanta należy:
 - opracowanie projektu budowlanego w sposób zgodny z ustaleniami określonymi w decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, wymaganiami ustawy, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,
 - zapewnienie, w razie potrzeby, udziału w opracowaniu projektu osób posiadających uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności oraz wzajemne skoordynowanie techniczne wykonanych przez te osoby opracowań projektowych, zapewniające uwzględnienie zawartych w przepisach zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie budowy, z uwzględnieniem specyfiki projektowanego obiektu budowlanego,
 - uzyskanie wymaganych opinii, uzgodnień i sprawdzeń rozwiązań projektowych w zakresie wynikającym z przepisów,

- art. 20 ust. 2 ustawy Prawo budowlane, według którego do podstawowych obowiązków projektanta należy zapewnienie sprawdzenia projektu architektoniczno-budowlanego pod względem zgodności z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, przez osobę posiadającą uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w odpowiedniej specjalności.

W rozpatrywanej sprawie projektant:

- nie poddał projektu sprawdzeniu, ponieważ, jak zeznał na rozprawie, jego uprawnienia były wystarczające dla sporządzenia dokumentacji dotyczącej remontu. Według dokumentów był to projekt przebudowy i nadbudowy budynku mieszkalnego wielorodzinnego, którego sprawdzenie było konieczne;
- nie dostarczył organowi administracji architektoniczno-budowlanej ekspertyzy techniczno-budowlanej, posiadającej wymagane uzgodnienia;
- nie uzyskał właściwego uzgodnienia zarządcy drogi publicznej w zakresie projektowanej odległości od krawędzi jezdni pasa drogowego;
- nie wprowadził do opracowanego projektu wymaganych poprawek;
- jakkolwiek złożył ponownie w Starostwie Powiatowym projekt budowlany wraz z opracowaną ekspertyzą, lecz projekt ten nie był poprawiony ani uzupełniony, a ekspertyza nie miała wymaganych uzgodnień. Dostarczenie organowi uzgodnionej ekspertyzy było obowiązkiem projektanta.

Należy bardzo wyraźnie podkreślić, że skutki naruszenia prawa przy projektowaniu ponosi projektant. Rolą projektanta jako uczestnika procesu budowlanego jest wykonanie projektu w sposób rzetelny i prawidłowy oraz umożliwiający uzyskanie pozwolenia na budowę.

W opisanym przypadku dla zatwierdzenia opracowanego projektu budowlanego i uzyskania pozwolenia na budowę dla inwestorów wystarczającym było:

- poddać projekt sprawdzeniu przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia budowlane,
- uzgodnić z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz z Komendantem Wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej w Szczecinie opracowaną przez rzeczoznawcę budowlanego ekspertyzę,
- uzyskać właściwe uzgodnienie zarządcy drogi publicznej,
- wprowadzić do projektu wynikające z uzgodnień oraz sprawdzonych żądań inwestora poprawki,
- złożyć tak skorygowany projekt do Starostwa Powiatowego z wnioskiem o odwieszenie postępowania.

Przedstawiona sprawa wydaje się być w swojej zawartości banalnie prosta. Wystarczyło bowiem dokonać podstawowych uzgodnień oraz wykonać powierzone opracowanie w sposób rzetelny i w uzgodnionym terminie. Świadome ignorowanie i wprowadzanie w błąd

inwestora (zlecniodawcę i płatnika) przez projektanta jest czynem nieetycznym i niegodnym

Inwestor zlecając pewne czynności osobie pełniącej samodzielną funkcję techniczną w budownictwie, w ramach sprawowania zawodu zaufania publicznego ma prawo przypuszczać, że taka osoba wykona swoje powinności starannie, rzetelnie i prawidłowo. Tymczasem swoim postępowaniem osoby zaniedbujące obowiązki przynoszą ujmę



Milena Iwanejko

Polecamy...

Zachęcamy do zapoznania się z marcowym wydaniem miesięcznika „Inżynieria i budownictwo” (nr 3/2020). Z cyklu Zagadnienia konstrukcyjne i materiałowe w wydaniu zamieszczono artykuł pt. „Modelowanie węzłów więźb dachowych i oparcie sklepień w przestrzennych schematach statycznych zabytkowych obiektów murowych” autorstwa Marcina Szkobodzińskiego oraz Czesława Miedziałowskiego. W artykule skupiono się na specyficznej budowie więźby dachowej i sklepień w zabytkowych obiektach murowych, które stanowią elementy konstrukcyjne zapewniające odpowiednią sztywność przestrzenną budynku. Modelowanie tego typu konstrukcji wymaga bardzo dużej dokładności wyników obliczeń, stąd coraz powszechniej wykorzystuje się do tego celu modele przestrzenne. W opracowaniu autorzy szeroko opisują sposoby modelowania w metodzie elementów skończonych, a także wpływ więźby dachowej i sposobu modelowania połączeń na zachowanie przestrzenne konstrukcji. Osobom zainteresowanym zagadnieniem geotechniki polecamy lekturę artykułu „Obciążenia od ruchu pojazdów w geotechnicznych analizach nasypów drogowych” opracowanego przez Michała Topolnickiego. Autor podkreśla jak istotne jest uwzględnienie obciążenia od ruchu pojazdów w obliczeniach geotechnicznych ze względu na bezpieczeństwo obiektów budowlanych, a także koszty inwestycji. W opracowaniu opisane zostały zasady określania obciążeń od ruchu pojazdów oparte na zaleceniach roboczej wersji normy PR-EN 1991-2:2019.

Polecamy także lekturę kwietniowego wydania miesięcznika „Przegląd Budowlany”, w którym zamieszczono szereg ciekawych artykułów problemowych. Jednym z nich jest opracowanie Krzysztofa Żółtowskiego pt. „Modelowanie zrealizowanych konstrukcji stalowych – wybrane przykłady”. Autor przedstawia przykłady współczesnych możliwości analizy konstrukcji stalowych w odniesieniu do komercyjnego oprogramowania inżynierskiego. Modele numeryczne ukazane w artykule

naszym kolegom inżynierom, którzy swoją pracę traktują poważnie i wykonują ją rzetelnie. Takie zachowania należy zdecydowanie potępiać, kończą się one bowiem postępowaniem przed sądem dyscyplinarnym. Niech to będzie przestrogą dla innych.

*Opracowała inż. Jolanta Behnke
Sędzia Okręgowego Sądu Dyscyplinarnego*

zostały opracowane w środowisku MES. Wśród opisanych modeli znalazły się wizualizacje modeli numerycznych takich konstrukcji jak chociażby most Milenijny w Londynie, zadaszenie amfiteatru w Płocku, zadaszenia hali widowiskowo-sportowej „Gdynia Arena”, czy też Stadionu Narodowego w Warszawie.

Warto zapoznać się z czasopismem „Materiały Budowlane” (nr 3/202), w którym opublikowano wiele interesujących artykułów dotyczących izolacji wodochronnych, stanowiących temat wiodący marcowego numeru miesięcznika. Oprócz głównego tematu, tradycyjnie w czasopiśmie odnaleźć można opracowania poruszające zagadnienia ze stałych cyklów publikowanych na łamach wydania, między innymi z zakresu budownictwa energooszczędnego, technologii BIM, czy też z tendencji w gospodarce w aspekcie rynku budowlanego.

Zachęcamy do śledzenia zmian obowiązujących prawa oraz poszerzania wiedzy z tego zakresu. Z przeglądem zmian legislacyjnych w formie pigułki można zapoznać się w artykule pt. „Omówienie wybranych zmian aktów prawnych” autorstwa Agaty Bienia, stanowiącym stałe opracowanie publikowane na łamach kwartalnika „Budownictwo i prawo”. W wydaniu nr 1/2020 zamieszczone zostały ponadto inne ciekawe opracowanie. Jednym z nich jest artykuł autorstwa Macieja Robakiewicza pt. „System zarządzania energią w przedsiębiorstwie”, omawiający zasady opracowywania polityki energetycznej przedsiębiorstwa oraz korzyści, jakie może przynieść wprowadzenie systemu zarządzania energią. Inną propozycją, z którą warto się zapoznać, jest opracowanie pt. „Nowe propozycje finansowania termomodernizacji i remontów obiektów budowlanych”, w którym Leonard Runkiewicz, Jarosław Szulc oraz Jan Sieczkowski przedstawiają podstawowe założenia nowelizacji Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów budynków.

Zachęcamy do lektury.

Milena Iwanejko

NanoGrout CL – innowacyjna metoda wzmocnienia i spajania gruntu od PSRI Polska



PSRI Polska jest firmą zajmującą się bezwykopową modyfikacją parametrów geotechnicznych gruntów. Specjalizacją przedsiębiorstwa jest tworzenie i wdrażanie rozwiązań w konstrukcjach pionowych, poziomych, przesłon hydroizolacyjnych i stabilizacji gruntów, wykorzystywanych w budownictwie ogólnym, kubaturowym, drogowym, wodnym, a także w górnictwie i ochronie środowiska.

Unikalne właściwości NanoGrout CL

Sztandarowym produktem PSRI Polska jest opatentowane w Polsce, Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych, spoiwo NanoGrout CL. Wykonane na bazie przetworzonych, ultradrobnych iłów i dodatków mineralnych posiada unikalne właściwości.

Forma płynnej zawiesiny umożliwia łatwą aplikację poprzez iniekcję i dokładne nasycenie gruntu. Zestalone spoiwo przyjmuje formę lepko-plastycznego ciała Binghama, które przy niewielkich naprężeniach zachowuje się jak ciało stałe, a przy wysokich jak lepki płyn. Dzięki temu ma wyjątkowo niski współczynnik przepuszczalności wody i jest bardzo odporne na pękanie.

Zastosowanie NanoGrout CL

Ze względu na swoje właściwości NanoGrout CL jest idealną barierą dla wód podziemnych i powierzchniowych, niezależnie od warunków geologicznych. Wykorzystywany jest między innymi do uszczelniania szczelin w litych skałach magmowych, spękanym dolomie, porowatym wapieniu i kredzie, łupkach oraz przestrzeni międzyziarnowych w żwirach, piaskach, nanosach organicznych, gytii, a nawet w węglu brunatnym czy torfach włóknistych.

Produkt doskonale sprawdza się jako metoda hydroizolacji podłoża, immobilizacji zanieczyszczeń i poprawy stabilności. Zwiększa nośność gruntu oraz redukuje szkodliwość skażonych gleb. Pozwala również na łatwiejsze przetwarzanie masy glebowej o wysokiej zawartości wody, eliminując zjawiska sufozyjne.

W praktyce NanoGrout CL znajduje zastosowanie między innymi:

- przy budowie dróg, ulic, ścieżek dla pieszych i nasypów kolejowych,
- w inżynierii lądowej, wodnej i obiektach hydrotechnicznych,
- w konstrukcjach przeciwpowodziowych, takich jak tamy i wały,
- w ekranach akustycznych i ścianach redukujących wibracje,
- w konstrukcjach ochrony środowiska, na przykład przepuszczalnych przesłonach reaktywnych i barierach pasywnych oraz przy zestalaniu zanieczyszczonych mas glebowych,



- w odkrywkowych i podziemnych wyrobiskach górniczych czy hałdach, również jako metoda stabilizacji hałd i gaszenia pożarów,
- na składowiskach i obszarach przetwarzania odpadów, zwłaszcza tych niebezpiecznych,
- w konstrukcji obiektów przemysłowych i handlowych, a także na obszarach i w obiektach budownictwa mieszkaniowego,
- w obiektach zabytkowych i krajobrazowych oraz centrach aktywności na świeżym powietrzu.

Dzięki metodom opracowanym w laboratoriach PSRI Polska, istnieje możliwość stworzenia spoiwa o różnych parametrach wytrzymałościowych i hydroizolacyjnych. Pozwala to na optymalizację właściwości produktu i dopasowanie ich do konkretnych założeń projektowych czy technologii geoinżynierskich.

Metody aplikacji NanoGrout CL

Wszechstronność spoiwa NanoGrout CL ujawnia się również dzięki możliwości jego aplikacji wieloma technologiami. W zależności od wymagań projektu możemy korzystać z iniekcji niskociśnieniowej, wgłębnego i ciśnieniowego mieszania gruntu (DSM oraz Jet-Grouting), wibracyjnego iniektowania przesłon szczelinowych (WIPS), objętościowego mieszania gruntów oraz autorskiej technologii PSRI – Top-Jet, będącej połączeniem wgłębnego mechanicznego i ciśnieniowego mieszania gruntu.

Właściwości NanoGrout CL

Zestalone spoiwo wykazuje następujące właściwości wytrzymałościowe:

- maksymalne naprężenia ścinające (aparatury bezpośredniego ścinania):
 - ~105 kPa (przy naprężeniach pionowych 25 kPa),
 - ~135 kPa (przy naprężeniach pionowych 50 kPa),
 - ~190 kPa (przy naprężeniach pionowych 100 kPa),
- wytrzymałość na zginanie > 400 kPa (po 28 dniach),
- wytrzymałość na ściskanie > 500 kPa (po 28 dniach),
- kąt tarcia wewnętrznego > 40°.

Warto zaznaczyć, że nawet po przekroczeniu granicznej wytrzymałości próbka odkształca się plastycznie, zachowując szczelność.

Test na wysadzinowość, przeprowadzony zgodnie z procedurą Transport and Road Research Lab. TRRL – UK, wskazuje, że po 42-dniowym okresie dojrzewania spoiwo wykazuje całkowitą odporność na działanie temperatur ujemnych.

Nanospoiwo po zatłoczeniu stabilizuje się w bardzo krótkim czasie (kilkudziesięciu minut) uzyskując podstawową cechę – bardzo niską przepuszczalność wody dzięki całkowitemu wypełnieniu wolnych przestrzeni. W dalszym procesie zestalania nie kurczy się i nie oddaje wody zarobowej do otoczenia (odstój dobowy 0%). Zatem nie wytworzy pustych przestrzeni, które stanowiłyby drogę filtracji.

Zestalone spoiwo jest też odporne na rozmakanie i nie wykazuje kontrakcji w czasie zatłaczania.

Współczynnik filtracji wynosi $k \sim 10^{-9}$ m/sek (badania polowe sondą BAT wykazały lokalnie $k \sim 10^{-10}$ m/sek).

Kalifornijski wskaźnik nośności California Bearing Ratio CBR > 20% kwalifikuje spoiwo do stosowania pod nawierzchnie drogowe.

Największe zalety NanoGrout CL

- duża prędkość stabilizacji możliwa do regulacji w zależności od wybranej technologii zatłaczania,
- odporność na wymywanie (ługowanie),
- dobre właściwości hydroizolacyjne w obrębie nowo utworzonej struktury,
- długowieczność i odporność na korozję,
- brak zagrożenia dla środowiska naturalnego (atest higieniczny PZH).

Współpraca z PSRI Polska

PSRI Polska zajmuje się opracowywaniem i udoskonalaniem metod aplikacji spoiw oraz innych technologii budowlanych. Oferuje usługi bezwykopowej modyfikacji gruntu w technologii iniekcji niskociśnieniowej, DSM, Jet-Grouting, wibracyjnego iniektowania przesłon szczelinowych (WIPS), objętościowego mieszania gruntów oraz autorskiej technologii PSRI Top-Jet.

PSRI Polska zaprasza klientów do różnych form współpracy, obejmujących między innymi:

- wykonawstwo specjalistycznych prac geotechnicznych w technologiach bezwykopowych,
- usługi projektanta i ekspertów PSRI,
- doradztwo projektowo-technologiczne,
- weryfikację projektu,
- wykonawstwo i podwykonawstwo projektu,
- dostawę nanospoiwa na bazie modyfikowanych ilów.

PSRI Polska sp. z o.o.
ul. Chłodna 2A, 40-311 Katowice
tel. +48 32 2661167
biuro@psripolska.pl
www.psripolska.pl



nowy album JUŻ w sprzedaży ■



*polecam
M. Czasnojęc*

W tym roku przypada **75. rocznica polskiego Szczecina**.

Z tej okazji, wydawnictwo ZAPOL przygotowało unikatową publikację pt. „SZCZECIN – metamorfozy” ze zdjęciami cenionego fotografa – Marka Czasnojęcia oraz fotografiami ze zbiorów niezmordowanego historyka, znawcy historii miasta – prof. Tadeusza Białeckiego i Muzeum Narodowego w Szczecinie.

Nie jest to praca stricte historyczna. W albumie Marek Czasnojęc pokazuje metamorfozę miasta na przestrzeni 75 lat, czasu liczonego od pierwszych dni włączenia Szczecina do Polski. Od ruin, poprzez lata odbudowy, aż do dzisiaj. Projektując układ albumu starał się, w miarę możliwości, zestawić obrazy tak, aby te same miejsca sprzed lat były rozpoznawalne na współczesnych fotografiach.



Album do nabycia na www.e-zapol.com.pl