

Prace Kół Naukowych Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

Monografia pod redakcją dr inż. Adama Kaizera



2024

**Prace Kół Naukowych
Uniwersytetu Morskiego w Gdyni**

**Redakcja
dr inż. Adam Kaizer**

Gdynia 2024

REDAKTOR NAUKOWY: dr inż. ADAM KAIZER

REDAKTOR KORESPONDENCYJNY: NATALIA WINIARSKA

RECENZENCI:

dr hab. inż. MIROSŁAW CZECHOWSKI, prof. UMG

dr hab. inż. KALINA DETKA, prof. UMG

dr hab. inż. PAWEŁ GÓRECKI, prof. UMG

dr hab. inż. ANDRZEJ ŁEBKOWSKI, prof. UMG

dr hab. inż. JAKUB MONTEWKA, prof. PG

dr hab. inż. PRZEMYSŁAW PTAK, prof. UMG

dr hab. inż. kpt. ż.w. GRZEGORZ RUTKOWSKI, prof. UMG

dr inż. DAMIAN BISEWSKI

dr inż. ADAM KAIZER

dr inż. KAROL KORCZ

dr inż. ADAM MUC

dr inż. MONIKA RYBCZAK

dr inż. KRZYSZTOF WRÓBEL

dr SŁAWOMIR SKIBA

mgr inż. MICHAŁ KUZIA

mgr OKTAWIA SPECHT

REDAKCJA I KOREKTA: Ewa Giedziun

PROJEKT OKŁADKI: Julia Parchem

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU MORSKIEGO W GDYNI

WYDAWCA:



UNIWERSYTET MORSKI W GDYNI

ul. Morska 81-87

81-225 Gdynia

www.umg.edu.pl

Wszelkie prawa autorskie i wydawnicze zastrzeżone

e-ISBN 978-83-67428-38-5

SPIS TREŚCI

BARTOSZ BORNA Rola kapitału ludzkiego w wartości firmy	5
AGATA BUSZ Wpływ czynników behawioralnych na decyzje inwestycyjne młodych ludzi	11
OLIWIA CEGIELKA Przewóz ładunków ponadgabarytowych	16
TOBIASZ CHĘCIŃSKI, MICHAŁ BRDYS, RADOSŁAW CHREBELSKI, ADAM MUC System wykorzystujący nadajnik i odbiornik IR do monitorowania i sterowania urządzeniami elektrycznymi w domu	28
MICHAŁ DOWNAR-ZAPOLSKI Sterowanie skalarne 3-fazowego falownika napięcia za pomocą środowiska symulacyjnego PLECS	41
WIKTORIA DUMIŃSKA, JAKUB KULBAT <i>Smart City</i> – na przykładzie projektu <i>THE LINE</i>	50
KACPER FALKIEWICZ Projekt stanowiska interdyscyplinarnego – <i>Escape Room</i>	59
OSKAR KACAŁA, MIKOŁAJ GINTER Atuty symulacji grawitacji na statku kosmicznym	66
WOJCIECH KOŁODZIEJCZAK, PATRYCJA BORATYŃSKA Północna Droga Morska – szanse i zagrożenia.....	71
JAKUB KURAS, DAWID PENKOWSKI, WIKTOR MIROŃSKI, JAKUB WNOROWSKI Sposób zwiększenia dokładności geolokalizacji obiektu poprzez zwiększenie odbiorników GPS	83

OSKAR ŁEBKOWSKI, WOJCIECH KOZNOWSKI Hamownie do weryfikacji parametrów pojazdów z napędem elektrycznym	89
OSKAR ŁEBKOWSKI, WOJCIECH KOZNOWSKI Maszyna treningowa z hydraulicznym systemem zadawania obciążenia	95
BARTOSZ MINKO Miasto Gdynia – certyfikowane <i>smart city</i>	104
WIKTOR MIROŃSKI, DAWID PENKOWSKI, JAKUB KURAS, JAKUB WNOROWSKI Automatyczny układ do produkcji biopaliw	112
DAWID PENKOWSKI, JAKUB KURAS, WIKTOR MIROŃSKI, JAN RABCEWICZ-POCZĘSNY, OSKAR PIETRYKOWSKI System zarządzania energią elektryczną na statku – analiza sieci w zależności od obciążenia	118
OSKAR PIETRYKOWSKI, OSKAR ŁEBKOWSKI, JAN RABCEWICZ-POCZĘSNY, PIOTR SZEWCZYK Ograniczenie emisji zanieczyszczeń z silników cieplnych poprzez zastosowanie świec zapłonowych z pomiarem ciśnienia	129
JAN RABCEWICZ-POCZĘSNY, OSKAR ŁEBKOWSKI, PIOTR SZEWCZYK System sterowania bezzałogowym statkiem powietrznym	137
WERONIKA SADEK, MARCELINA SMARZ Analiza pędnika strugowodnego w jednostce Merlin-615 MKI Waterjet należącej do NKBP „Seaquest”	145
PIOTR WIELEBA, MATEUSZ ZYCH Zastosowanie wyświetlacza 7-segmentowego w PLC	151

Bartosz Borna

Koło Naukowe Inwestor

ROLA KAPITAŁU LUDZKIEGO W WARTOŚCI FIRMY

W artykule przyjrano się danym, dotyczącym kapitału ludzkiego i nie tylko, dla 150 największych amerykańskich firm według kapitalizacji. Zgromadzone wyniki pokazują, że wpływ czynników na wartość rynkową i wycenę firm zależy od sektora gospodarki, charakterystyki działalności oraz ich innowacyjności. Na zakończenie przedstawiono najważniejsze wnioski, wskazujące, że kapitał ludzki może powodować niekorzystny wpływ na kapitalizację firmy oraz że istotne znaczenie na przełożenie na wartość firmy ma to, w jakim sektorze operują przedsiębiorstwa, a także ich poziom innowacyjności.

Słowa kluczowe: kapitał ludzki, wartość firmy, kapitalizacja przedsiębiorstwa.

WSTĘP

Współczesne przedsiębiorstwa stają przed wyzwaniem efektywnego zarządzania kapitałem ludzkim, który jest kluczowym czynnikiem decydującym o ich wartości i pozycji na rynku. Dynamiczny rozwój gospodarki opartej na wiedzy wymaga głębszego zrozumienia roli kapitału ludzkiego w kształtowaniu wartości przedsiębiorstwa. W gospodarce opartej na wiedzy, w której liczą się umiejętności i kreatywność, zarządzanie kapitałem ludzkim staje się jeszcze ważniejsze. Firmy uznają, że ich pracownicy są głównym źródłem innowacji, tworzenia nowych produktów i usług oraz budowania relacji z klientami. Skuteczne zarządzanie kapitałem ludzkim umożliwia organizacjom przyciąganie, rozwój i zatrzymywanie utalentowanych pracowników oraz wspiera zaangażowanie i motywację pracowników do osiągnięcia celów biznesowych.

Jednym z największych wyzwań w zarządzaniu kapitałem ludzkim jest identyfikacja odpowiednich ludzi i umiejętności potrzebnych do realizacji strategii firmy. Decydującym czynnikiem jest wprowadzenie procesu rekrutacji i selekcji, uwzględniającego nie tylko kwalifikacje i doświadczenie, ale także potencjał rozwojowy pracowników. Inwestowanie w rozwój pracowników poprzez szkolenia, programy rozwojowe i możliwości awansu pomaga

również zwiększać wartość kapitału ludzkiego. Ponadto skuteczne zarządzanie kapitałem ludzkim zależy od stworzenia przyjaznego środowiska pracy, w którym pracownicy czują się docenieni, zmotywowani i zaangażowani.

Firmy dążą do budowania kultury organizacyjnej opartej na zaufaniu, współpracy i otwartości, aby zachęcić pracowników do dzielenia się wiedzą, wspólnego podejmowania decyzji i udziału w innowacyjnych działaniach. Efektywne zarządzanie kapitałem ludzkim sprawia, że przedsiębiorstwa są bardziej wydajne, innowacyjne i elastyczne. Firmy, które skutecznie angażują i rozwijają swoich pracowników, zyskują przewagę konkurencyjną, ponieważ konkurentom coraz trudniej jest naśladować ich kapitał ludzki. W związku z tym przedsiębiorstwa coraz częściej patrzą na zarządzanie kapitałem ludzkim jako na strategiczne narzędzie zarządzania, które wpływa na ich wartość i pozycję na rynku. Organizacje, które skutecznie zarządzają swoim kapitałem ludzkim, są w stanie dostosować się do zmian, szybciej wprowadzać innowacje i osiągać lepsze wyniki finansowe.

W artykule przedstawiono wyniki badania 150 największych spółek amerykańskich posortowanych według kapitalizacji. Analiza obejmowała obszernie dane finansowe oraz czynniki związane z kapitałem ludzkim dla tych firm. Celem niniejszego badania była identyfikacja kluczowych czynników, wpływających na wartość rynkową tych spółek oraz zrozumienie, w jaki sposób branża, innowacyjność oraz poziom wykształcenia pracowników wpływają na wycenę spółek. Wyniki badania podkreślają złożoność tych relacji, które są ściśle związane ze stanem operacji biznesowych. Istniała wyraźna różnica w kapitalizacji rynkowej spółek w zależności od sektora gospodarki.

1. ANALIZA ŹRÓDEŁ LITERATURY

Kapitał ludzki odgrywa kluczową rolę w tworzeniu wartości przedsiębiorstwa. Współcześni ekonomiści zgodnie twierdzą, że to ludzie są najważniejszym zasobem, a jednocześnie kapitałem organizacji [3]. Wartością kapitału ludzkiego w kontekście wartości firmy są: zaangażowanie, efektywność pracy, staranność, utożsamienie się ludzi z misją firmy, mobilność i dyspozycyjność, chęć i umiejętność współdziałania w zespołach i pomiędzy nimi oraz pozytywne nastawienie do hierarchii wartości firmy [3].

W innym badaniu wskazano, że kapitał ludzki decyduje o sile przetargowej przedsiębiorstwa na rynku, będąc istotnym zasobem każdej

organizacji [2]. Wartość kapitału ludzkiego wynika z wiedzy, umiejętności i doświadczenia pracowników, a także z ich zaangażowania i motywacji, dlatego odpowiednie zarządzanie kapitałem ludzkim jest kluczowe dla sukcesu firmy. Ponadto gdy poszczególne osoby (kapitał ludzki), tworzą, zachowują i wykorzystują wiedzę, wiedza ta jest pomnażana poprzez interakcję między nimi (kapitał społeczny), by w rezultacie generować zinstytucjonalizowaną wiedzę, która jest własnością organizacji (kapitał organizacyjny) [1]. Kapitał ludzki odnosi się do wiedzy, umiejętności i doświadczenia poszczególnych pracowników. Kapitał społeczny obejmuje relacje między pracownikami oraz ich zdolności do współpracy i dzielenia się wiedzą. Kapitał organizacyjny odnosi się do zinstytucjonalizowanej wiedzy i procesów w firmie. W rezultacie wiedza ta, kapitał ludzki oraz społeczny tworzą wartość firmy, pozwalają się jej rozwijać oraz wpływają pozytywnie na wartość przedsiębiorstwa.

2. METODY I DANE

Do pracy nad badaniem zgromadzono najważniejsze dane, dotyczące kapitału ludzkiego w 150 największych pod względem kapitalizacji spółkach amerykańskich. Zebrano je poprzez analizę dokumentów finansowych spółek oraz innych źródeł internetowych. Dla poniższego modelu zauważyć można, iż zgromadzone dane pokazują, że to, jak czynniki wpływają na wartość firmy i jej wycenę rynkową, zależy od tego, w jakim sektorze gospodarki występuje dane przedsiębiorstwo, charakterystyki jego funkcjonowania czy jej innowacyjność. W tym przypadku można stwierdzić, że poziom wykształcenia pracowników wpływa negatywnie na wycenę rynkową spółek. W zestawie danych firmy z wyższym odsetkiem pracowników, mających wyższe wykształcenie, mają tendencję do niższej wartości rynkowej. Należy pamiętać, że ten wniosek nie jest równoznaczny z tezą, iż kapitał ludzki ma ogółem tylko niekorzystny wpływ na wycenę firmy. Wpływ na taką interpretację danych ma to, że w zbiorze danych zawarto spółki z różnych sektorów i branż gospodarki, w których odsetek pracowników z wyższym wykształceniem jest skrajnie różny.

Dostrzec należy, iż ogromny wpływ na kapitalizację przedsiębiorstwa ma sektor gospodarki, w jakim ono funkcjonuje. Dla poniższego modelu zauważono, że statystycznie i dla zebranych danych firmy z sektora IT mają największą tendencję do wykazywania wyższej wartości rynkowej, w dalszej kolejności firmy z branży finansowej oraz medycznej. Statystycznie nie ma

istotnego związku między sektorem energetycznym a wartością rynkową firmy w tym modelu.

Liczba patentów jest traktowana jako miara siły innowacyjnej i potencjału technologicznego firmy. Duża liczba patentów może świadczyć o silnym zapleczu intelektualnym firmy i zdolności do tworzenia innowacyjnych rozwiązań, które mogą przyczynić się do wzrostu wartości rynkowej firmy. Liczbę patentów przedsiębiorstwa można również interpretować w kontekście kapitału ludzkiego jako wyznacznik, poziom innowacyjności, kreatywności oraz produktywności pracowników przedsiębiorstwa.

3. MODEL STATYSTYCZNY

Tabela 1. Model statystyczny dotyczący parametrów kapitału ludzkiego i innych oraz ich przełożenie na wartość firmy

Zmienna	Liczba obserwacji: 150 R-kwadrat modelu: 0,196540			
	Parametr statystyczny			
	Współczynnik (aby uzyskać pełne kwoty, należy pomnożyć współczynnik przez milion dolarów amerykańskich)	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p
IT (sektor gospodarki)	227 456	71 023,8	3,203	0,0017
Medyczna (sektor gospodarki)	95 394,8	71 819,2	1,328	0,1865
Energia (sektor gospodarki)	8305,28	138 809	0,05983	0,9524
Finansowa (sektor gospodarki)	185 221	78545,2	2,358	0,0199
Liczba patentów globalnie	4,39506	1,18497	3,709	0,0003
Wyższe wykształcenie	-5498,92	1762,83	-3,119	0,0022

Źródło: opracowanie własne.

WNIOSKI

Wyniki analizy wykazały, że poziom wykształcenia pracowników miał negatywny wpływ na wycenę rynkową spółek w tym zbiorze danych. Należy jednak podkreślić, że wniosek ten dotyczy tylko tego konkretnego zbioru danych, który obejmuje firmy z różnych sektorów gospodarki o bardzo różnych proporcjach pracowników z wyższym wykształceniem.

Ważnym wnioskiem, płynącym z przeprowadzonej analizy, jest również to, że sektor gospodarki, w którym działa przedsiębiorstwo, ma istotny wpływ na całkowitą kapitalizację. Statystycznie wartość rynkowa firm informatycznych jest zazwyczaj wysoka, a następnie – firm finansowych i medycznych. Model nie zidentyfikował żadnego istotnego związku między sektorem energetycznym a wartością rynkową firm.

Wartość liczby patentów, interpretowana jako miara siły innowacyjnej i potencjału technologicznego firmy, może świadczyć o bogatym portfolio intelektualnym firmy i jej zdolności do opracowywania innowacyjnych rozwiązań, przyczyniających się do wzrostu wartości rynkowej firmy. Wyniki modelu pokazują, iż wykształcenie pracowników nie jest najbardziej odpowiednią miarą analizy roli kapitału ludzkiego w wartości firmy. Bardziej dogodną jest określenie kreatywności pracowników, w przypadku tego badania przybliżonej poprzez liczbę patentów, posiadanych przez spółki na całym świecie.

BIBLIOGRAFIA

1. Baron A., Armstrong M., *Zarządzanie kapitałem ludzkim. Uzyskiwanie wartości dodanej dzięki ludziom*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Kraków 2008.
2. Myjak T., *Zarządzanie kapitałem ludzkim w przedsiębiorstwie we współczesnych uwarunkowaniach gospodarczych*, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2015.
3. Nowicka-Mieszka J., *Strategiczne zarządzanie kapitałem ludzkim metodą budowy wartości przedsiębiorstwa*, Akademia Humanitas, Sosnowiec 2012.

ROLE OF HUMAN CAPITAL TO COMPANY VALUATION

The article examines data related to human capital and other factors for the top 150 US companies by market capitalization. The collected results demonstrate that the influence of these factors on market value and firm valuation depends on the sector of the economy, operational characteristics, and innovation. The key findings indicate a negative impact of human capital on firm value. The sector in which companies operate and their level of innovation are crucial factors affecting company valuation.

Keywords: *human capital, company value, enterprise capitalization.*

Agata Busz

Uniwersytet Morski w Gdyni

WPLYW CZYNNIKÓW BEHAWIORALNYCH NA DECYZJE INWESTYCYJNE MŁODYCH LUDZI

W artykule skupiono się na ukazaniu wpływu czynników takich, jak odizolowanie od grupy na decyzje inwestycyjne młodych ludzi. W badaniu wzięło udział 120 studentów Uniwersytetu Morskiego w Gdyni. Zgromadzone dane i wyniki pokazują, jak duży wpływ na decyzje inwestycyjne młodych ludzi wywierają czynniki i uwarunkowania, takie jak płeć czy liczba utrzymywanych bliskich relacji z innymi ludźmi. Ważny w kontekście badania był stopień ryzyka, jakie są w stanie podjąć studenci, poddani działaniu różnych bodźców. Na zakończenie przedstawiono najważniejsze wnioski płynące z przeprowadzonych badań, wykazujące różnice pomiędzy decyzjami podejmowanymi w odizolowaniu oraz podczas pracy w otoczeniu grupy.

Słowa kluczowe: czynniki behawioralne, finanse behawioralne, decyzje inwestycyjne, odizolowanie.

WSTĘP

Decyzje oraz ich podejmowanie w różnych warunkach są nieodłącznym elementem życia każdego człowieka. W dzisiejszym świecie stawia się na jakość podejmowanych decyzji, ze względu na szybko zmieniające się warunki życia. W związku z tym podejmowanie odpowiednich decyzji, przynoszących jak największe zyski i korzyści, jest tak ważne w każdej sferze życia, a w szczególności w sferze dotyczącej finansów, od których wiele zależy.

W artykule przedstawiono wyniki badań, przeprowadzonych na grupie 120 studentów Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, którzy zostali podzieleni na dwie kategorie: grupę poddaną wpływowi czynnika, jakim było odizolowanie, oraz grupę, która mogła swobodnie podejmować decyzje w otoczeniu pozostałych uczestników badania.

Analiza obejmowała zarówno wpływ czynnika, jakim było odizolowanie, na decyzje podejmowane przez uczestników badania, jak i płeć, samopoczucie badanych czy też liczbę utrzymywanych przez nich bliskich relacji z innymi.

Zbadany został wpływ, jaki zmienne wywierają na siebie nawzajem oraz ich zależności. Głównym celem było sprawdzenie, jak dużą rolę wywierają czynniki behawioralne na decyzje inwestycyjne młodych ludzi, oraz wykazanie zależności płynących z takich cech, jak płeć, na podejmowane podczas decyzji inwestycyjnych ryzyko.

1. LITERATURA, METODOLOGIA ORAZ WYNIKI BADAŃ

Czynniki behawioralne odgrywają szczególną rolę w procesach podejmowania decyzji. Podczas podejmowania decyzji, szczególnie tych związanych z inwestowaniem, gdy w grę wchodzi duże pieniądze i tym samym wzrasta ryzyko ich utraty, ludzie zaczynają wpadać w różnego rodzaju pułapki behawioralne związane ze sposobem myślenia, przewidywania oraz samego działania. Najczęściej są to pułapki związane z myśleniem grupowym, sugerowaniem się opinią innych bądź też chęcią potwierdzenia swoich racji. Przedstawione zachowania i sposoby myślenia występują pod postacią heurystyk, m.in. heurystyki dostępności, reprezentatywności czy też zakotwiczenia i dostosowania. Według Tversky'ego i Kahnemana to nimi najczęściej posługują się osoby zobligowane do podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Ważne w kontekście badania są również błędy poznawcze, związane ze zjawiskiem przekonañ oraz przetwarzania informacji. Kluczowymi, jak się okazuje, błędami wpływającymi na procesy decyzyjne, są głęboko zakorzenione przekonania i zachowania związane z błędami i czynnikami społeczno-kulturowymi, sugerującymi niekiedy różnice, wynikające z powinności spełnianych przez konkretne płcie czy zawody, oraz z błędami wynikającymi z odczuwanych emocji. Według wcześniejszych badań silne i natychmiastowe emocje obniżają zdolność do podejmowania optymalnych decyzji, co może świetnie obrazować fakt wystąpienia mniej optymalnych decyzji inwestycyjnych u osób wykazujących gorsze samopoczucie w trakcie badań lub też odczuwających silne emocje, będące skrajnie pozytywne lub też negatywne.

Podczas licznych badań zarówno na zwierzętach, jak i ludziach udowodniono, że jednostki przebywające w odizolowaniu od grupy podejmują mniej korzystne decyzje oraz są skłonne do ulegania uprzedzeniom oraz ograniczeniom poznawczym. Jak wskazują badania, obserwacja zachowania rówieśników i bliskich również znacząco wpływa na podejmowane decyzje oraz ich stopień ryzyka.

Do przeprowadzenia badania wykorzystano dwie metody badawcze: metodę ankietową oraz eksperymentalną. Studenci poproszeni zostali o wypełnienie ankiety, składającej się z 19 pytań, zarówno otwartych, jak i zamkniętych. Pytania dotyczyły preferencji inwestycyjnych i stopnia ryzyka, jakie studenci gotowi byliby zaakceptować, inwestując odziedziczone w spadku pieniądze. W badaniu, jak wspomniano, wzięło udział 120 studentów Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, którzy zostali losowo dobrani do dwóch grup: kontrolnej i badawczej. Grupa poddana czynnikowi została odizolowana od pozostałej części studentów.

Zebrane dane poddano analizie statystycznej w postaci testów istotności, które umożliwiły zweryfikowanie stawianych hipotez, dotyczących m.in. wpływu czynników behawioralnych oraz ich związków z uwarunkowaniami takimi jak płeć. Zbadane zostały także różnice pomiędzy średnimi pomagające odpowiedzieć na pytania, dotyczące różnic występujących pomiędzy badanymi grupami.

Ważną rolę w opracowywaniu wyników badań odegrała również analiza podejmowanego przez badanych ryzyka oraz stopy zwrotu, jaką otrzymywali respondenci.

Z badań wynika, że istnieją różnice pomiędzy decyzjami podejmowanymi przez kobiety i mężczyzn, poddanych działaniu bodźca, oraz tych, którzy nie zostali mu poddani. Wyniki wskazują na to, że zarówno kobiety, jak i mężczyźni bardzo chętnie inwestują w nieruchomości oraz biznes. Jednak kobiety, szczególnie te poddane odizolowaniu, znacznie częściej od mężczyzn oraz innych kobiet przeznaczają pieniądze na konsumpcję oraz twierdzą, że potrzebują aprobaty innych do podejmowania odpowiednich decyzji. Wykazują też niższy poziom ogólnego samopoczucia od badanych mężczyzn i kobiet z pozostałych grup.

Wszystkie z badanych grup wykazują małą podatność na wysokie ryzyko oraz starają się zachować bezpieczeństwo lub neutralne pozycje w celu uniknięcia zbyt dużych strat. Co ciekawe, w przypadku mężczyzn odizolowanych od grupy widoczne były odpowiedzi, sugerujące odczuwanie strachu oraz złego samopoczucia. W pozostałych grupach to zjawisko nie było zauważalne, co może wskazywać na negatywne oddziaływanie bodźca na późniejsze mniej pewne decyzje.

WNIOSKI

Z badania nad wpływem czynników behawioralnych na decyzje inwestycyjne wynika, że wpływ czynnika, jakim jest odizolowanie, jest istotny w kontekście podejmowanych decyzji inwestycyjnych oraz określa stopień ryzyka i samopoczucie badanych.

Odizolowanie wpływa również na postrzeganie indywidualizmu oraz poczucie potrzeby uzyskiwania aprobaty podczas podejmowania decyzji szczególnie w przypadku kobiet. Ważnym czynnikiem są także emocje, które w przypadku mężczyzn odgrywają silniejszą rolę i są bardziej skrajne w sytuacji podejmowania decyzji związanych z dużymi pieniędzmi.

BIBLIOGRAFIA

1. Barber B.M., Odean T., *Boys will be boys: Gender, overconfidence, and common stock investment*, Quarterly Journal of Economics, 2001, vol. 116(1), s. 261–292.
2. Ekman P., Davidson R.J., *Natura emocji*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2002.
3. Pompian M.M., Longo J.M., *Application of behavioral finance*, Journal of Wealth Management, Fall, s. 9–15.
4. Szyszka A., *Finanse behawioralne. Nowe podejście do inwestowania na rynku kapitałowym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
5. Tversky A., Kahneman D., *Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty*, Choices, Values, and Frames, 2019, vol. 323, s. 44–66.

THE IMPACT OF BEHAVIORAL FACTORS ON INVESTMENT DECISIONS OF YOUNG PEOPLE

The article focuses on showing the impact of factors such as isolation from the group on investment decisions of young people. 120 students of the Gdynia Maritime University took part in the study. The collected data and results show how much the investment decisions of young people are influenced by factors and conditions such as gender or the number of close relationships with other people. Important in the context of the study

was the degree of risk that students are able to take when exposed to various stimuli. At the end, the most important conclusions from the conducted research were presented, showing the differences between decisions made in isolation and when working in a group environment.

Keywords: *behavioral factors, decision making, young people.*

Oliwia Cegiełka

Koło Naukowe Badań Podwodnych NKBP „SeaQuest”

PRZEWÓZ ŁADUNKÓW PONADGABARYTOWYCH

W poniższym artykule ukazano różne rodzaje statków, wykorzystywanych do przewozu ładunków ponadnormatywnych oraz przedstawiono wymagane elementy infrastruktury portowej, umożliwiające obsługę tych ładunków. Artykuł prezentuje opis niezbędnych procedur i wytycznych, jakie powinny zostać spełnione oraz opis urządzeń ładunkowych, wyposażenia statków i/lub terminali portowych, aby można było bezpiecznie transportować oraz eksploatować towary ponadgabarytowe. Ładunki ponadgabarytowe obejmują towary i urządzenia, które swoimi rozmiarami (masą i/lub szerokością i/lub wysokością i/lub głębokością) przekraczają wartości przypisane do ładunków uznawanych za tzw. standardowe, czyli np. ładunków skonteneryzowanych.

Słowa kluczowe: ładunki ponadgabarytowe, statki typu heavy lift, transport, przeładunek, infrastruktura portowa, ładunki ponadnormatywne.

WSTĘP

Transport towarów drogą morską znany jest światu od około XV wieku. Możliwości przewozowe dynamicznie zmieniały się na przestrzeni lat, jednak największy postęp nastąpił w latach dwudziestych XX wieku. Najwięcej istniejących statków służy do przemieszczenia towarów standardowych rozmiarów, czyli ładunków umieszczanych w kontenerach 20- lub 40-stopowych i/lub ładunków umieszczanych w wagonach kolejowych i/lub ładunków umieszczanych na standardowych paletach ISO/EU.

Obecnie coraz częściej pojawiają się jednak ładunki (urządzenia, towary, materiały) tzw. ponadgabarytowe, czyli takie, które potrzebują szczególnych rozwiązań technicznych i proceduralnych, by umożliwić ich bezpieczny transport i eksploatację.

Przewóz ładunków ponadnormatywnych stanowi jedno z najbardziej wymagających i trudnych zadań w branży transportowej. Jest to związane z faktem, że tego typu ładunki przekraczają wymiary i wagi dopuszczalne

dla standardowych pojazdów, obciążenia ich pokładów ładunkowych, obciążenia nabrzeży portowych i dróg dojazdowych do portu, co wymaga zastosowania specjalistycznych środków transportu, specjalistycznych procedur oraz skomplikowanej organizacji przewozu.

Przewóz ładunków ponadgabarytowych jest nieodłącznym elementem wielu gałęzi przemysłu, takich jak budownictwo, energetyka czy przemysł stoczniowy. Wymaga on precyzyjnej koordynacji różnych etapów, od zaplanowania trasy i uzyskania niezbędnych zezwoleń, przez załadunek i zabezpieczenie ładunku, aż po dostarczenie go do celu.

Artykuł ma na celu przedstawienie kluczowych aspektów przewozu ładunków ponadnormatywnych oraz wskazanie najważniejszych wyzwań, jakie stoją przed firmami transportowymi i logistycznymi w tym obszarze.

1. MATERIAŁY PONADGABARYTOWE

Ładunki ponadgabarytowe lub tzw. ponadnormatywne są to takie ładunki, które swoimi rozmiarami przekraczają dopuszczalne normy. Materiały te cechują się niestandardowymi wymiarami oraz dużą wagą. Do towarów ponadgabarytowych zaliczane są elementy konstrukcyjne, zbiorniki, magazyny, hale, maszyny budowlane i rolnicze, ciężki sprzęt górniczy, urządzenia przemysłowe itp.

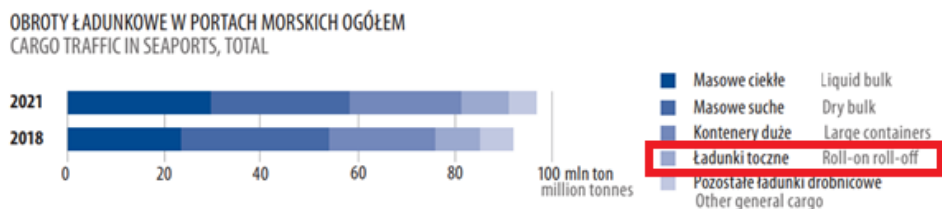
Ładunki ponadgabarytowe można podzielić na pięć kategorii ze względu na ich masę, kształt oraz wymiar:

- ponadnormatywne zwykłe – masa do 25 ton, długość 7 m; np. elementy konstrukcji stalowych czy energetycznych;
- ponadnormatywne specjalne – masa do 25 ton, długość do 15 m, szerokość do 4 m, wysokość do 3 m; np. konstrukcje, maszyny, elementy linii technologicznych;
- ciężkie – masa od 70 do 100 ton; np. pojazdy wojskowe, zbiorniki, reaktory, elementy wież i turbin wiatrowych;
- ciężkie o masie skupionej – masa do 1000 ton; np. turbiny, generatory, transformatory;
- dłużycowe – długość do 75 m; np. przęsła, mosty, suwnice, łopaty śmigieł czy wirników elektrowni wiatrowych.

2. DANE STATYSTYCZNE

Ładunki ponadnormatywne zaliczane są do grupy ładunków tocznych samobieźnych i niesamobieźnych. Na podstawie analizy *Rocznika statystycznego gospodarki morskiej 2022* [9] można zauważyć pewne tendencje w obrotach ładunkowych w portach morskich.

Poniższy wykres słupkowy (rys. 1) przedstawia obroty ładunkowe w portach morskich ogółem w latach 2018 i 2021.



Rys. 1. Obroty ładunkowe w portach morskich ogółem

Źródło: opracowanie własne na podstawie [9].

Łatwo tu zauważyć, że w 2021 r. wystąpił znaczny wzrost obrotów ładunkowych w porównaniu z 2018 r. Prawdopodobnie jest to spowodowane rozwojem gospodarczym oraz pandemią COVID-19, która w 2020 r. sparaliżowała pewną część transportu, ale także przyczyniła się do dynamicznego podwyższenia udziału żeglugi morskiej w przewozie ładunków.

W 2018 r. obroty ładunkowe wynosiły ledwo ponad 90 mln ton, natomiast w 2021 r. liczba ta przekroczyła 96 mln ton. Ładunki toczne stanowią czwartą największą grupę towarów przewożonych drogą morską, zaraz po ładunkach masowych ciekłych i suchych, a także po dużych kontenerach. W 2018 r. ładunki ro-ro wynosiły około 9,33 mln ton, natomiast w 2021 r. wartość ta równała się 10,67 mln ton. Wzrost ten mógł być spowodowany zwiększeniem się udziału odnawialnych źródeł energii w produkcji energii. Powstała znaczna liczba farm wiatrowych na morzach szelfowych, a ich suma ma się stale zwiększać. Budowa farm wiatrowych jest ściśle związana z przewozem materiałów ponadnormatywnych, z których się składa ich konstrukcja, a także z rozwojem sektora *offshore*.

W tabeli 1 zaprezentowano wielkości ładunków tocznych w portach morskich.

Tabela 1. Obroty ładunkowe w portach morskich według relacji, kategorii oraz grup ładunkowych

KATEGORIE I GRUPY ŁADUNKOWE CARGO CATEGORIES AND GROUPS		Ogółem Grand total	Wyladunek Unload- ing	Załadunek Loading	Międzynarodowy obrót morski International maritime traffic			Krajowy obrót morski Domestic maritime traffic		
					razem total	wyladunek unload- ing	załadunek loading	razem total	wyladunek unload- ing	załadunek loading
					w tys. ton in thousand tonnes					
OGÓLEM (cd.) TOTAL (cont.)										
nieznane kontenery	2018	147,3	88,2	59,1	147,3	88,2	59,1	-	-	-
unknown freight units	2020	0,5	-	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-
	2021	2,0	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-
Toczne samobieżne	2018	7984,3	4063,6	3920,7	7984,3	4063,6	3920,7	-	-	-
Ro-ro units (self-propelled)	2019	7867,6	3982,6	3885,0	7867,6	3982,6	3885,0	-	-	-
	2020	7652,4	3903,9	3748,4	7652,4	3903,9	3748,4	-	-	-
	2021	8653,6	4455,7	4197,9	8653,6	4455,7	4197,9	-	-	-
samochody ciężarowe	2018	7859,2	3956,2	3903,0	7859,2	3956,2	3903,0	-	-	-
road goods vehicles	2019	7798,9	3928,6	3870,3	7798,9	3928,6	3870,3	-	-	-
	2020	7573,1	3854,2	3719,0	7573,1	3854,2	3719,0	-	-	-
	2021	8538,9	4382,7	4156,2	8538,9	4382,7	4156,2	-	-	-
samochody i inne pojazdy będące przedmiotem handlu import/export vehicles	2018	124,6	107,4	17,1	124,6	107,4	17,1	-	-	-
	2019	68,3	54,0	14,3	68,3	54,0	14,3	-	-	-
	2020	75,3	45,8	29,5	75,3	45,8	29,5	-	-	-
	2021	114,3	73,0	41,3	114,3	73,0	41,3	-	-	-
inne jednostki toczne samobieżne	2018	0,5	-	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-
other ro-ro units (self-propelled)	2019	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	-	-	-
	2020	4,0	4,0	-	4,0	4,0	-	-	-	-
	2021	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3	-	-	-
nieznane jednostki toczne samobieżne	2021	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-
unknown ro-ro units (self-propelled)										
Toczne niesamobieżne	2018	1233,4	616,1	617,3	1233,4	616,1	617,3	-	-	-
Ro-ro units (non-self-propelled)	2019	1058,3	508,8	549,4	1058,3	508,8	549,4	-	-	-
	2020	1094,8	504,0	590,8	1094,8	504,0	590,8	-	-	-
	2021	1378,3	669,8	708,5	1378,3	669,8	708,5	-	-	-

Na przestrzeni lat 2018–2021 obrót ładunków tocznych samobieżnych wzrósł z 7984,3 tys. ton do 8653,6 tys. ton. Zarówno w załadunku, jak i wyladunku panuje tendencja zwykła. Obrót ładunków tocznych niesamobieżnych w roku 2018 wynosił 1233,4 tys. ton, natomiast w 2021 roku osiągnął 1378,3 tys. ton. Ponownie wyladunek i załadunek mają skłonności progresywne.

W obu przypadkach statystyki odnoszą się do międzynarodowego obrotu morskiego. Krajowy obrót morski stanowi niemal 0%, ponieważ w Polsce żegluga śródlądowa nie obejmuje ładunków niestandardowych rozmiarów.

3. ŚRODKI TRANSPORTU WODNEGO WYKORZYSTYWANE DO PRZEWOZU ŁADUNKÓW PONADGABARYTOWYCH

Ładunki ponadnormatywne wymagają użycia specjalnych środków transportu oraz urządzeń przeładunkowych. Jednym z najlepszych środków transportu, wykorzystywanych do przewozu materiałów ponadgabarytowych,

są statki *heavy-lift*, czyli tzw. ciężarowce. Takie jednostki można podzielić na cztery główne kategorie.

Pierwszą z nich są statki tzw. półzanurzalne (ang. *semi-submersible*), które cechują się ogromnym zanurzalnym górnym pokładem, służącym do unoszenia ładunku na statku i poza nim. Na dziobie i na rufie znajduje się sprzęt przeładunkowy, pomieszczenia mieszkalne dla marynarzy, czy sterówka. Aby umieścić ładunek na statku, należy zalać wodą zbiorniki balastowe w celu podtopienia statku do momentu, w którym górny pokład znajdzie się poniżej linii wody. Kolejnym etapem załadunku jest spławienie towaru przez holowniki na statek. Holowniki są w stanie bezpiecznie poprowadzić ładunek do punktów naprowadzania na pokładzie. Po zamocowaniu i zabezpieczeniu frachtu na jednostce woda ze zbiorników balastowych jest wypompowywana tak długo, aż pokład ponownie znajdzie się nad linią wody. Wtedy statek może rozpocząć bezpieczny transport do miejsca przeznaczenia ładunku. Jednostki typu *semi-submersible* wykorzystywane są głównie do przewozu sprzętu pogłębiarskiego, platform wiertniczych oraz innych statków (rys. 2).



Rys. 2. Statek typu półzanurzalnego (ang. *semi-submersible*):
A – jednostka półzanurzalna, B – platforma wiertnicza

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18].

Kolejną kategorią statków typu ciężarowce (*heavy lift*) są tzw. pływające doki (ang. *floating dock vessels*). Działają one podobnie jak jednostki półzanurzalne, wykorzystując system balastowy do obniżenia poziomu statku w celu uniesienia ładunku na jego pokładzie. Główną różnicą między tymi typami statków jest fakt, że doki pływające (*dock vessel*) posiadają wysokie ściany boczne, zatrzymujące wodę podczas załadunku.

W ten sposób jednostka może ochronić ładunek (fracht), który znajduje się na pokładzie. Aby umieścić towar, należy zwiększyć zanurzenie pokładu, dzięki czemu ładunek jest spławiany na statek przy otwartej rufie. Jednostki typu *dock vessel* wykorzystywane są również do przewozu innych statków. Są niezwykle przydatne w przypadku napraw, ponieważ prace remontowe i konserwacyjne mogą odbywać się na pokładzie w czasie tranzytu, a nie jest konieczne ściąganie statków do suchych doków umieszczonych w porcie (rys. 3).



Rys. 3. Statek typu pływający dok (*floating dock vessel*):

A – jednostka tzw. pływający dok, B – przestrzeń na ładunek ponadnormatywny

Źródło: opracowanie własne na podstawie [19].

Następnym typem statków do przewozu materiałów ponadgabarytowych są tzw. jednostki specjalistyczne konstruowane pod kątem realizacji konkretnego projektu (ang. *project cargo ships*). Jednostki te mają na swoim pokładzie kilka różnych rodzajów dźwigów, służących do przenoszenia niestandardowo ciężkich ładunków na statek i ze statku. Występujący tam sprzęt przeładunkowy ma specjalistyczne możliwości udźwigu, wynoszące do 40 ton. Nośność takich statków wynosi zwykle do 19 tys. ton. Statki tego typu (*project cargo ships*) wykorzystywane są również do transportu złożonych towarów o wysokiej wartości, których nie można przewozić standardowymi

statkami handlowymi, ponieważ nie wolno ich spławiać ani wjeżdżać nimi na pokład. Fracht musi być ładowany za pomocą dźwigów wbudowanych w statek. Do głównych ładunków przewożonych tymi jednostkami należą małe łodzie, takie jak jachty, oraz rurociągi czy inne dźwigi (rys. 4).



Rys. 4. Statek specjalistyczny do przewozu ładunków wielkogabarytowych dla morskich farm wiatrowych (ang. *project cargo ship*):
A – specjalistyczna jednostka pływająca (ang. *project cargo ship*),
B – części turbin wiatrowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14].

Ostatnią kategorią ciężarowców są statki z otwartym pokładem głównym (ang. *open deck cargo ships*). Statki te charakteryzują się płaskim pokładem bez ścian bocznych, dzięki czemu są w stanie przewieźć ładunek dużo szerszy od szerokości samego statku. Załadunek towaru odbywa się poprzez rampę rufową metodą wtaczaną (ang. *roll-on/roll-off*) lub za pomocą dźwigów wbudowanych w pokład statku. Jednostki te wyposażone są zwykle w metalową ramę, która służy ich wzmocnieniu i stabilizacji. Statki z otwartym pokładem ładunkowym (*open deck cargo ship*) stosowane są m.in. do transportu łodzi, ciężkiego sprzętu budowlanego oraz elementów konstrukcyjnych (rys. 5).



Rys. 5. Statek z otwartym pokładem głównym (ang. *open deck cargo*):
A – specjalistyczna jednostka pływająca (ang. *open deck cargo vessel*),
B – wozy bramowe (podsiębierne)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13].

4. NIEZBĘDNA INFRASTRUKTURA PORTOWA

Poza specjalistycznymi jednostkami, wykorzystywanymi do przewozu ładunków ponadnormatywnych, potrzebna jest również odpowiednia infrastruktura portowa, aby zapewnić bezpieczne i skuteczne przemieszczanie tych towarów. Poniżej opisano główne aspekty zaplecza portowego, wymagane do efektywnej obsługi materiałów ponadgabarytowych.

Najważniejszą i podstawową infrastrukturą, która jest niezbędna do przeładunku ładunków ponadnormatywnych, są specjalistyczne nabrzeża. Ten element powinien być wystarczająco wytrzymały i duży, aby był w stanie pomieścić ciężki sprzęt i zapewnić stabilność podczas operacji. Zazwyczaj wykorzystuje się do tego nabrzeża z platformami specjalnie zbudowanymi z myślą o ciężkim sprzęcie. Zależnie od wymagań, mogą być one skonstruowane z betonu lub stali. Ważne, aby były wyposażone w dostateczną liczbę kotwic i kabestanów, umożliwiających bezpieczne cumowanie statków i ciągnięcie ładunków.

Kolejnym ważnym aspektem infrastruktury portowej są urządzenia przeładunkowe. Port powinien być wyposażony w odpowiednie urządzenia, służące do przemieszczania ciężkich ładunków, takie jak suwnice, dźwigi

i żurawie. Urządzenia te muszą być wystarczająco mocne i wydajne, aby poradzić sobie z ciężkimi ładunkami oraz zapewnić bezpieczny i skuteczny przeładunek.

Dźwigi i suwnice stanowią podstawę dla infrastruktury portowej, potrzebnej do przemieszczania ładunków ponadgabarytowych. Dźwigi muszą być w stanie unieść ciężar ponadgabarytowy i przenieść go na suwnice, które zapewnią precyzyjne przemieszczanie ładunku.

Wymagana jest również wysokość udźwigu i suwnicy, aby uniknąć uszkodzeń towaru podczas przemieszczania. Podczas gdy dźwigi i suwnice są odpowiedzialne za podnoszenie i przemieszczanie ładunków, platformy transportowe zapewniają bezpieczne przemieszczanie ładunków po nabrzeżu. Platformy te zazwyczaj mają wiele kół i są napędzane hydrauliką, aby umożliwić łatwe manewrowanie ciężkimi ładunkami.

Następnym elementem infrastruktury portowej jest powierzchnia magazynowa. Konieczne jest odpowiednie miejsce do składowania ładunków ponadgabarytowych, które są czasami rozładowywane na nabrzeżu i przenoszone do magazynów. Powierzchnia magazynowa powinna być wystarczająco duża, aby pomieścić ładunki, a także zapewnić wystarczającą przestrzeń dla bezpiecznej obsługi i przemieszczenia ciężkich ładunków.

Istotne znaczenie ma także infrastruktura drogowa: w przypadku, gdy ładunki ponadgabarytowe są transportowane z portu, konieczna jest odpowiednia infrastruktura drogowa. Drogi powinny być odpowiednio wytrzymałe, aby udźwignąć ciężar ładunków ponadgabarytowych i mieć wystarczającą szerokość, aby umożliwić swobodny przepływ ruchu.

Podobnie jak w przypadku infrastruktury drogowej, konieczne jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury kolejowej w przypadku transportu ładunków ponadgabarytowych. Tabor kolejowy i torowiska należy dostosować do ciężkich ładunków.

Przeładunek ładunków ponadgabarytowych jest operacją skomplikowaną i wymaga szczególnych środków bezpieczeństwa. Port musi posiadać odpowiednie procedury bezpieczeństwa, w tym doświadczony personel, sprzęt bezpieczeństwa, taki jak kable i łańcuchy, a także wykwalifikowanych inspektorów, którzy będą wiedzieli, jak postąpić w przypadku wystąpienia niepożądanych nieprawidłowości.

WNIOSKI

Reasumując, przewóz ładunków ponadnormatywnych stanowi jedno z najbardziej wymagających i trudnych zadań w branży transportowej. Wymaga on specjalistycznych środków transportu oraz skomplikowanej organizacji przewozu. Kluczowe elementy przewozu obejmują zaplanowanie trasy, uzyskanie niezbędnych zezwoleń, załadunek i zabezpieczenie ładunku oraz dostarczenie go do celu.

Przepisy prawne, regulujące przewóz ponadnormatywnych ładunków, są bardzo restrykcyjne i wymagające, co wiąże się z zagrożeniami dla bezpieczeństwa na drodze. W związku z tym w przewozie ponadnormatywnych ładunków ważne jest skrupulatne przygotowanie oraz przestrzeganie procedur i wymogów technicznych.

Współcześnie ładunki ponadnormatywne stanowią ogromną część przewożonych towarów. Wynalezienie statków typu *heavy lift* pozwoliło na bezpieczny i stosunkowo szybki transport materiałów o niestandardowych rozmiarach. Rynek transportu ciężkiego jest stale rozwijającym się sektorem w branży morskiej.

Ważną rolę w przewozie ładunków ponadnormatywnych odgrywa organizacja i zarządzanie całym procesem przewozu. Wymaga to od firm transportowych i logistycznych nie tylko odpowiedniego zaplecza technicznego, ale także doświadczenia i wiedzy w zakresie planowania i koordynowania takich przewozów.

BIBLIOGRAFIA

1. Fraioli M.D, *Heavy-lift cargo transportation: The safety challenge*, 2008.
2. Jones S.N., *Heavy lift shipping: A practical guide*, 2015.
3. Krygier D., Budzik R., *Planowanie transportu ponadgabarytowego*, Logistyka, 2014, nr 6, s. 12 045–12 047.
4. Leary S., *Heavy-lift ships: Technologies, designs and operations*, 2017.
5. Łapunka I., Skomudek W., *Ocena wpływu organizacji transportu ponadgabarytowego na realizację zamierzeń inwestycyjnych w energetyce*, Logistyka, 2014, nr 4, s. 722–731.
6. Notteboom T., Winkelmans W., *The role of port equipment in intermodal transport chains*, 2001.

7. Panasiuk J., Lis M., Krzyżewska I., Wistel M., *Transport ładunku ponadgabarytowego – studium przypadku. Usługi logistyczne*, Logistyka, 2016, nr 4, s. 42–45.
8. Pisz I., Łapunka I., *Uwarunkowania realizacji projektów logistycznych w branży transport – spedycja – logistyka na przykładzie przewozu ładunków ponadnormatywnych, cz. 2*, Logistyka, 2014, nr 3, s. 5145–5155.
9. *Rocznik statystyczny gospodarki morskiej*, Warszawa–Szczecin 2022.
10. Semenov I., Lackorzyński P., *Wsparcie logistyczne transportu ładunków ponadnormatywnych*, Logistyka, 2014, nr 4, s. 2387–2396.
11. Warren M.J., *Heavy lift transport by sea*, 2010.
12. Wilson P., *Port equipment and technology*, 2016.

Źródła internetowe

13. <https://meriaura.fi/en/portfolio/meri/> (dostęp 10.05.2023).
14. <https://www.globaltrademag.com/project-cargo-heavy-lift-services-offered-by-aal-peter-dohle-partnership/> (dostęp 10.05.2023).
15. <https://www.gulfmarinecontractors.com> (dostęp 15.03.2023).
16. <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/heavy-lift-vessels-design-operation-and-types/> (dostęp 15.03.2023).
17. <https://www.martide.com/en/blog/all-about-heavy-lift-vessels> (dostęp 15.03.2023).
18. <https://www.portalmorski.pl/stocznie-statki/20516-dockwise-przebuduje-ciezarowiec-wplywny> (dostęp 10.05.2023).
19. <https://www.taisshipyards.com/en/fd-floating-dock-160> (dostęp 10.05.2023).
20. <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/heavy-lift-ships> (dostęp 15.03.2023).

TRANSPORTATION OF THE OVERSIZED CARGO

The following article shows various types of ships used to transport oversized cargo and presents the required elements of port infrastructure to handle this type cargo. The article presents the necessary properties that must be met in order to safety transport and operate goods that their size exceed the standards.

Keywords: *oversized cargo, heavy lift ships, transport, reloading, port infrastructure.*

Tobiasz Chęciński, Michał Brdys, Radosław Chrebelski, Adam Muc*

Koło Naukowe Internetu Rzeczy i Systemów Wbudowanych

* Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Elektryczny

SYSTEM WYKORZYSTUJĄCY NADAJNIK I ODBIORNIK IR DO MONITOROWANIA I STEROWANIA URZĄDZENIAMI ELEKTRYCZNYMI W DOMU

Artykuł prezentuje projekt, mający na celu zwiększenie funkcjonalności powszechnie stosowanych pilotów podczerwieni w gospodarstwach domowych oraz porównanie go z innymi metodami komunikacji, takimi jak Wi-Fi oraz Bluetooth. Projekt opiera się na wykorzystaniu kierunkowego działania podczerwieni do kontroli różnych urządzeń elektrycznych, w tym oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego. W ramach tego projektu zaprojektowano układ, umożliwiający pilotowi generowanie sygnałów podczerwieni, które są odbierane przez listwę zasilającą. Listwa zasilająca, wyposażona w odpowiednią technologię odbioru podczerwieni, interpretuje otrzymane sygnały i podejmuje odpowiednie akcje, takie jak włączanie lub wyłączanie oświetlenia czy innych urządzeń elektrycznych. Główną korzyścią, wynikającą z tego rozwiązania, jest minimalizacja liczby używanych pilotów w gospodarstwach domowych. Dzięki możliwości sterowania różnymi urządzeniami elektrycznymi za pomocą jednego uniwersalnego pilota, użytkownicy mogą zwiększyć funkcjonalność swoich pilotów podczerwieni, eliminując potrzebę posiadania wielu pilotów do różnych urządzeń. Projekt ten pozwala również na rozszerzenie funkcjonalności pilota o zarządzanie urządzeniami elektrycznymi podłączonymi do listwy zasilającej, którą pilot kontroluje. Użytkownicy mogą zyskać większą kontrolę nad swoim oświetleniem wewnętrznym i zewnętrznym, a także innymi urządzeniami elektrycznymi, poprzez wykorzystanie jednego pilota do ich sterowania.

Słowa kluczowe: podczerwień, pilot, Wi-Fi, Bluetooth, inteligentny dom.

WSTĘP

W dzisiejszych czasach większość polskich mieszkań i domów jest wyposażona w co najmniej jeden telewizor, a często nawet więcej. Każdy telewizor jest obsługiwany za pomocą pilota podczerwieni, który tradycyjnie służy tylko do obsługi telewizora. Aby rozszerzyć funkcjonalność tych pilotów, rozwijane są rozwiązania, które umożliwiają zdalne sterowanie różnymi urządzeniami AGD i RTV [5]. Wiele z tych rozwiązań opiera się na komunikacji bezprzewodowej, takiej jak Wi-Fi lub Bluetooth, co pozwala na łatwe połączenie z innymi urządzeniami w sieci domowej [6].

Ważnym aspektem tych komercyjnych rozwiązań jest również wykorzystanie dedykowanych aplikacji na urządzenia mobilne, które umożliwiają konfigurację i obsługę zdalnego sterowania. Dzięki tym aplikacjom użytkownicy mogą kontrolować swoje urządzenia z dowolnego miejsca w domu lub nawet spoza niego. Rozwinięcie funkcjonalności pilotów podczerwieni poprzez wykorzystanie listew lub gniazd zasilających oraz komunikację bezprzewodową daje użytkownikom większą elastyczność i wygodę w zarządzaniu swoimi urządzeniami AGD i RTV. Pozwala to na zminimalizowanie liczby pilotów i zapewnia centralizowane sterowanie różnymi urządzeniami za pomocą jednego urządzenia mobilnego. W przyszłości można spodziewać się dalszego rozwoju tych rozwiązań, tak aby umożliwić jeszcze bardziej zaawansowane funkcje zdalnego sterowania i integracji różnych urządzeń w domowej sieci inteligentnej [1–4, 7–13].

1. PORÓWNANIE BEZPRZEWODOWYCH METOD KOMUNIKACJI NA POTRZEBY STEROWANIA

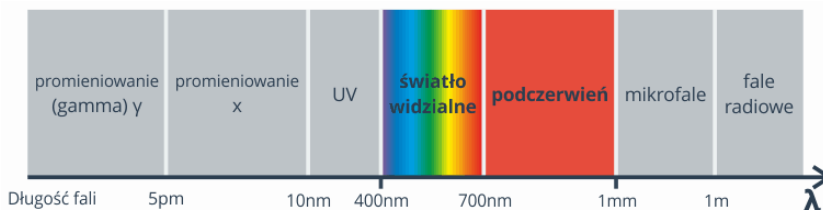
Charakter projektu wymaga użycia transmisji bezprzewodowej. Na chwilę obecną jest kilka różnych rozwiązań, które można rozważyć. Podstawowym parametrem systemów bezprzewodowych jest pasmo częstotliwościowe, w którym one działają. Każda z tych technologii działa w określonym zakresie częstotliwości, które przedstawiono na rysunku 1.

Najbardziej popularnymi technologiami, które nadawałyby się do użycia w tym przypadku, są:

- promieniowanie podczerwone;
- Bluetooth;
- Wi-Fi.

1.1. Promieniowanie podczerwone

Promieniowanie podczerwone (ang. *infrared*) jest promieniowaniem elektromagnetycznym, którego długość fal mieści się pomiędzy światłem widzialnym a mikrofalami, czyli w zakresie od 780 nanometrów do 1 milimetra, co przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Rodzaje promieniowania w zależności od długości fal

Podczerwień wykorzystywana jest w wielu celach, m.in. takich jak:

- pomiary odległości (dalmierz);
- przekazywanie danych poprzez światłowód;
- ogrzewanie wnętrza;
- obserwowanie kosmosu;
- przekazywanie danych poprzez piloty zdalnego sterowania;
- przesyłanie plików w standardzie IRDA.

1.2. Bluetooth

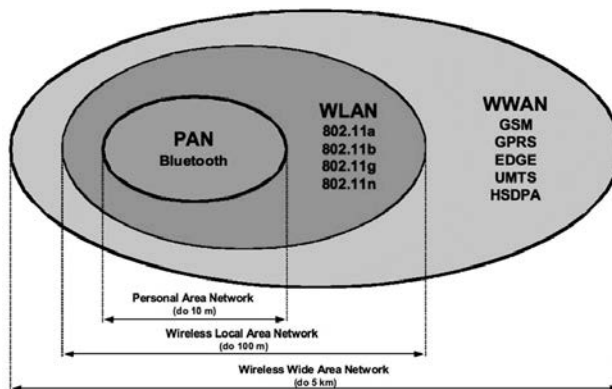
Bluetooth jest standardem komunikacji bezprzewodowej pomiędzy urządzeniami elektrycznymi na krótki zasięg – do 10 m, co przedstawiono na rysunku 2. Dzięki temu, że jest to standard na niewielkie odległości, charakteryzuje się małym poborem mocy, w związku z czym doskonale nadaje się do małych urządzeń przenośnych, takich jak telefon komórkowy czy zegarek typu *smartwatch*. Technologia ta pozwala na przesył danych między urządzeniami w tzw. pikosieciach, zawierających węzeł typu *master* i do siedmiu węzłów typu *slave*.

Urządzenia komunikujące się przez Bluetooth są tak dostrojone, aby odpowiednio przechwytywać i nadawać fale radiowe o częstotliwościach 2,402–2,480 GHz.

Przykładowe zastosowania obejmują:

- zestaw głośnomówiący w samochodzie;
- klawiaturę;

- myszkę;
- głośniki.



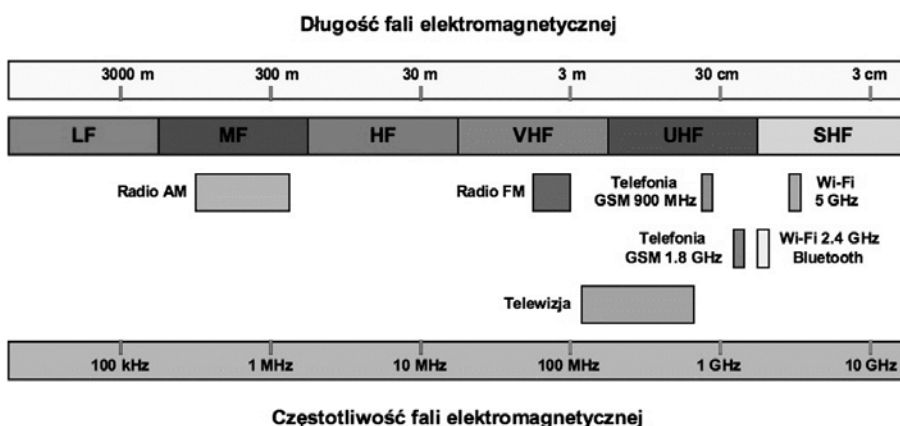
Rys. 2. Rodzaje sieci w zależności od ich zasięgu

1.3. Wi-Fi

Wi-Fi (ang. *Wireless Fidelity*), jest standardem stworzonym w celu budowania bezprzewodowych sieci komputerowych. Często stosuje się Wi-Fi do tworzenia sieci lokalnych w domach i firmach oraz do połączenia ich z Internetem.

Przykładowe zastosowania obejmują:

- zbudowanie sieci lokalnej;
- połączenie z Internetem.



Rys. 3. Długości oraz częstotliwości fal elektromagnetycznych

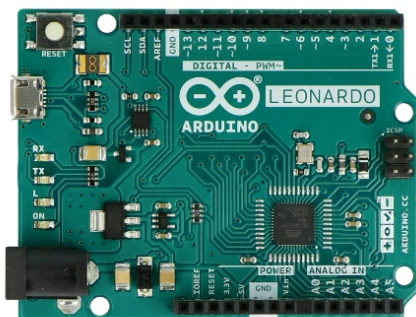
Spośród najbardziej popularnych sposobów bezprzewodowej transmisji danych zdecydowano się na wybór promieniowania podczerwonego, ze względu na największą użyteczność na podstawie liczby urządzeń wyposażonych właśnie w ten standard komunikacji. Dodatkowo można wykonać listwy zasilające, posiadające odbiornik IR, które rozszerzają listę urządzeń, którymi można sterować.

2. PROJEKT URZĄDZENIA DO STEROWANIA URZĄDZENIAMI ZA POMOCĄ PODCZERWIENI

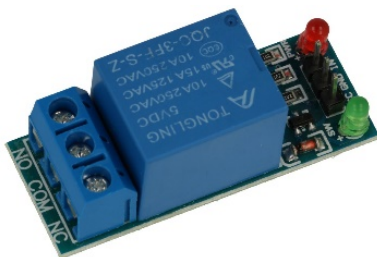
Przy wyborze platformy programistycznej rozważano popularne opcje, takie jak Raspberry Pi i Arduino. Po przeprowadzeniu analizy obu układów wybrana została platforma Arduino. Wybór ten wynika z faktu, że jest ona bardziej odpowiednia do prostych urządzeń, które nie wymagają połączenia z Internetem lub komputerem ani też dużej mocy obliczeniowej. Dodatkowo, realizacja projektu byłaby trudniejsza na Raspberry Pi ze względu na konieczność instalacji i konfiguracji systemu operacyjnego, który znowu jest niezbędny w przypadku Arduino.

Wykorzystano następujące elementy:

- **Arduino Leonardo** – moduł z mikrokontrolerem AVR Atmega32U4; specyfikacja: 32 kB pamięci Flash, 2,5 kB RAM, 20 cyfrowych wejść/wyjść.



- **Przełącznik elektromagnetyczny** – JQC-3FF-S-Z; specyfikacja: napięcie zasilania VCC: 5 V, przełączanie stanu przełącznika poprzez stan niski, napięcie cewki: 5 V, maksymalne napięcie styków: 250 VAC, 125 VDC.



- **Odbiornik podczerwieni** – TSOP2236;
specyfikacja: częstotliwość 36 kHz, napięcie: 4,5–5,5 V.



- **Potencjometr obrotowy**,
specyfikacja: rezystancja: 10 k Ω , moc: 0,125 mW, charakterystyka liniowa, tolerancja liniowości: $\pm 20\%$, temperatura pracy: -10°C do $+70^{\circ}\text{C}$.
- **Wyświetlacz LCD** – JHD162A-B-W,
specyfikacja: 2X16 znaków, sterownik zgodny z HD44780, niebieski negatyw, podświetlenie białe diody LED, temperatura pracy: -20°C do $+70^{\circ}\text{C}$.
- **Przycisk** – Arcade Cancave Button, średnica 3,5 cm.

Wszystkie wybrane elementy współgrają ze sobą i mogą zostać wykorzystane przez Arduino Leonardo. Do połączenia ich ze sobą użyto też przewodów i płytki stykowej.

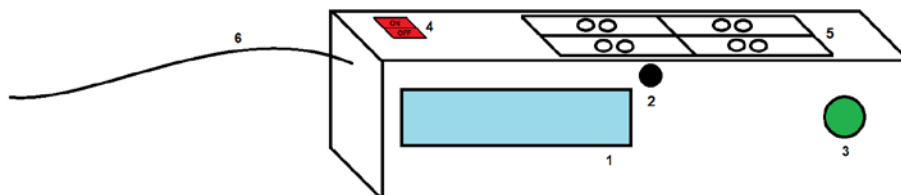
3. SCHEMAT ELEKTRYCZNY NA PŁYTCIE STYKOWEJ

Podczas projektowania urządzenia wykonano schemat połączeń na płytce stykowej w programie Fritzing, który został przedstawiony na rysunku 4.

4. PROJEKT OBUDOWY

Zaprojektowana obudowa powinna zawierać wszystkie elementy niezbędne do użytkowania listwy, umiejscowione w taki sposób, aby było to wygodne dla użytkownika.

Schematyczne rozłożenie elementów na listwie przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Schematyczne rozłożenie podzespołów układu na obudowie:
1 – wyświetlacz LCD, 2 – odbiornik podczerwieni, 3 – przycisk do zmiany trybu pracy,
4 – przełącznik *On/Off*, 5 – gniazda wyjściowe układu, 6 – kabel zasilający

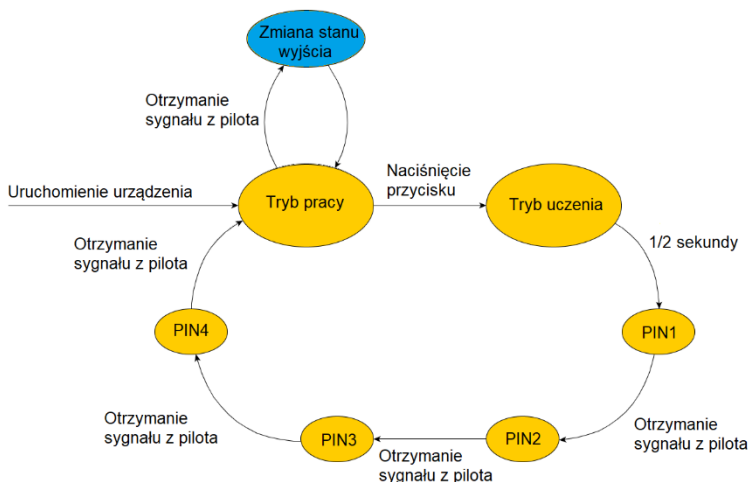
5. PROJEKT OPROGRAMOWANIA

Środowiskiem, które wykorzystano do zaprogramowania układu, jest Arduino IDE – prosty i darmowy program, dostępny na stronie Arduino. Natomiast istotnym elementem projektu jest implementacja algorytmu, który uwzględni dwa tryby pracy urządzenia.

Algorytm przedstawiający dwa tryby pracy zaprezentowano na rysunku 6.

Po uruchomieniu urządzenia znajduje się ono w trybie pracy, co również wyświetlane jest na wyświetlaczu LCD. Naciśnięcie przycisku wprowadza urządzenie w tryb nauki. Na wyświetlaczu widnieje napis „Tryb uczenia”, a po połowie sekundy zmienia się na „PIN1”. W tym momencie urządzenie oczekuje na sygnał z pilota, nadany przez użytkownika wybranym przez niego przyciskiem. Po otrzymaniu sygnału układ przypisuje dany kod przycisku do pierwszego wyjścia układu. Następnie wyświetlony zostaje napis „PIN2” i program oczekuje na kolejny sygnał. Ta sekwencja jest powtarzana aż do podania czwartego sygnału i przypisania go do ostatniego wyjścia układu. Na tym kończy się tryb nauki i urządzenie wraca do trybu pracy.

W trybie pracy układ oczekuje na otrzymanie sygnału z pilota. Jeżeli sygnał jest zgodny z którymś z przypisanych w trybie uczenia, urządzenie włączy lub wyłączy któreś z wyjść, w zależności od poprzedniego stanu.



Rys. 6. Diagram logiczny pracy programu

Opis trybu roboczego. Po nauczeniu układ oczekuje sygnałów na czujniku podczerwieni. Gdy otrzyma sygnał o kodzie takim, jaki został przypisany do danego wyjścia, zmienia jego stan z *On* na *Off* lub *Off* na *On*. Układ pozostaje w trybie roboczym do momentu naciśnięcia przycisku, który wprowadzi go w tryb uczenia lub wyłączeniu zasilania.

Opis trybu uczenia. W trybie uczenia układ oczekuje sygnału dla każdego z wyjść po kolei. Po otrzymaniu danego sygnału kod w nim zawarty zostaje zapisany w pamięci urządzenia.

6. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA PROJEKTU W DOMU

Wielofunkcyjny pilot IR może obsługiwać różne urządzenia w domu, takie jak telewizory, odtwarzacze DVD/*Blu-ray*, kina domowe, dekodery telewizji satelitarnej/kablowej, odtwarzacze multimedialne, klimatyzatory, oświetlenie zdalne i wiele innych. Dzięki temu można kontrolować wiele funkcji różnych urządzeń za pomocą jednego pilota.

Z poziomu pilota można zarządzać urządzeniami, tak jak zobrazowano to na rysunku 7.



Rys. 7. Wizualizacja obsługi urządzeń przez pilota: 1 – zarządzanie oświetleniem, 2 – zarządzanie kinem domowym, 3 – zarządzanie telewizorem, 4 – zarządzanie kominkiem elektrycznym

W ten sposób, wykorzystując tylko jedno urządzenie, można sterować w jednym czasie zarówno oświetleniem (włącz/wyłącz), kinem domowym (regulacja głośności, regulacja tonów, wyjście sygnałowe), telewizorem (przejęcie większości opcji dostępnych w standardowym pilocie, takich jak: włącz/wyłącz, głośność, zmiana programu, menu), jak i kominkiem elektrycznym (włącz/wyłącz, zmiana scenarii). Można także rozszerzyć listę o każde urządzenie obsługujące transmisję IR.

WNIOSKI

Wielofunkcyjny pilot IR jest wygodnym i wszechstronnym narzędziem do zdalnego sterowania różnymi urządzeniami elektronicznymi w domu.

Wnioski dotyczące tego typu pilota są następujące:

- Wygoda i uproszczenie – dzięki wielofunkcyjnemu pilotowi IR nie trzeba korzystać z wielu pilotów do sterowania różnymi urządzeniami w domu. Można obsługiwać telewizor, odtwarzacz DVD, klimatyzację i inne urządzenia za pomocą jednego pilota, co jest wygodne i upraszcza obsługę.
- Uniwersalność – wielofunkcyjny pilot IR może być zaprogramowany do obsługi różnych marek i modeli urządzeń. Wystarczy skonfigurować odpowiednie kody IR, aby sterować konkretnymi funkcjami urządzeń.
- Redukcja bałaganu – dzięki zastąpieniu wielu pilotów jednym pilotem IR można zredukować liczbę pilotów leżących na stole lub w szufladzie. To pozwala uniknąć zagubienia lub dezorganizacji pilota wśród innych urządzeń.
- Zdalne sterowanie – pilot IR umożliwia zdalne sterowanie urządzeniami, co jest szczególnie przydatne przy zmianie kanału telewizora, regulowaniu głośności czy włączaniu/wyłączaniu urządzenia bez konieczności wstania z miejsca.
- Ekonomiczność – zakup jednego wielofunkcyjnego pilota IR może być ekonomicznie bardziej opłacalny niż zakup wielu pilotów do różnych urządzeń. To również oszczędza miejsce i zmniejsza zużycie baterii.
- Wielofunkcyjne piloty IR są popularnym rozwiązaniem w domach, które pozwala na wygodne i efektywne sterowanie elektronicznymi urządzeniami w sposób zintegrowany i uproszczony.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson R., Cervo D., *Arduino dla zaawansowanych*, Helion, Gliwice 2014.
2. Bismor D., *Programowanie systemów sterowania*, WNT, Warszawa 2013.
3. Doległo M., *Podstawy elektrotechniki i elektroniki*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2016.
4. Gajewski P., Wszelak S., *Technologie bezprzewodowe sieci teleinformatycznych*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.

5. Grabowski M., Piotrowski T., *Sterowanie urządzeniami elektrycznymi za pomocą pilota podczerwieni*, Przegląd Elektrotechniczny, 2012, nr 88(5a), s. 100–103.
6. Grzelak P., *Bezprzewodowe systemy sterowania urządzeniami elektrycznymi w inteligentnych domach*, Przegląd Telekomunikacyjny, 2015, nr 1, s. 30–33.
7. Kardaś M., *Mikrokontrolery AVR Język C – podstawy programowania*, Atnel, Szczecin 2011.
8. Kołodziejczyk S., *Instalacje elektryczne*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2016.
9. Lejdy B., *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych*, WNT, Warszawa 2019.
10. Simon M., *Elektronika z wykorzystaniem Arduino i Raspberry Pi*, Helion, Gliwice 2016.
11. Williams E., *Programowanie układów AVR dla praktyków*, Helion, Gliwice 2014.
12. Zieliński T., *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2016.

Źródła internetowe

13. *Katalog Arduino Leonardo*, <https://store.arduino.cc/leonardo> (dostęp 01.02.2018).

SYSTEM USING AN INFRARED TRANSMITTER AND RECEIVER FOR MONITORING AND CONTROLLING ELECTRICAL DEVICES IN A HOUSE

This article presents a project aimed at enhancing the functionality of commonly used infrared remotes in households. The project is based on the utilization of directional infrared technology to control various electrical devices, including indoor and outdoor lighting. Within this project, a circuit has been designed to enable the remote to generate infrared signals that are received by a power strip. The power strip, equipped with appropriate infrared receiving technology, interprets the received signals and takes appropriate actions, such as turning on or off the lights or other electrical devices.

The main benefit of this solution is the minimization of the number of remotes used in households. By being able to control different electrical devices with a single universal remote, users can enhance the functionality of their infrared remotes, eliminating the need for multiple remotes for different devices. This project also allows expanding the remote's functionality to manage the electrical devices connected to the power strip it controls. Users can gain greater control over their indoor and outdoor lighting and other electrical devices by using one remote for their operation.

Keywords: *monitoring systems, electrical controlling devices, intelligent house.*

Michał Downar-Zapolski

Koło Naukowe Internetu Rzeczy i Systemów Wbudowanych

STEROWANIE SKALARNE 3-FAZOWEGO FAŁOWNIKA NAPIĘCIA ZA POMOCĄ ŚRODOWISKA SYMULACYJNEGO PLECS

W artykule zawarto przebieg procesu projektowania przekształtnikowego układu napędowego sterowanego skalarnie z wykorzystaniem środowiska symulacyjnego PLECS. Przedstawiono etapy, począwszy od teoretycznych założeń i symulacji, kończąc na projekcie rzeczywistego modelu. Zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań zbudowanego falownika, które obejmowały współpracę układu z środowiskiem symulacyjnym PLECS oraz demonstrację praktycznego układu sterowania momentem i prędkością obrotową silnika indukcyjnego klatkowego. Wykorzystanie procesora LAUNCHXL-F28069M oraz środowiska PLECS pozwoliło na dużo łatwiejszą oraz bardziej intuicyjną implementację różnych metod sterowania energoelektronicznymi przemiennikami częstotliwości.

Słowa kluczowe: falownik trójfazowy, falownik napięcia, PLECS, sterowanie skalarnie, silnik indukcyjny.

WSTĘP

Nieustannie rosnący trend zapotrzebowania na energię elektryczną, zaobserwowany w skali świata, oraz coraz częstsze umiejscowienie urządzeń energoelektronicznych pomiędzy źródłem zasilania a zasilanym odbiornikiem powoduje, że głównym celem współczesnej energoelektroniki jest jak najskuteczniejsze zminimalizowanie strat mocy w wyniku przetwarzania, sterowania oraz odpowiedniego dopasowania parametrów energii elektrycznej [2, 5]. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat dziedzina sterowanych napędów elektrycznych uległa szybkiemu rozwojowi, głównie za sprawą zalet oferowanych przez nowoczesną generację mikrokontrolerów. Wprowadzane ulepszenia technologiczne umożliwiły opracowanie coraz efektywniejszych metod sterowania napędem prądu przemiennego z mniejszym rozpraszaniem mocy, wynikającym z procesu przełączania, oraz uzyskanie dokładniejszych

struktur sterowania. Sterowanie napędem elektrycznym staje się dokładniejsze w tym sensie, że kontrolowane są nie tylko wielkości prądu stałego, ale także trójfazowe prądy przemiennie i napięcia, które zarządzane są przez tzw. sterowanie wektorowe [4].

Do najczęściej stosowanych w układach falowników elementów łącznikowych wykorzystuje się tranzystory polowe z izolowaną bramką (MOS) lub ze względu na swoje bardzo dobre właściwości przełączania – tranzystory bipolarne z izolowaną bramką (IGBT) [3].

Zgodnie z analizą rynku większość wykorzystywanych silników w przemyśle stanowią silniki indukcyjne prądu przemiennego. Powodem takiego stanu rzeczy jest ich duża wytrzymałość, wyższa niezawodność, niższa cena oraz wysoka sprawność (do 80%) w porównaniu z innymi typami silników [1]. Jednak zastosowanie silników indukcyjnych nie należy do najłatwiejszych ze względu na złożony model matematyczny, nieliniowe zachowanie podczas nasycenia oraz temperaturowe oscylacje parametrów elektrycznych, które zależą od fizycznego wpływu temperatury. Czynniki te sprawiają, że sterowanie silnikiem indukcyjnym jest skomplikowane i wymaga zastosowania algorytmów sterowania o wysokiej wydajności, takich jak „sterowanie wektorowe”, oraz wydajnego mikrokontrolera.

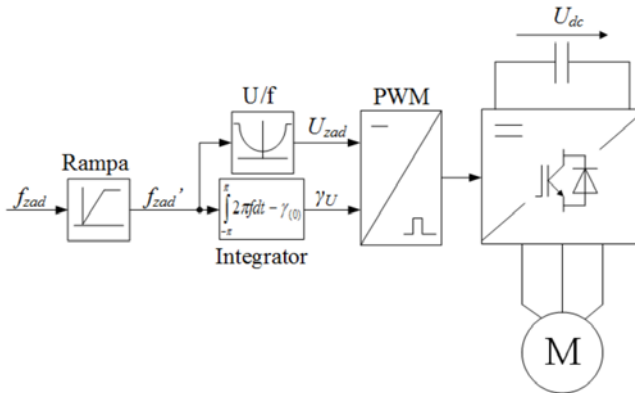
1. REALIZACJA STEROWANIA SKALARNEGO W ŚRODOWISKU SYMULACYJNYM PLECS

Do dokonania implementacji kodu niezbędne było zainstalowanie dodatkowego oprogramowania, które stanowi rozszerzenie środowiska symulacyjnego PLECS. W tym celu poszerzono środowisko PLECS *Standalone* o pakiet PLECS *Coder*, którego zadaniem jest generacja kodu ANSI-C na podstawie modelu blokowego, oraz o pakiet wspierający mikrokontrolery Texas Instruments (TI C2000 *Target SupportPackage*). Za sprawą powyższych rozszerzeń uzyskano możliwość prostego i intuicyjnego programowania blokowego mikrokontrolera LAUNCHXL-F28069M. Po ukończeniu konfiguracji środowiska symulacyjnego przystąpiono do tworzenia programu, realizującego sterowanie skalarne. Metoda ta opiera się na modyfikacji amplitudy napięcia równolegle do zmian częstotliwości, dążąc do spełnienia następującego kryterium:

$$\frac{U}{f} = \text{const.} \quad (1)$$

Kryterium to gwarantuje ustabilizowanie strumienia w silniku indukcyjnym, co wynika z reprezentacji zastępczej jednej fazy takiego silnika.

Schemat układu sterowania skalarnego przedstawiono na rysunku 1.

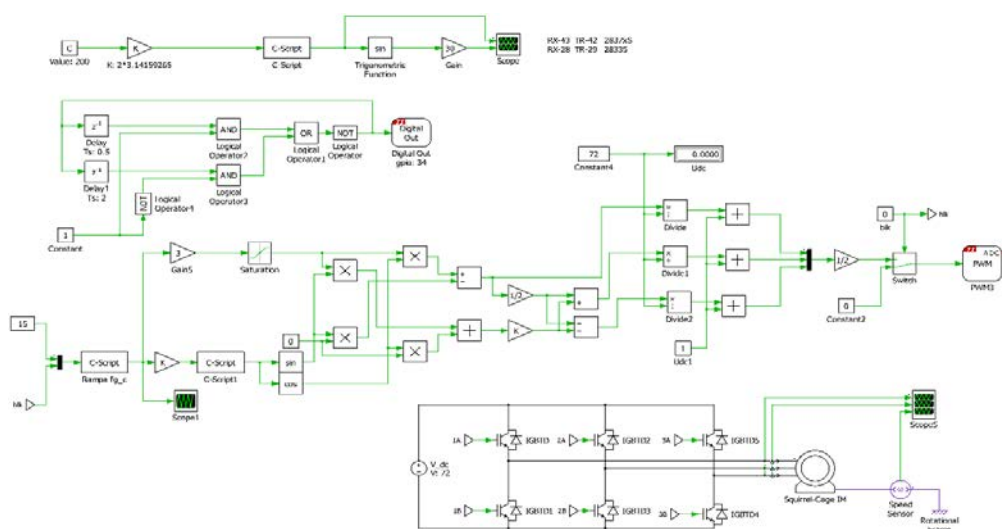


Rys. 1. Schemat układu sterowania skalarnego przemiennikiem częstotliwości [3]

Częstotliwość napięcia dostarczanego do silnika jest kluczowym parametrem wejściowym w kontekście sterowania skalarnego. Sygnał o zadanej częstotliwości, oznaczany jako f_{zad} , jest wprowadzany do bloku rampy, który kontroluje tempo jego zmian. Następnie sygnał ten używany jest do określenia amplitudy napięcia stojana, U_{zad} , zgodnie z wcześniej opisaną charakterystyką. Wartość zadanej częstotliwości jest całkowana w celu wyznaczenia kąta położenia wektora napięcia stojana, γU , który ulega zmianie w czasie.

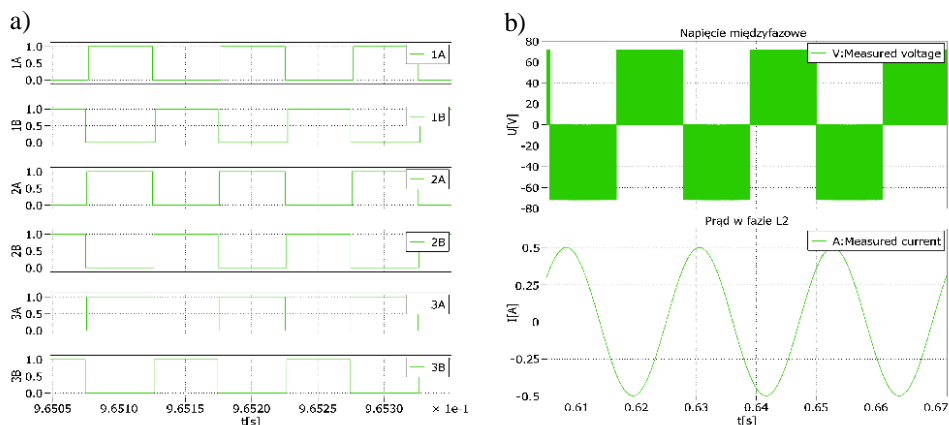
Bazując na ustalonych wartościach amplitudy i pozycji wektora napięcia stojana, generowane są sygnały PWM, które kontrolują tranzystory falownika napięciowego. Sterowanie skalarne cieszy się pewnymi zaletami, takimi jak precyzyjna regulacja prędkości w szerokim zakresie oraz wysoka sprawność. Wśród wad można wymienić ograniczone właściwości dynamiczne oraz wyzwania, związane z pracą przy bardzo niskich częstotliwościach, rzędu kilku herców.

Na podstawie wyżej opisanych zależności wykonano program, realizujący sterowanie skalarne, którego schemat blokowy przedstawiony jest na rysunku 2. Opracowany układ sterowania został przetestowany za pomocą zaimplementowanego uproszczonego modelu falownika widocznego na rysunku 2 w prawym dolnym rogu. Test miał za zadanie wykrycie ewentualnych nieprawidłowości w funkcjonowaniu zaimplementowanego sterowania.



Rys. 2. Schemat blokowy w środowisku symulacyjnym PLECS, realizujący sterowanie skalarne 3-fazowym falownikiem napięcia

Oscylogramy przedstawione na rysunku 3 potwierdzają poprawność wykonanego sterowania. Rysunek 3a pokazuje sygnały sterujące generowane na wyjściu układu sterownia, natomiast rysunek 3b – napięcie międzyfazowe oraz prąd w fazie L2, zmierzone na modelu silnika indukcyjnego.



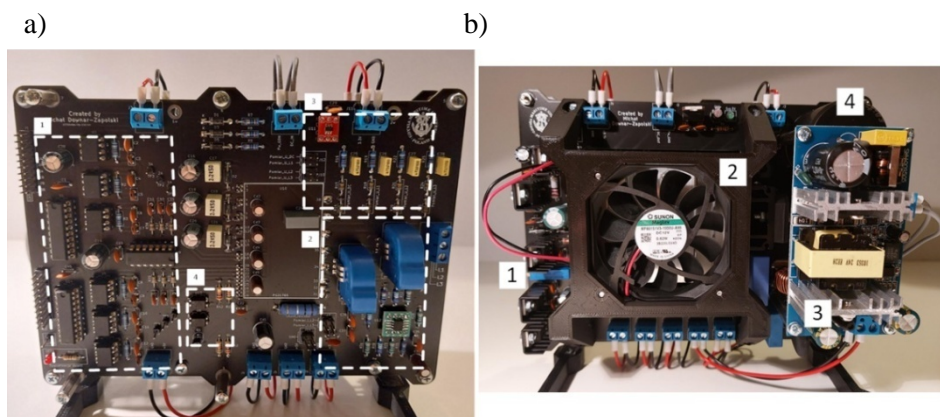
Rys. 3. Oscylogramy przedstawiające sygnały uzyskane w wyniku symulacji: a) sygnały sterujące dla poszczególnych tranzystorów, b) przebiegi wartości chwilowej napięcia międzyfazowego i prądu fazy L2 silnika klatkowego

2. PROJEKT LABORATORYJNEGO MODELU FALOWNIKA 3-FAZOWEGO

Przed przystąpieniem do prac projektowych postanowiono przeanalizować istniejące rozwiązania konstrukcyjne niskonapięciowych przemienników częstotliwości oraz zapoznano się z ofertą energoelektronicznych komponentów dostępnych u różnych producentów. Rezultatem powyższych działań było podjęcie decyzji o oparciu przyszłego falownika na układzie PS21765 produkcji Mitsubishi Electric. Moduł PS21765 zawiera w swojej budowie 3-fazowy dwupoziomowy mostek, oparty na tranzystorach IGBT, oraz zintegrowany z nim układ driverów wraz z wyprowadzeniami, umożliwiającymi sterowanie i kontrolę procesu przełączania. Jako procesor postanowiono wykorzystać mikrokontroler firmy Texas Instruments LAUNCHXL-F28069M.

Budowę układu falownika zrealizowano za pomocą obwodu drukowanego, do którego wlutowano komponenty, wykonane w technologii THT. Zaprojektowany układ posiada czterowarstwową strukturę oraz pokryty jest warstwą lakieru, którego celem jest zwiększenie ogólnej wytrzymałości elektrycznej całego obwodu.

Na rysunku 4 przedstawiono układy wchodzące w skład ukończonego falownika.



Rys. 4. Widok ukończonego przemiennika częstotliwości: a) moduł sterowania wraz z układami kontrolno-pomiarowymi i modułem PS21765; b) moduł zasilania z układem chłodzenia modułu mocy

Na rysunku 4a numerem 1 zaznaczono całość komponentów wchodzących w skład układu sterowania, natomiast numerami 2 i 3 oznaczono

elementy układu pomiarowego. Układy kontrolne oraz zabezpieczające zostały zaznaczone numerem 4. W skład falownika wchodzi również moduł odpowiedzialny za zasilanie układów kontrolno-pomiarowych, sterowania oraz modułu PS21765.

Układ zasilania (rys. 4b) zawiera: zasilacze pomocnicze 3,3 V, 5 V, 15 V oznaczone numerem 1, zautomatyzowany układ chłodzenia układu mocy (nr 2), przetwornicę 230VAC/24DC (nr 3) oraz zintegrowany zasilacz główny 320VDC (nr 4).

3. BADANIE RZECZYWISTEGO UKŁADU ORAZ STEROWANIE FALOWNIKIEM Z POZIOMU ŚRODOWISKA SYMULACYJNEGO PLECS

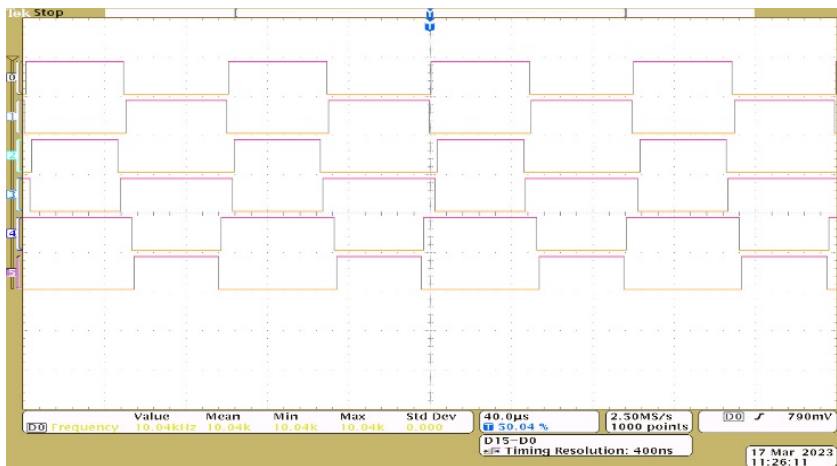
Rozpoczynając etap badań rzeczywistego układu, przystąpiono do procedury połączenia mikrokontrolera LAUNCHXL-F28069M ze środowiskiem symulacyjnym PLECS. W tym celu w oknie modelu sterowania wybrano opcję *Coder* znajdującą się w górnym pasku narzędzi. W otworzonym oknie *Coderoptions* w zakładce *Target* wprowadzono parametry wykorzystanego mikrokontrolera. W opcji *Parameter Inlining* należy umieścić wszelkiego rodzaju zmienne kluczowe dla danego procesu. Niewprowadzenie zmiennych w tym oknie spowoduje, że nie będzie możliwości ich modyfikacji podczas pracy programu.

Następnym krokiem jest załadowanie programu do procesora przyciskiem *Build* w zakładce *External Mode*. Po poprawnym załadowaniu programu do pamięci utworzono połączenie pomiędzy komputerem a mikroprocesorem za pomocą przycisku *Connect*. Ostatnim krokiem jest wybranie opcji *Activate Auto Triggering*. Funkcja ta umożliwia modyfikację wcześniej wprowadzonych zmiennych w czasie rzeczywistym. Po wykonaniu wszystkich powyższych czynności jest możliwość sterowania falownikiem z poziomu środowiska symulacyjnego PLECS.

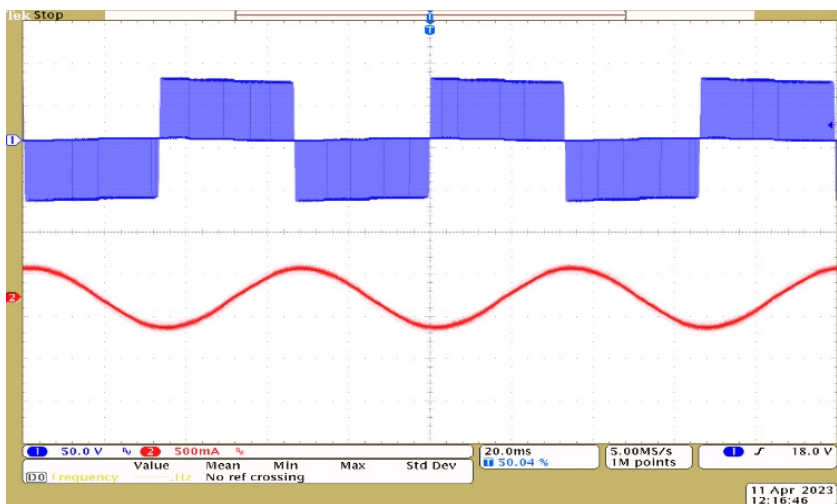
W celu weryfikacji działania zbudowanego układu podłączono silnik indukcyjny klatkowy o mocy 0,8 kW. Postanowiono zasilić układ obniżonym napięciem o wartości 72 VDC identycznie jak w przeprowadzonej symulacji. Zdecydowano się na testy przy użyciu obniżonego napięcia, gdyż pozwala to na bezpieczne przeprowadzenie testów i pomiarów bez ryzyka uszkodzenia urządzenia.

Na rysunkach 5 oraz 6 przedstawiono oscylogramy, uzyskane w wyniku przeprowadzenia testów silnika na biegu jałowym.

Sterowanie skalarne 3-fazowego falownika napięcia za pomocą środowiska symulacyjnego PLECS



Rys. 5. Oscylogram sygnałów sterowania tranzystorów falownika



Rys. 16. Oscylogram ukazujący przebiegi napięcia międzyfazowego (kolor niebieski) oraz prąd w fazie L2 (kolor czerwony), uzyskane podczas testów silnika na biegu jałowym

WNIOSKI

Przeprowadzone symulacje i badania rzeczywistego modelu laboratoryjnego potwierdziły spełnienie przedstawionych założeń projektowych. Zaprezentowany układ falownika umożliwia pracę na napięciach do 600 V oraz możliwość podłączenia silnika o mocy do 3 kW. Za pomocą mikroprocesora LAUNCHXL-F28069M oraz programu PLECS stworzono układ, którego programowanie nie wymaga dogłębnej znajomości języków niskiego poziomu, takich jak np. C++. Stanowi on zatem narzędzie do szybkiego i prostego prototypowania nowych technik sterowania układami napędowymi. Niebagatelną zaletą przedstawionego środowiska jest możliwość wprowadzania modyfikacji zmiennych podczas wykonywania programu. Daje to możliwość szybkiego wprowadzania korekcy oraz znacząco skraca czas przeprowadzanych badań. Przyszłe prace modernizacyjne będą miały na celu zwiększenie możliwości oferowanych przez układ w zakresie implementacji bardziej zaawansowanych metod sterowania, takich jak np. sterowanie wektorowe.

BIBLIOGRAFIA

1. Danfoss, *Facts worth knowing about Frequency Converters*, 2014.
2. Lai J.S., Peng F.Z., *Multilevel converters – a new breed of power converters*, IEEE Transactions on Industry Applications, 1996, vol. 32, nr 3, s. 509–517.
3. Nowak M., Barlik R., *Poradnik inżyniera energoelektronika*, WNT, Warszawa 2016.
4. Orłowska-Kowalska T., Sobański P., *Przegląd dwupoziomowych falowników napięcia odpornych na uszkodzenia tranzystorów IGBT*, Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, 2013, vol. 69, nr 33.
5. Rodriguez J., Lai J.S., Peng F.Z. *Multilevel inverters: a survey of topologies, controls, and applications*, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2002, vol. 49, nr 4, s. 724–738.

SCALAR CONTROL OF A 3-PHASE VOLTAGE INVERTER USING THE PLECS SIMULATION ENVIRONMENT

The article presents the process of designing a scalar-controlled converter drive system using the PLECS simulation environment. The stages are presented, starting from theoretical assumptions and simulations, ending with the design of the real model. The results of the tests of the built inverter were presented, which included the cooperation of the system with the PLECS simulation environment and the demonstration of the practical system for controlling the torque and rotational speed of a squirrel-cage induction motor. The use of the LAUNCHXL-F28069M processor and the PLECS environment allowed for a much easier and more intuitive implementation of various methods of controlling power electronic frequency converters.

Keywords: 3-phase inverter, voltage inverter, PLECS, scalar control, induction motor.

Wiktoria Dumińska, Jakub Kulbat

Koło Naukowe Innowacyjnych Systemów Transportowo-Logistycznych

SMART CITY NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU *THE LINE*

*Temat miast przyszłości pojawia się w przestrzeni publicznej od wielu lat. Wraz z rozwojem technologii, kryteria, które jeszcze dekadę temu określały miasta mianem smart, przedawniły się. W artykule przeprowadzono szczegółową analizę niezbędnych elementów modelowego smart city, uznanych przez Politechnikę w Delft, Politechnikę w Wiedniu oraz Uniwersytet w Lublanie. Przy użyciu metody eksperckiej oraz przeglądu literatury przedmiotowej sformułowano wnioski, dotyczące korzyści, wynikających z budowy *THE LINE* oraz jego wpływu na kształtowanie nowej definicji miasta przyszłości.*

Słowa kluczowe: *The Line, NEOM, smart city, inteligentne miasta, przyszłościowe rozwiązania.*

WSTĘP

Koncepcja *smart city* jako miasta o zoptymalizowanej funkcjonalności jest tematem aktualnym, pojawiającym się stale w literaturze popularnonaukowej. Projekt miasta przyszłości *THE LINE* przynosi od lat oczekiwaną zmianę i mimo wielu niezdefiniowanych problemów w realizacji oraz wątpliwości opinii publicznej może zostać wkrótce zrealizowany. Celem artykułu jest porównanie założeń konstruktorów firmy z rzeczywistością oraz bazowymi aspektami inteligentnych miast, wyodrębnionymi przez inżynierów z trzech europejskich uczelni – Politechniki w Delft, Politechniki w Wiedniu oraz Uniwersytetu w Lublanie. Usystematyzowany przez nich podział zawierał sześć kryteriów miasta przyszłości, a były to:

- inteligentna gospodarka (*smart economy*);
- inteligentna mobilność (*smart mobility*);
- inteligentne zarządzanie (*smart governance*);
- inteligentne środowisko (*smart environment*);
- inteligentny kapitał społeczny i ludzki (*smart people*);
- inteligentne warunki życia (*smart living*).

Smart city stało się obiektem badań w kwestii rozwoju miast, infrastruktury, logistyki, środowiska i transportu, by dostosowywać się sukcesywnie do zachodzących zmian. Aby miasto można było uznać za *smart city*, powinno swoje działania opierać na każdym z wyżej wymienionych kryteriów. Dotychczas nie udało się jednak osiągnąć zamierzonych założeń. Mimo stale pojawiających się zestawień i rankingów wciąż nie zdefiniowano jednej, obejmującej większość założeń definicji *smart city*. Brak także jakiegokolwiek usystematyzowanej wiedzy na temat projektu *NEOM*, który jako pierwszy spełni wszystkie wytyczne, a nawet wykroczy poza zamierzenia warunków *smart city*. W poniższym artykule zbadano to zagadnienie przy użyciu metody eksperckiej oraz przeglądu literatury przedmiotu.

1. PROJEKT *THE LINE*

W 2021 roku saudyjski następca tronu zaprezentował koncepcję *THE LINE* – miasta o długości 170 kilometrów, 500 metrach wysokości i 200 metrach szerokości. Ma ono być zasilane wyłącznie energią odnawialną, pełne zieleni i oferujące obiekty rekreacyjne, zapewniające mieszkańcom wysoką jakość życia. Dzięki trójwymiarowym powierzchniom użytkowym i zaawansowanej sztucznej inteligencji ma przyciągnąć inwestorów i naukowców z całego świata. *THE LINE* stanowi jedynie część przedsięwzięcia *NEOM*, którego region, składający się z kilku miast, znajduje się w fazie tworzenia. Szacuje się, że wraz z tempem budowy do 2030 roku w całym *NEOM* zamieszka około miliona osób, a do 2045 roku liczba ta osiągnie 9 milionów, uwzględniając samo *THE LINE*. Miasto to ma pełnić rolę doskonałego modelu równowagi pomiędzy społecznością miejską a środowiskiem naturalnym. Obecnie powstają podobne miejsca, określane jako *smart city*, ale często są to jedynie odrębne dzielnice, a nie pełnoprawne miasta.

Początki owego konceptu sięgają starożytności, lecz dopiero w pierwszej połowie lat 90. XX wieku, w obliczu wzrostu liczby mieszkańców metropolii i kryzysu klimatycznego, powstała obecna nazwa, odnosząca się do miejsc wykorzystujących najnowsze technologie we wszystkich dziedzinach. Inteligentne miasta mają zapobiegać negatywnym skutkom postępu cywilizacyjnego związanego z rozwojem miejskim, takim jak zanieczyszczenie środowiska, powstawanie slumsów na obrzeżach dużych aglomeracji czy nieprzemyślane budownictwo infrastrukturalne.

Według demografów z Departamentu ONZ ds. gospodarczych i społecznych przewiduje się, że do 2050 roku aż $\frac{3}{4}$ światowej populacji zamieszka

w miastach i dużych aglomeracjach. Prognozuje się, że liczba ludności na całym świecie sięgnie wówczas 9,7 miliarda. W odpowiedzi podejmowane są ciągłe próby opracowania innowacyjnych metod radzenia sobie ze wzrostem liczby ludności i potrzebą urbanizacji większej liczby mieszkańców, stawiając za priorytet poprawę warunków życia dla mieszkańców.

2. INTELIGENTNA GOSPODARKA

Gospodarka miasta zawsze odgrywa kluczową rolę. Jej innowacyjność jest związana przede wszystkim z e-gospodarką i handlem elektronicznym, czyli wykorzystywaniem technologii ICT (*Information and Communications Technology*) do prowadzenia działalności. Według twórców modelu *smart city* inteligentna gospodarka powinna uwzględniać kilka elementów, takich jak: innowacyjność, przedsiębiorczość, produktywność, elastyczność rynku pracy, pozycja na arenie międzynarodowej oraz zdolność do transformacji.

Gospodarka *THE LINE* jest wyzwaniem do zrealizowania ze względu na lokalizację i nie będzie w stanie spełnić wszystkich wymienionych warunków. Niemniej jednak *NEOM* planuje stworzyć sektor finansowy oparty na nowoczesnych technologiach i AI (*Artificial Intelligence*), choć z pewnymi modyfikacjami w stosunku do standardowego modelu. Położenie przy Kanale Sueskim, który odpowiada za nawet 10% światowego handlu, umożliwi miastu dogodniejsze eksportowanie dóbr, pochodzących z przemysłu *high-tech*.

Zatoka Akaba stanowi również atrakcyjne miejsce dla turystów, ze względu na piaszczyste plaże, rezerваты przyrody i wyspy. W głębi lądu znajdują się tereny pustynne, które z uwagi na nieustanne nasłonecznienie będą pełnić rolę producenta energii słonecznej, pasmo gór Jabal al-Lawz, które przyszłościowo jest uważane za najmniej zaludniony region, oraz górna dolina, stanowiąca połączenie między aglomeracją a resztą kraju. Wszystkie te elementy są ściśle powiązane i wpływają na konkurencyjność miasta, przyciągając inwestorów i sprzyjając dynamicznemu rozwojowi. Z powodu tych czynników firmy rozważają przeniesienie swoich siedzib do *NEOM*.

3. INTELIGENTNA MOBILNOŚĆ

Wzrastająca liczba mieszkańców w obszarach miejskich stwarza wiele problemów. Odpowiedzią na nie jest technologia ICT, która pozwala *smart cities* zwiększyć swoją integralność oraz ulepszyć przepływ towarów i ludzi

w sposób bezpieczny dla użytkowników i środowiska. ICT są obecne w systemie zarządzania ruchem, który usprawnia węzły komunikacyjne, a także w ogólnodostępnych środkach transportu, które są częścią inteligentnej mobilności. W *smart city* aspekty takie, jak prędkość i liczba połączeń, przesiadki, przystanki i komfort podróży muszą harmonizować z technologią i ekologią.

Istnieje sześć cyfrowych usług i technologii ułatwiających poruszanie się po *smart city*: *trip planning*, *carsharing*, *smart parking*, *carpooling*, *ride hailing* i *micromobility*.

W *THE LINE* wiele z tych rozwiązań nie będzie dostępnych ze względu na całkowite wyeliminowanie transportu drogowego na rzecz wydajnej i zautomatyzowanej sieci transportu publicznego, wspomaganej sztuczną inteligencją. Jedynym miejscem, do którego będzie można dojechać za pośrednictwem dróg, będzie część miasta tuż przy zatoce. System będzie się opierał na szybkiej kolei umieszczonej na poziomie 0 – jednym z trzech poziomów miasta. Podróż z jednego końca miasta na drugi będzie trwała 20 minut. Aby pokonać zatem odcinek 170 km, nie wliczając w to postojów, kolejka powinna poruszać się szybkością przekraczającą 500 km/h, co uczyni ją najszybszą na świecie. W pionie miasto będzie wyposażone w sieć wind i ruchomych schodów.

THE LINE zostało zaprojektowane tak, aby mieszkańcy mieli dostęp do wszystkich niezbędnych przestrzeni życiowych w czasie 5 minut spacerem z dowolnego miejsca. Ponadto dostęp do natury będzie możliwy w ciągu zaledwie 2 minut. Co więcej, systematyczne gromadzenie danych za pomocą kamer i czujników ma przyczynić się do efektywniejszego przemieszczania się po mieście. Integracja takiej technologii będzie obejmować robotykę, interfejs *human-robot* oraz AI. Inteligentna mobilność nie ogranicza się do wewnętrznej struktury miasta, ponieważ w regionie *NEOM* już znajduje się lotnisko, umożliwiające dotarcie do 70% światowej populacji w czasie 8-godzinnego lotu. W bliskiej odległości znajduje się także Kanał Sueski.

4. INTELIGENTNE ZARZĄDZANIE

Inteligentne zarządzanie miastem polega na integracji systemów miejskich w celu poprawy efektywności zarządzania, rozwijania infrastruktury publicznej i komunalnej oraz rozwoju miasta. Wraz z rozrastaniem się miast pojawiają się wyzwania związane z zanieczyszczeniem, logistyką, energetyką, różnicami w poziomie życia mieszkańców i wiążącą się z tym przestępczością.

Prowadzenie działań badawczo-wdrożeniowych w warunkach rzeczywistych, przyjmujących metodę *Living Lab*, umożliwi dokładniejsze dostosowanie rozwiązań do *THE LINE*.

W ramach systemu, oprócz milionów drobnych mechanizmów, ważną rolę odgrywać będą roboty, których produkcja stale wzrasta. Ich obecność przyczyni się do rozwoju przemysłu i redukcji etatów zajmowanych dotychczas przez ludzi. Roboty wykonywać będą zarówno prace fizyczne, jak i kreatywne. Dodatkowo, nowoczesne technologie kognitywne mają umożliwić im widzenie, słyszenie, mówienie, a nawet rozumienie intencji.

Głównym celem *NEOM* jest stworzenie w pełni immersyjnego systemu, który nie będzie dawał poczucia przytłoczenia związanego z ich obecnością. Przydzielenie robotom autonomii, równoważnej dla ludzi z wolną wolą, pozwoli im na współtworzenie społeczeństwa.

Wraz z rozwojem pionierskich idei *NEOM* planuje stworzyć zupełnie nowy system prawny, niezależny od systemu Arabii Saudyjskiej, oparty na równości rasowej, wyznaniowej i religijnej, w którym znajdzie się miejsce dla adwokatów z całego świata.

5. INTELIGENTNE ŚRODOWISKO

Inteligentne środowisko oznacza przede wszystkim rozwiązania, dotyczące sterowania i monitorowania zużyciem energii oraz emisjami związanymi z jej wytwarzaniem. *NEOM* planuje stworzyć, wolne od emisji CO₂, przyjazne środowisku miasto. Istotnym elementem będzie zintegrowany system zarządzania wodą i energią, opracowany we współpracy z inżynierami i naukowcami z całego świata. Departament *NEOM-ENOWA* skupi się na energii wiatrowej i słonecznej, by zmniejszyć zanieczyszczenie związane z produkcją energii. Za pomocą nowoczesnej platformy cyfrowej DEP (*Digital Energy Platform*) zarządzanie energią będzie możliwe zdalnie, co pozwoli wielu pracownikom pracować na odległość.

ENOWA będzie także zajmować się zarządzaniem zasobami wodnymi, w tym odsalaniem wody morskiej, polityką zero waste w zakresie zużycia wody, a także recyklingiem i monitorowaniem gospodarki wodnej. Planuje się utworzenie inteligentnej sieci wodociągowej, obsługującej każdy region *NEOM*, obejmującej różne rodzaje wody. Dodatkowo, zespół naukowców ma na celu stworzenie nowego źródła czystej energii poprzez produkcję zielonego wodoru, co przyczyni się do znacznego obniżenia emisji CO₂ (o ponad 3 miliony ton rocznie), pozwalając na produkcję 650 ton H₂ dziennie przy

wykorzystaniu 1,2 miliona ton zielonego amoniaku. W praktyce spełnienie tego celu może zrewolucjonizować przemysł paliwowy, a co za tym idzie, cały sektor transportu. *NEOM* planuje też budowę nowoczesnych upraw bawełny, gdzie ilość wykorzystywanego H_2O będzie ściśle kontrolowana. Tym samym jest to inwestycja w modę wegańską, bawełna bowiem będzie mogła posłużyć do produkcji wysokiej jakości ubrań.

Ważną rolę w środowisku będą odgrywały tereny zielone, takie jak parki, które zostaną zaprojektowane tak, aby nie wydłużały czasu podróży, a jednocześnie wpływały pozytywnie na samopoczucie mieszkańców poprzez redukcję CO_2 i estetyczny wygląd. Jednak geograficznie *THE LINE* będzie znajdować się na obszarach ekstremalnie gorących i suchych, takich jak pustynie, góry i plaże przy zatoce. Obszar ten jest także podatny na aktywność sejsmiczną.

6. INTELIGENTNE SPOŁECZEŃSTWO

Kapitał ludzki jest bardzo ważny w kontekście tworzenia miasta. Nad *THE LINE* pracować ma ponad 500 tysięcy osób. Obecnie *NEOM* zamieszkuje około 2400 osób 80 różnych narodowości, a specjaliści z całego świata nadzorują początki budowy. Ze względu na kształt *THE LINE* powierzchnia mieszkalna przypadająca na jednego mieszkańca będzie niewielka, średnio poniżej $3,8 \text{ km}^2$. Aby odzyskać nakłady poniesione na budowę, zainteresowane osoby będą musiały zapłacić co najmniej 14 706 USD za metr kwadratowy. Sytuuje to *THE LINE* na 14. miejscu na świecie pod względem stosunku ceny do metra kwadratowego. Należy jednak zaznaczyć, że w kwocie nie ma uwzględnionych podatków ani powierzchni w pionach.

7. INTELIGENTNE WARUNKI ŻYCIA

Inteligentne miasta opierają się na ciągłym wykorzystywaniu nowoczesnych technologii w celu ułatwienia najprostszych czynności. Wysoki wskaźnik zadowolenia mieszkańców jest osiągany poprzez różne idee, takie jak ilość terenów zielonych, poczucie bezpieczeństwa, dostęp do edukacji, kultury i sztuki, jakość powietrza, łatwy dostęp do opieki medycznej, szybki przepływ informacji oraz wysoki standard infrastruktury publicznej.

Istotne jest również tworzenie silnych relacji międzyludzkich. W *NEOM* będzie położony nacisk na kulturę działania, łącząc wiedzę, kreatywność

i krytyczne myślenie z najnowszymi technologiami. Sektor edukacyjny miasta ma być podporą dla gospodarki i przyszłości kraju, szczególnie w momencie, gdy zasoby naturalne zostaną wyczerpane.

Innowacyjne rozwiązania cyfrowe, zaawansowane przestrzenie fizyczne i kreatywna atmosfera mają sprzyjać praktycznemu i nieszablonowemu myśleniu. Bez względu na kierunek kształcenia, technologia stanie się kluczowym filarem nauki, a interakcja z nią w mieście przyszłości będzie wymagać umiejętności jej kontrolowania. Projekt uwzględnia również funkcję kulturalną miasta. Centralny Ośrodek AI ma służyć integracji, promowaniu współpracy oraz aktywności na rzecz lokalnej społeczności. *NEOM* zamierza stworzyć własną markę rozrywkową, która przyciągnie zarówno lokalną społeczność, jak i turystów z całego świata. Różnorodność modułów w sektorze przyczyni się do zrównoważonego rozwoju kulturalnego.

W ramach *THE LINE* powstanie też kompleksowa służba zdrowia, zapewniająca najwyższy poziom opieki medycznej. Ekosystem opieki zdrowotnej będzie holistyczny, obejmujący zarówno aspekty fizyczne, jak i psychiczne. Pracować tam będą najlepsi lekarze i naukowcy. Wizją *NEOM* jest polepszenie jakości życia, wydłużenie go oraz profilaktyka lekarska, obejmująca całe spektrum wieku. Inteligentny program "Dr *NEOM*" połączy pacjentów z wirtualnym lekarzem w czasie rzeczywistym, a systemy opieki zdrowotnej skorzystają z zaawansowanych technologii, takich jak AI, analiza danych, genomika i genetyka. Bliskość natury, społeczności i inteligentne urządzenia usprawniające codzienne czynności mają przyczynić się do dobrego samopoczucia mieszkańców i zapewnić więcej czasu na odpoczynek.

Ważność zdrowia w koncepcji *THE LINE* przekłada się również na rozwój sektora sportowego. Oferowane będą innowacyjne centra sportowe, które nie tylko zapewnią rozwój fizyczny, ale będą stanowić miejsca spotkań społeczności. *NEOM* wykorzysta najnowocześniejsze technologie, aby stworzyć dynamiczne środowisko dla wszystkich sportowców. Będzie organizatorem globalnych wydarzeń sportowych w nowoczesnych obiektach, oferując liczne innowacyjne rozwiązania dla fanów i kibiców. Różnorodność środowiskowa na całej długości miasta umożliwi uprawianie wszelakich dyscyplin sportowych, od sportów wodnych po sporty zimowe w terenach górskich i ośnieżonych. Potwierdzając swoje zobowiązania, Arabia Saudyjska planuje zorganizować Azjatyckie Igrzyska Zimowe w 2029 roku, korzystając z infrastruktury regionu *NEOM*.

Całe *THE LINE* zostało zaprojektowane z pełnym wykorzystaniem technologii na każdej płaszczyźnie i w każdy możliwy sposób. Dzięki

zastosowaniu kwantowej technologii szyfrowania NEOM zapewnia, że jego populacja nie tylko będzie dobrze prosperować w pierwszym na świecie w pełni kognitywnym mieście, ale także, że ich dane będą bezpieczne i chronione w tym procesie. W inteligentnych miastach coraz częściej stosuje się IVS (*Intelligent Video Surveillance*), który to system jest niezwykle istotny dla zapewnienia bezpieczeństwa mieszkańców i zapobiegania przestępstwom, ponieważ został zaprojektowany, by obchodzić sieci neuronowe. W przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych, takich jak pożar, włamanie czy atak zbrojny, system natychmiast wysyła alarmy do odpowiednich służb. Zebrane w ten sposób informacje będą wykorzystywane przez administrację oraz naukowców do ciągłego monitorowania i badania miasta, co pozwoli na wprowadzanie zmian i innowacji na podstawie uzyskanych wyników.

WNIOSKI

Reasumując, można w sposób jednoznaczny wskazać, w jaki sposób *NEOM* chce poradzić sobie z założeniami *The Smart City Model*. *THE LINE* ma ambicję stać się pierwszym miastem, które w pełni osiągnie usystematyzowane aspekty tego modelu. Obecnie powstające *smart cities* stanowią często fragmenty większych aglomeracji, więc porównywanie *THE LINE* z istniejącymi *smart cities* byłoby nieadekwatne. Poprzez wykorzystanie wiedzy i doświadczenia naukowców XXI wieku oraz fundamentów ubiegłych epok być może uda się osiągnąć nieskazitelny model równowagi między społecznością miejską a środowiskiem naturalnym.

Prace budowlane nad miastem trwają od niecałych dwóch lat, a tysiące osób pracuje, aby pierwsi mieszkańcy mogli osiedlić się w *THE LINE* w 2024 roku. Wykorzystując ogromną wiedzę teoretyczną i praktyczną na temat *smart cities*, inteligentne miasta w przyszłości mają zastąpić tradycyjne metropolie. Pomimo że celem tych projektów jest poprawa jakości życia mieszkańców, istnieje ryzyko popadnięcia w rutynę lub związanych z tym długotrwałych skutków, które wynikają z chęci wprowadzenia zmian w życiu i społeczności. Projekt *NEOM* w budowanym mieście dąży do wyeliminowania podziałów społecznych i skupia się na dobrobycie, dlatego powinien być ciągle badany i porównywany z pierwotnymi zamierzeniami, aby zapewnić jego trwałą rozwój w przyszłości.

BIBLIOGRAFIA

1. Palmie M., Bohm J., Gassmann O., *Smart cities: Introducing digital innovation to cities*, Emerald Publishing, Bingley 2019.
2. Rasul N., *Oceanographic and biological aspects of the Red Sea*, Springer 2019.
3. Vijeikis R., *Towards automated surveillance: A review of intelligent video surveillance*, Lecture Notes in Networks and Systems Intelligent Computing, 2021, s. 784–803.

Źródła internetowe

4. <https://worldpopulationreview.com>.
5. <https://www.neom.com>.
6. Jha R., *The brand new futuristic Saudi city–‘The Line’: An appraisal*, <https://www.orfonline.org/expert-speak/the-brand-new-futuristic-saudi-city-the-line-an-appraisal>.
7. Korenik A., *Smart city jako forma rozwoju miasta zrównoważonego i fundament zdrowych finansów miejskich*, <https://wnus.usz.edu.pl/epu/pl/issue/796/article/13087>.
8. Mohanty S., Choppali U., Kougianos E., *Smart cities*, <http://www.opjstam-nar.com/download/Worksheet/Day-116/IP-XI.pdf>.

SMART CITY ON THE EXAMPLE THE LINE PROJECT

The topic of cities of the future has been present in the public space for many years. With the development of technology, the criteria that defined cities as "smart" a decade ago have become outdated. The article conducts an in-depth analysis of the necessary elements of a model smart city, as recognized by the Delft University of Technology, Vienna University of Technology, and the University of Ljubljana. Using expert methods and literature review, conclusions are drawn regarding the benefits of building THE LINE and its impact on shaping a new definition of the city of the future.

Keywords: THE LINE, NEOM, smart city, smart cities, future-proof solutions.

Kacper Falkiewicz

Koło Naukowe HMI

PROJEKT STANOWISKA INTERDYSCYPLINARNEGO – ESCAPE ROOM

Artykuł zawiera informacje związane z projektowaniem i wykonaniem stanowiska kodu binarnego w pokoju zagadek, zwanym dalej Escape Room, wykonanym przez Koło Naukowe HMI w ramach Dni Otwartych UMG w kwietniu w 2023 roku. W artykule zaprezentowano podstawowe informacje na temat programowania sterownika PLC, wykorzystania kodu binarnego do weryfikacji wiedzy uczestników, gdzie interdyscyplinarność dotyczy zarówno programowania niskiego rzędu, programowania w środowisku 3D, jak i wykonania stanowiska laboratoryjnego. Zaproponowano stanowisko wykorzystujące nowe formy kodowania, takie jak środowisko Fusion 360 i środowisko programistyczne TIA Portal z zastosowaniem zasad zamiany kodu binarnego.

Słowa kluczowe: kod binarny, PLC, Siemens, sterownik S7-1200, druk 3D.

WSTĘP

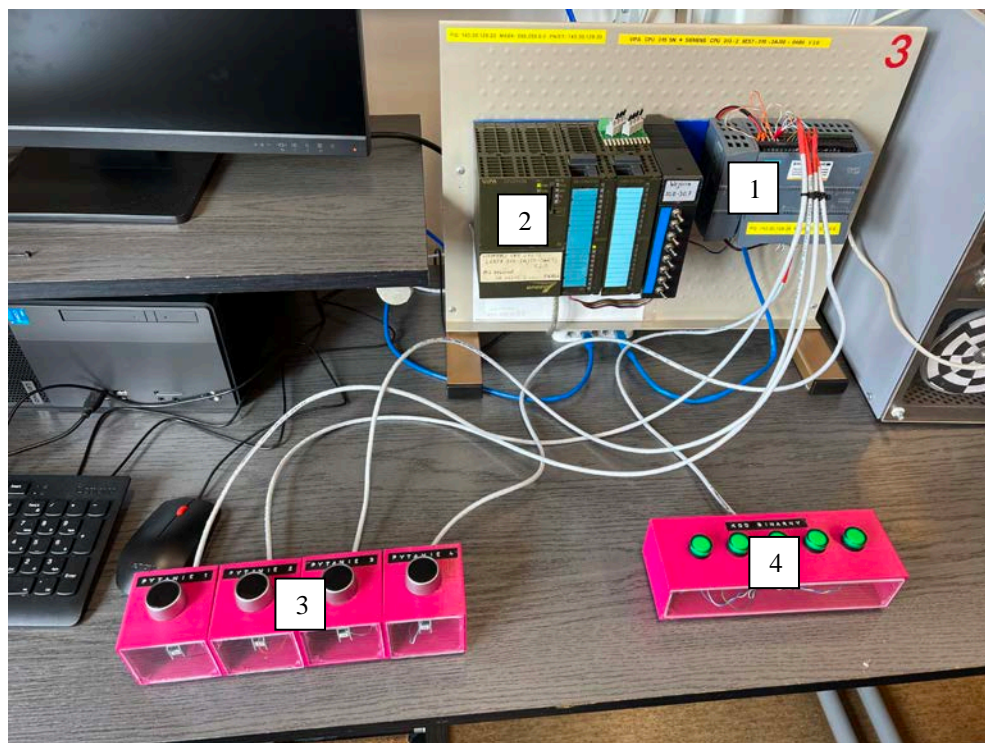
Początki kodu binarnego, jak podaje Heath [1], sięgają już XVII wieku. Aktualnie, kiedy technologia jest coraz bardziej powszechna, niemożliwe jest uniknięcie kodu binarnego. Jest to fundament, na którym działa większość elektronicznych urządzeń od prostych kalkulatorów po zaawansowane superkomputery. Kod dwójkowy stanowi najprostszą i najskuteczniejszą formę reprezentacji danych w dziedzinie informatyki.

Stosowanie kodu, zwanego też zerojedynkowym, ma miejsce w innych dziedzinach, takich jak przemysł – stosowany do sterowania maszynami i innymi urządzeniami i wciąż się rozwija. W technice cyfrowej w programowaniu VHDL wykorzystuje się kodowanie [3] lub też w wymianie informacji w protokołach komunikacyjnych sieci przemysłowych [2, 4].

W artykule przedstawiono zastosowanie kodu binarnego przy współpracy sterownika z rodziny S7-300 firmy VIPA oraz sterownika S7-1200 firmy Siemens i wykonanych na potrzeby poprawnej pracy stanowiska elementów wydrukowanych w środowisku 3D.

1. STANOWISKO LABORATORYJNE

Koncepcja stanowiska badawczego powstała w celu weryfikacji zagadki w *Escape Room* przy wykorzystaniu dwóch sterowników PLC, specjalnego modułu wejść i modułu wyjść stworzonego na potrzeby projektu.



Rys. 1. Stanowisko badawcze – koncepcja stanowiska dla zagadki kodu binarnego w *Escape Room*

1.1. Budowa stanowiska badawczego

Na rysunku 1 przedstawiono skład stanowiska badawczego, gdzie kolejne numery oznaczają:

1. Sterownik z rodziny S7-1200, 1214C DC/DC/DC. Konfiguracja sterownika została wykonana w środowisku programistycznym TIA Portal V15. Program uwzględnia 8 linii kodu i 36 zmiennych.
2. Sterownik VIPA. Konfiguracja sterownika została wykonana w środowisku programistycznym STEP 7. Program uwzględnia 2 linie kodu i 8 zmiennych.

3. Moduł wejść składający się z czterech przycisków i obudowy wykonanej za pomocą druku 3D na podstawie środowiska *Fusion 360*.
4. Moduł wyjść zawierający pięć diod 5 V i obudowę wykonaną z użyciem druku 3D.

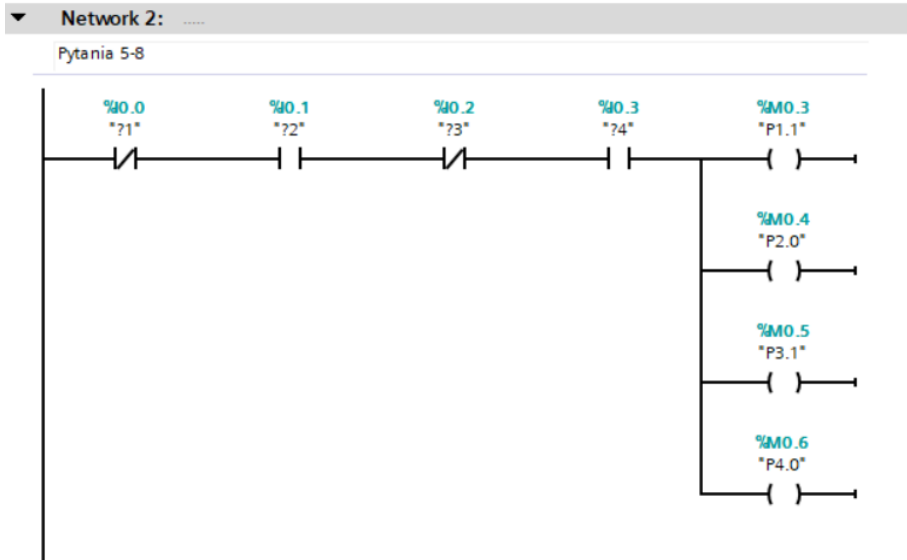
1.2. Program i działanie stanowiska

Na stanowisku laboratoryjnym studenci (uczniowie) rozwiązują 16 pytań, dotyczących automatyki i sterowników PLC, których odpowiedziami są prawda lub fałsz. Ważną informacją jest to, że prawdę oznacza się symbolem logicznym jeden, a w programie PLC styk normalnie otwarty musi zostać zamknięty, co jest jednoznaczne z jedynką logiczną. Przykładowo na rysunku 2 styk normalnie zamknięty zaadresowano I0.0 (logiczne zero), a styk normalnie otwarty oznaczono nazwą I0.1 (logiczna 1). Co więcej, nazwa I0.0 oznacza tyle, że wejście (z ang. *input* – I) o bajcie wejść zerowym na bicie zerowym nie zostało włączone przez użytkownika (I0.0 – 0). Korzystając z modułu wejść, zaprojektowanego do tego projektu i podłączonego pod wejścia fizyczne sterownika PLC, użytkownicy wprowadzają odpowiedzi, gdzie wciśnięty przycisk oznacza prawdę, np. I0.1. Kolejnym krokiem jest odczytanie z panelu wyjść kodu binarnego, gdzie świecąca dioda oznacza 1, a wyłączona 0. Uzyskane liczby należy przekonwertować na liczbę dziesiętną, co jest wykonywane samodzielnie przez użytkowników. Po otrzymaniu wszystkich liczb trzeba odpowiednią konfigurację wprowadzić do równania, wynik zaś wpisać na sterowniku firmy VIPA.

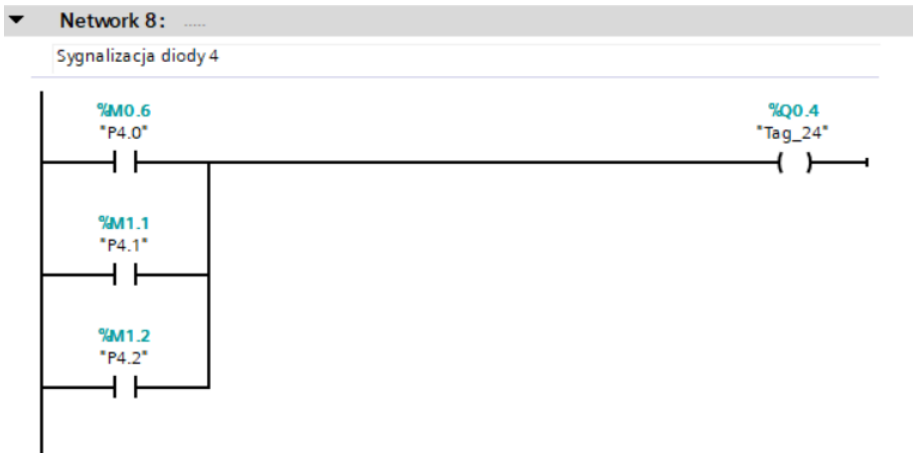
Część zadań została wykonana w środowisku SIMATIC (starszej wersji) dla sterownika firmy Vipa z rodziny S7-300, a 12 zadań wykonano z wykorzystaniem sterownika S7-1200 w środowisku TIA Portal v15.

Do wykonania zadania czyli możliwości wprowadzania odpowiedzi tzw. prawdy (1) i fałszu (0) wykonano elementy wejściowe i wyjściowe, prezentowane na rysunku 1 pod numerami 3 i 4.

Elementy stanowiska są wykonane za pomocą technologii druku 3D i zostały początkowo zaprojektowane w programie *Fusion 360*, a następnie wydrukowane na drukarce Prusa i3 MK3S+ przy użyciu filamentu PLA firmy Nebula. Czas wydruku modelu wynosił około 12 godzin. Plik .gcode został wygenerowany za pomocą programu *PrusaSlicer*.

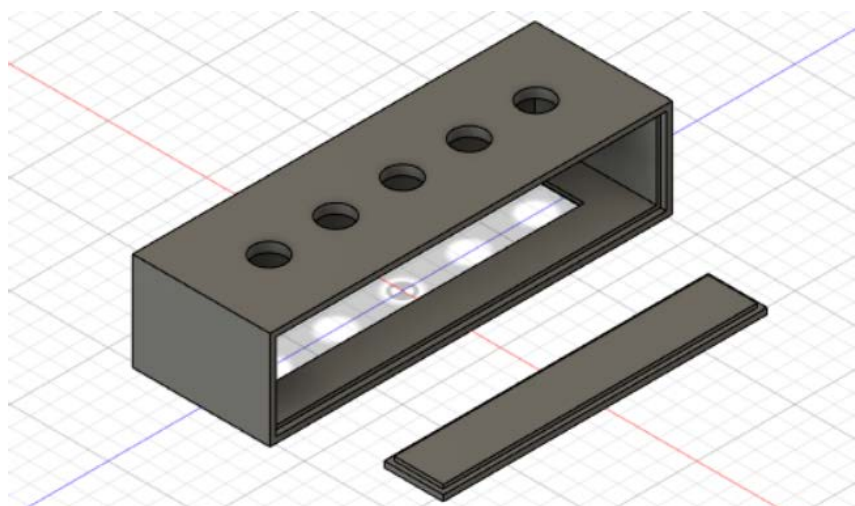


Rys. 2. Realizacja programu dla pytań 5-8 w środowisku programistycznym TIA Portal V15

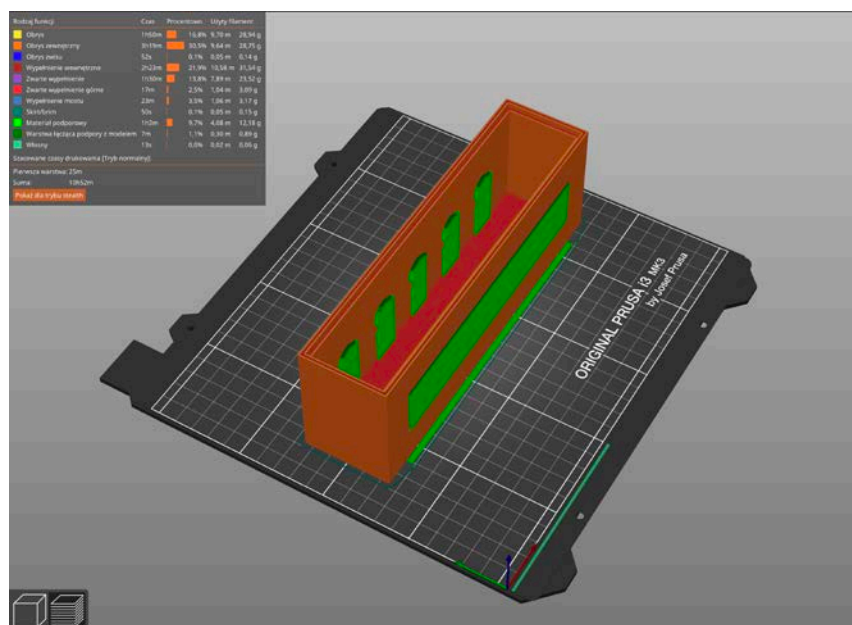


Rys. 3. Realizacja programu dla diody sygnalizującej numer 4 w środowisku programistycznym TIA Portal V15

Na rysunkach 4 i 5 zaprezentowano zrzuty ekranów ze środowiska *Fusion 360*.



Rys. 4. Wizualizacja modułu wyjść wykonana w programie *Fusion 360*



Rys. 5. Zrzut ekranu z programu *PrusaSlicer*, przedstawiający moduł wyjść przygotowany do wydruku na drukarce 3D

WNIOSKI

Prezentowane stanowisko laboratoryjne jest częścią zagadek, które wykonują uczestnicy pokoju *Escape Room*, znajdującego się na Wydziale Elektrycznym w laboratorium C244. Interdyscyplinarność tego stanowiska dotyczy zagadnień z elektrotechniki, elektroniki i informatyki. Jeśli zadanie jest zbudowane na podstawie środowiska 3D, kodowanie niskiego rzędu dla sterowników PLC dwóch różnych firm, to całość należy odpowiednio podłączyć i zweryfikować, czy sygnał przechodzi z modułu wejść poprzez jednostkę sterującą do modułu wyjść. Tak przygotowane stanowisko było testowane podczas Dni Otwartych UMG w laboratorium przez pięć grup odwiedzających sale laboratoryjne Wydziału Elektrycznego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni.

BIBLIOGRAFIA

1. Heath F.G., *Origins of the binary code*, Scientific American, 1972, vol. 227, nr 2, s. 76–83.
2. Miloch S., Kińczyk W., Mohamed-Seghir M., *Use of Modbus RTU, Profibus DP and HTTP Protocol for AC Motor Control*, 2022.
3. Noga K.M., *Zastosowanie układów programowalnych i języka VHDL w nauczaniu sterowania cyfrowego*, Scientific Journal of Gdynia Maritime University, 2017, nr 98, s. 210–216.
4. Noga K.M., Rybczak M., Kasperkiewicz M., *Protokół komunikacyjny Modbus RTU z wykorzystaniem sterownika PLC i układu FPGA – analiza porównawcza*, Przegląd Elektrotechniczny, 2021, nr 97.

DESIGN OF THE INTERDISCIPLINARY POSITION – *ESCAPE ROOM*

The article contains information related to the design and implementation of the binary code station in the puzzle room hereafter referred to as "Escape Room" made by the HMI Scientific Circle as part of the UMG Open Days in April, 2023. The article presents basic information on PLC programming, the use of binary code to verify participants' knowledge where interdisciplinarity applies to both low-level programming and

programming in a 3D environment. A station using new forms of coding such as the Fusion 360 environment and the TIA Portal development environment with the application of binary code rules was proposed.

Keywords: *binary code, PLC, Siemens, S7-1200 controller, 3D printing.*

Oskar Kacała, Mikołaj Ginter

Koło Naukowe E-Biznesu

ATUTY SYMULACJI GRAWITACJI NA STATKU KOSMICZNYM

W artykule przedstawiono osiągnięcia nauki w dziedzinie kosmologii i astronautyki, ze szczególnym uwzględnieniem zalet symulacji grawitacji na statkach kosmicznych.

Słowa kluczowe: *symulacja grawitacji, zdrowie astronautów, statek kosmiczny, adaptacja astronautów, techniki symulacji grawitacji.*

WSTĘP

Temat pracy może wydawać się odległą przyszłością, lecz już od dawna naukowcy z całego świata głowią się, jak poprawić samopoczucie astronautów i zapobiec ich następującej po podróży rehabilitacji. Celem tej pracy jest przybliżenie technik symulacji grawitacji i pokazanie ich użyteczności dla astronautów podczas długotrwałych lotów kosmicznych.

1. HISTORIA SYMULACJI GRAWITACJI

Próby wymyślenia, w jaki sposób symulowanie grawitacji miałyby być wykonywane, nastąpiły dekady przed początkami programów kosmicznych, a dokładniej w 1883 roku. Konstanty Ciołkowski w swojej książce pt. *Wolna przestrzeń* (ros. *Свободное пространство*) zamieścił rysunki obrotowej konstrukcji mającej imitować ciężenie za pomocą siły odśrodkowej.

Po śmierci Ciołkowskiego w XX wieku zespół radzieckich naukowców, prowadzony przez Siergieja Korolewa, rozpoczął pracę nad pojazdem do podróży międzyplanetarnych, nazwanym ciężkim międzyplanetarnym pojazdem załogowym (ang. *Heavy Interplanetary Manned Vehicle*). Liczba jego załogi była ograniczona do trzech osób z powodu specyficznej budowy pojazdu, która ograniczała się do modułu obrotowego o średnicy tylko 6 metrów. Plany były ambitne, ponieważ wykonanie takiego statku planowano

na lata 1962–1965, lecz z powodu słynnej pogoni za amerykańskim programem Apollo i śmierci Korolewa w 1966 roku porzucono projekt [4].

2. JAK DZIAŁA GRAWITACJA

Grawitacja jest fundamentalną siłą natury, która w kosmosie jest kluczowa do utrzymania orbit planet i księżyców wokół swoich gwiazd. Wartość siły oddziaływania grawitacyjnego jest wprost proporcjonalna do iloczynu oddziałujących ze sobą mas m i M oraz odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości r między nimi [1].

3. ZNACZENIE GRAWITACJI

3.1. Dlaczego grawitacja jest ważna dla zdrowia astronautów

Grawitacja odgrywa dużą rolę w ciele człowieka ze względu na jej wpływ na układ fizjologiczny. Jej brak prowadzi do szeregu problemów zdrowotnych u astronautów, takich jak utrata masy kostnej, osłabienie mięśni, zaburzenia równowagi i problemy z układem krążenia [3].

3.2. Działanie symulacji grawitacji na statku kosmicznym

Symulacja grawitacji jest procesem symulowania siły przyciągania ziemskiego na statku kosmicznym. Istnieją różne techniki wykorzystywane do tego celu, takie jak centryfuga i systemy liniowe, które mogą być stosowane w zależności od potrzeb. W technice centryfuga wykorzystuje się siłę odśrodkową, podczas gdy systemy liniowe wykorzystują ruch w przestrzeni kosmicznej [4].

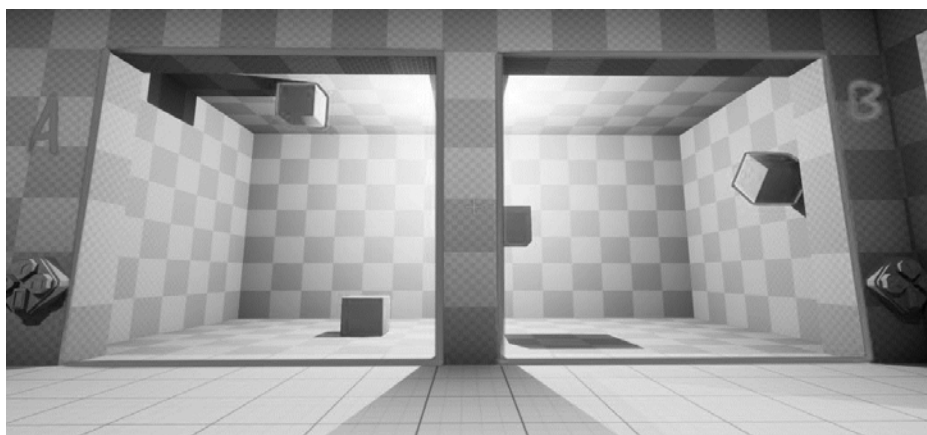
3.3. Symulacja grawitacji w grach wideo

Na potrzeby przeprowadzonego eksperymentu trzeba założyć, że ludzkość jest w posiadaniu technologii, która potrafiłaby symulować grawitację w różnych kierunkach przestrzeni dla poszczególnych obiektów, w różnych pomieszczeniach stacji kosmicznej oraz za pomocą której można by sprawić, że na dany obiekt nie działałaby żadna siła, uniemożliwiając przemieszczenie go relatywnie do tego urządzenia.

4. PRZYKŁAD REPREZENTACJI

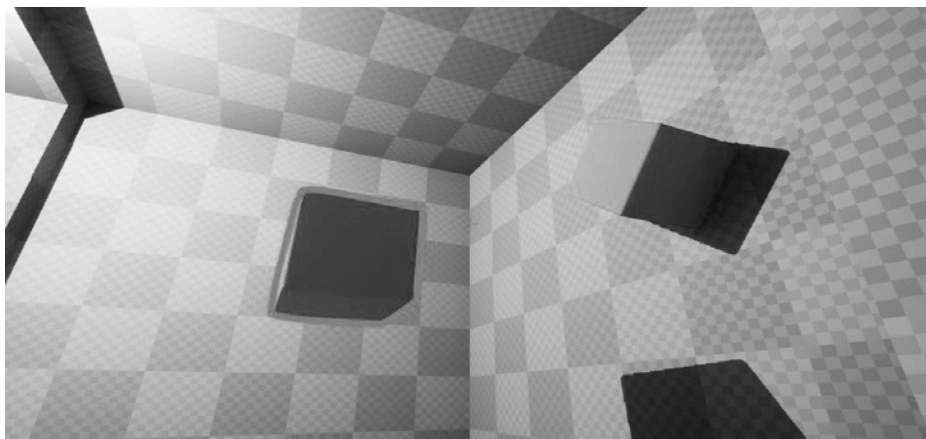
Symulacja została przeprowadzona w silniku *Unreal Engine 5*. Środowisko eksperymentu stanowi sala, która składa się z głównej części i dwóch mniejszych pokoi, nazwanych A oraz B. W obydwu pokojach można zmienić kierunek siły działającej na obiekty znajdujące się w danym pokoju za pomocą trzech przycisków, mieszczących się na panelu na ścianie koło wejścia do danego pokoju. Kierunki są to osie X , Y oraz Z , a przyspieszenie siły oddziałującej na obiekt jest identyczne do przyspieszenia ziemskiego. Gdy kursor jest nakierowany na obiekt za pomocą lewego przycisku myszy, można odwrócić siłę oddziałującą na obiekt o 180 stopni, a po naciśnięciu prawego przycisku myszy obiekt zablokuje się w danym miejscu i żadna siła nie będzie potrafiła go przemieścić.

Programowanie takiej symulacji opiera się w głównej mierze na listach. Gdy jakiś obiekt znajduje się w przestrzeni pokoju, zostaje on dodany do listy danego pomieszczenia. Panel zmiany grawitacji oraz pokój mają takie same metki (ang. *tags*), dzięki którym są ze sobą połączone. Po wciśnięciu przycisku zmienia się siła tylko dla obiektów znajdujących się w liście pomieszczenia. Gdy za pomocą lewego przycisku myszy odwróci się grawitację obiektu, zostaje on dodany do osobnej listy przechowywanej w kodzie gracza. Kod danego pokoju sprawdza, czy obiekt jest w owej liście i na podstawie tego stwierdza, czy odwrócić grawitację. W ten sposób po przeniesieniu obiektu z odwróconą grawitacją z pokoju A, gdzie jest grawitacja w osi Z , do pokoju B, gdzie jest grawitacja w osi X , obiekt będzie "spadać" w osi $-X$ pokoju B a nie w osi $-Z$ pokoju A.



Rys. 1. Pokoje A i B

Wyłączenie grawitacji działa w prostszy sposób. Gdy obiekt znajduje się pod kursorem, informacje o obiekcie są pobrane poprzez wysłany promień z kamery po naciśnięciu prawego przycisku myszy. Jeżeli symulacja grawitacji jest włączona, zostaje ona wyłączona, a w przeciwnym wypadku zostaje włączona.



Rys. 2. Zabłokowana grawitacja dla obiektu

Takie rozwiązanie symulowania grawitacji na statku kosmicznym umożliwiłoby lepsze wykorzystanie powierzchni wewnętrznej. Astronaucci mogliby poruszać się po dwóch różnych płaszczyznach, podczas gdy siła oddziałująca na nich byłaby dla każdego relatywnie taka sama. Dla przykładu, w prostym sześciociennym pokoju na stacji kosmicznej z sześcioma przedmiotami, można by sprawić, że symulowana grawitacja każdego przedmiotu dopchnęła je na jedną ze ścian. Zamiast sześciu przedmiotów okupujących tę samą powierzchnię otrzymano by jeden przypadający na jedną ze ścian, a tym samym lepiej zorganizowaną przestrzeń.

5. WYKORZYSTANE TECHNOLOGIE

Kod symulacji został napisany za pomocą wizualnego środowiska programowania *“Blueprint”*, bazującego na podstawie języka C++ w darmowym silniku *“Unreal Engine 5”*. Programowanie wizualne zostało wykorzystane ze względu na swoją prostotę oraz czytelność kodu.

WNIOSKI

Budżet choćby największych firm powstrzymuje rozwój nowych technologii, nawet gdyby naukowcy posiadali wiedzę potrzebną do wyprodukowania owej symulacji. Znając opisane wyżej atuty symulacji grawitacji, można uznać, że jest to technologia, która mogłaby być przydatna w kosmosie. Wielkie giganty, takie jak N.A.S.A czy SpaceX, nie mają wystarczających środków, by doprowadzić statek kosmiczny do swojego celu i dodatkowo zbudować stację orbitującą, symulującą grawitację za pomocą techniki centryfugi.

Takie rozwiązanie nabrałoby większego znaczenia oraz priorytetu rozwoju w przypadku, gdyby ludzkość dysponowała technologią, pozwalającą na podróże międzygwiazdne, ponieważ one charakteryzują się dłuższym czasem wykonania, a zdrowie astronautów oraz technika magazynowania miałyby większe znaczenie.

BIBLIOGRAFIA

1. TerelaK J., *Problemy symulowania „sztucznego środowiska” habitatu z perspektywy szopsychologii kosmicznej*, *Studia Ecologiae i Bioethicae*, 2004, nr 2(1), s. 575–594, Warszawa.
2. TerelaK J., *Człowiek w Kosmosie: Bariery adaptacyjne z perspektywy astronautycznej*, *Studia Philosophiae Christianae*, UKSW, 2016, nr 52(3), Warszawa.

Źródła internetowe

3. <https://kosmonauta.net/2018/09/problemy-sztucznej-grawitacji-w-kosmosie/> (dostęp 13.03.2023).
4. <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/Dd456GQuh> (dostęp 13.03.2023).

THE IMPORTANCE OF GRAVITY SIMULATION ON A SPACECRAFT

In the study authors presented achievements of science in the field of cosmology and astronautics, with a focus on the advantages of simulating gravity on spacecraft.

Keywords: *gravity simulation, astronaut health, spacecraft, astronaut adaptation, gravity simulation techniques.*

Wojciech Kołodziejczak, Patrycja Boratyńska

Koło Naukowe loGISTic

PÓŁNOCNA DROGA MORSKA – SZANSE I ZAGROŻENIA

W artykule przedstawiono szanse oraz zagrożenia w podróży statków po Północnej Drodze Morskiej. Omówione zostało pojęcie Północnej Drogi Morskiej oraz planu podróży. Plan podróży podzielono na pięć części, które wyszczególniają najistotniejsze informacje, dotyczące weryfikacji list sprawdzających. Podano przykłady typów statków i ich klas lodowych oraz omówiono znaczenie gospodarcze i polityczne trasy. Na podstawie wykresu słupkowego ukazano ilość towarów transportowanych Północną Drogą Morską. Wyjaśniono najważniejszą terminologię warunków lodowych na podstawie WMO (Światowej Organizacji Meteorologicznej). Przedstawiono szanse oraz zagrożenia związane ze szlakiem północnym, a także opisano Międzynarodowy Kodeks dla Statków Żeglujących na Wodach Polarnych.

Słowa kluczowe: Północ, szanse, zalety, zagrożenia, wady, plany podróży.

WSTĘP

Północna Droga Morska jest to szlak żeglugowy, funkcjonujący w regionach północnej Rosji, który w znaczący sposób zyskał na wykorzystaniu w ostatnich latach. W ciągu zaledwie dekady, od 2010 roku, towary przewożone tym szlakiem zwiększyły się z 3 do 33 mln ton. Czy oznacza to, że jest to jedna z ważniejszych tras żeglownych na świecie?

Artykuł ma na celu przedstawienie problematyki i trudności żeglugi morskiej w obszarach lodowych oraz wymagań, jakie statek powinien spełniać, aby w taki obszar się udać. Wyjaśniono pojęcie Północnej Drogi Morskiej, wiążące się z nią korzyści oraz zyski, jednocześnie przedstawiając wady i trudności związane z eksploatacją tej drogi.

1. PLAN PODRÓŻY

Głównym założeniem wyznaczenia planu podróży dla jednostki wybierającej Północną Drogę Morską jest dostosowanie jej do poziomu trudności planowania oraz pokonywania w danych warunkach lodowych. Celem planowania podróży jest zapewnienie bezpieczeństwa życia na morzu oraz sprawnej i bezpiecznej nawigacji. Zakres powinien obejmować wszystkie etapy trasy tzw. od kei do kei (ang. *berth to berth*). O wyborze trasy podróży decyduje kapitan danego statku i obowiązuje go upewnienie się, czy plan jest na bieżąco aktualizowany. Ponadto plan podróży powinien charakteryzować się zwięzłością, a niezbędne informacje powinny być przedstawione w formie tabeli. Powinna znaleźć się przed wyjściem w morze lista sprawdzająca (ang. *check list*). Na liście sprawdzającej weryfikuje się, czy plan podróży na zamierzoną podróż został przygotowany, czy mapy i publikacje są poprawione, a kursy na nich wykreślone, czy znane są najnowsze ostrzeżenia nawigacyjne oraz raporty pogodowe. Plan dzieli się na pięć części:

- **Część 1 – spis treści.**
- **Część 2 – informacje wstępne.**
Do najważniejszych należą dane statku, stan załadowania oraz balastowania, informacje dotyczące przebiegu trasy, trasy zalecane, prądy pływowe występujące w danym rejonie, systemy tras zalecanych oraz systemy rozgraniczenia ruchu.
- **Część 3 – plan szczegółowy.**
Dotyczy ostatecznego wyboru trasy wraz z jego uzasadnieniem i wykreśleniem trasy na mapie w odpowiedniej skali. Powinien zawierać zestawienie wszystkich odcinków trasy, plan nawigacji pilotażowej oraz procedury rutynowe.
- **Część 4 – symulacja podróży.**
Symulacja powinna zawierać obliczenia koniecznej rezerwy wody pod stępką i ETA (*Estimated Time of Arrival*) dla portu docelowego dla czterech prędkości: *Calm Sea Speed -1W / CSS +1W/ CSS* oraz opisane wstępne manewry cumownicze/kotwiczne.
- **Część 5 – zamówienia na podróż** (na formularzu dla armatora).

Należy wiedzieć, że podczas wybierania mapy na podróż zwraca się uwagę na jej skalę, okresy pomiędzy kolejnymi mapami oraz zakres informacji, takich jak koncentracja, grubość oraz koncentracja + grubość + rozmiary poziome. Dla przykładu wyboru mapy z zakresem informacji o koncentracji lodu 0–70% (*Marginal Ice Zone*), jest ona brana pod uwagę podczas

umiarkowanych warunków lodowych przez inne statki niż lodołamacze [4]. Po stworzeniu planu podróży na mapie papierowej, oficer odpowiedzialny za prowadzenie wachty nawigacyjnej ma obowiązek wprowadzenia jej w system ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*), który ukazuje na jednym ekranie wszystkie najważniejsze informacje nawigacyjne na temat kursu, prędkości statku, informacji na temat innych statków w pobliżu jednostki oraz potencjalnych zagrożeń.

1.1. Klasy lodowe

Wszystkie terminologie lodowe są opracowywane na podstawie międzynarodowej terminologii lodowej wydanej przez WMO (*WMO Sea-ice Nomenclature* – WMO/OMM/BMO – No. 259), uzupełnionej o terminy stosowane w biuletynach lodowych przez służby lodowe państw (dla Kanady – *Manual of Standard Procedures for Observing and Reporting Ice Conditions* MANICE, 1989 i 2005).

Podział warunków lodowych według grup klas lodowych jest następujący:

- brak lodu – czysta woda, koncentracja 0% (0/10), dla statków bez klasy lodowej, lecz wymagany kadłub stalowy;
- bardzo niska koncentracja kry 10–30% (1–3/10), dla statków bez wzmocnień lodowych i statków z niskimi klasami lodowymi;
- niska koncentracja kry 40–60% (4–6/10), dla statków posiadających wysokie klasy lodowe;
- wysoka koncentracja kry 70–100% (7–10/100), dla lodołamaczy i statków posiadających wysokie klasy lodowe, wspomagane przez lodołamacze.

Klasy lodowe oznaczają konstrukcję kadłuba jednostki, mówiącą o jego przystosowaniu do żeglugi na akwenach o określonym stopniu pokrycia lodem. Najwyższa klasa lodowa umożliwia żeglugę w zimie na morzach w ekstremalnych warunkach lodowych, natomiast najniższa ułatwia samodzielną żeglugę w drobno pokruszonych lodach w przybrzeżnych rejonach mórz. Przepisy klasyfikacji i budowy statków morskich opracowuje i wydaje PRS, czyli Polski Rejestr Statków. Okres ważności klasy nadaje się lub odnawia w zasadzie na 5 lat, jednak w uzasadnionych przypadkach PRS może przedłużyć ten okres. Klasę statku potwierdza się Świadectwem Klasy, umieszczając w nim zasadniczy symbol wraz ze znakami dodatkowymi.

Tabela 1. Klasy lodowe statków, pływających w rejonach arktycznych

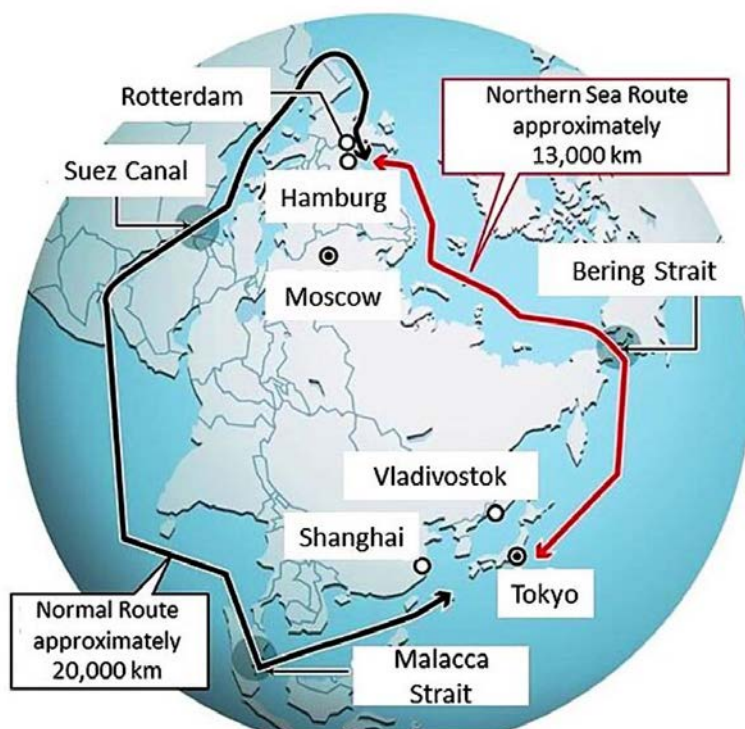
Kategoria statku	Wymagania
A PC1-PC5 (+/- Lodołamacze)	Statek zaprojektowany dla żeglugi na wodach polarnych, w co najmniej średnim jednorocznym lodzie, który może zawierać wtrącenie starego lodu
B PC6-PC7 (wysokie klasy lodowe)	Statek nieuwzględniony w Kategorii A, przeznaczony do żeglugi w polarnych wodach, w co najmniej cienkim lodzie jednorocznym, który może zawierać wtrącenia starego lodu
C Bez wymagań (niepolarne, niskie klasy lodowe)	Statek przeznaczony do eksploatacji na wodach o koncentracji poniżej 10% lub w warunkach lodowych lżejszych, objęte kategoriami A i B (statek bez żadnego wzmocnienia lodowego lub o minimalnych wzmocnieniach lodowych kadłuba)

Źródło: T. Pastusiak, *Voyages on the Northern Sea Route*, Springer 2020.

2. PÓŁNOCNA DROGA MORSKA

Północna Droga Morska łączy Europę z Azją poprzez szlak morski, wiodący przez północne wybrzeża Rosji. Przebiega ona przez Morze Barentsa, Morze Białe, Morze Karskie, Morze Łaptiewów, Morze Wschodniosyberyjskie oraz Morze Czukockie i Morze Beringa. Trasa wynosi około 13 tysięcy kilometrów i tym samym stanowi najkrótszy szlak żeglugowy, łączący europejską część Rosji z Dalekim Wschodem.

Północna Droga Morska staje się coraz częściej wykorzystywaną trasą w transporcie morskim ze względu na swój dystans. Alternatywą trasy arktycznej jest trasa żeglugowa między Tokio a Rotterdamem, która wynosi 18 200 km i przebiega przez Kanał Sueski.

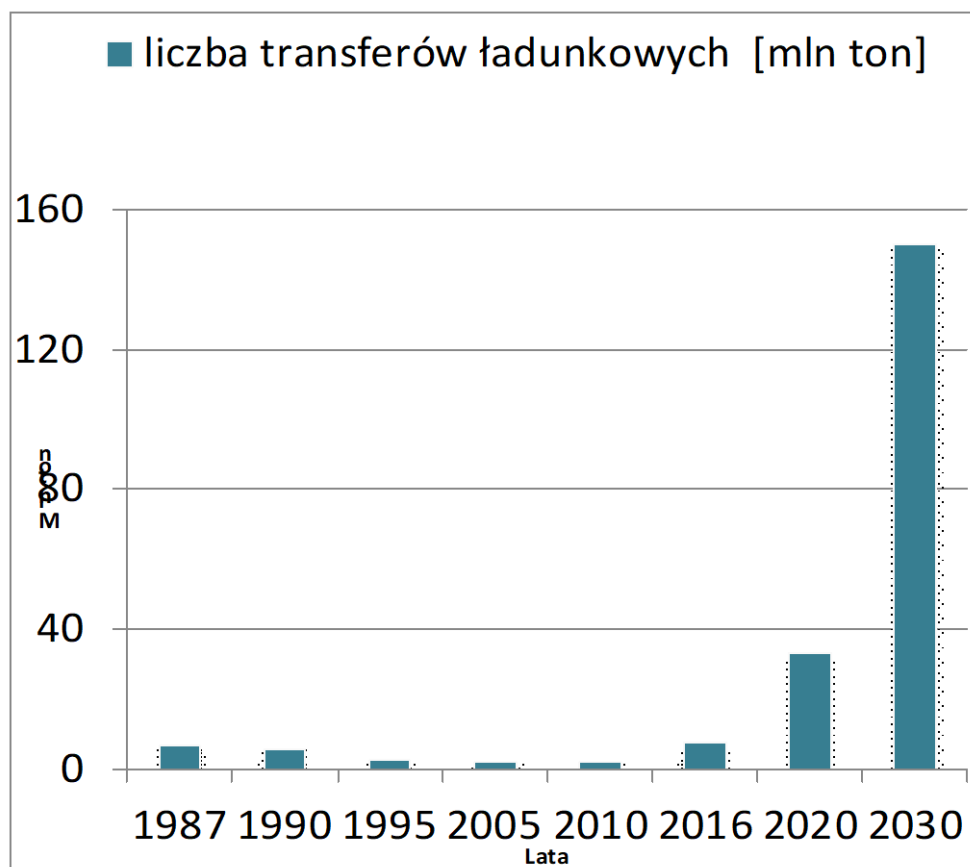


Rys. 1. Porównanie tras żeglugowych: północnej z trasą biegnącą przez Kanał Sueski

Źródło: *The Sankei News, Normal Route and Northern Sea Routes.*

3. ZNACZENIE GOSPODARCZE ORAZ POLITYCZNE

Z Północną Drogą Morską wiążą się plany zwiększenia rocznego transportu towarów. Do roku 2030 ma ona pozwolić na przewóz 150 mln ton ładunków, z czego 30 mln ton tranzytem. W ramach inwestycji w celu rozbudowy drogi planowana jest również budowa nowych lodołamaczy, koniecznych do utrzymania trasy żeglugowej w warunkach silnych mrozów, infrastruktury portowej oraz nawigacyjnej i ratowniczej. Tworzony jest system komunikacji, wykorzystujący nową konstelację satelitów, przeznaczonych wyłącznie do propagowania na terenie Arktyki. Koszt budowy Północnej Drogi Morskiej wyniesie ponad 750 mld rubli (10 mld dolarów).



Rys. 2. Porównanie przewozu ładunków Północną Drogą Morską na przestrzeni lat 1987-2030

Źródło: <https://arctic.gov.ru>.

Wykres ukazuje zmiany liczby transferów na przestrzeni lat 1987-2020, z planowanym wzrostem do roku 2030. Zaobserwowano wzrost ilości ładunków transportowanych Północną Drogą Morską od 2010 roku. Powodem tego jest fakt, iż z biegiem lat rozbudowano technologię pozwalającą na bezpieczną żeglugę w lodach, natomiast sama trasa nabrała popularności wśród przewoźników. Powyższe dane zostały potwierdzone przez Ministerstwo Transportu Federacji Rosyjskiej.

4. SZANSE ROZWOJOWE SZLAKU PÓŁNOCNEGO

Celem rozwojowym Północnej Drogi Morskiej jest uzyskanie przekazów towarów między państwami do 110 mln ton. Zdecydowana większość przewozów surowców zmierza w kierunku Europy.

Głównymi towarami transportującymi tą trasą żeglugową są:

- LNG – 59%;
- ropa naftowa – 24%;
- drobnica – 11%;
- kondensat gazu – 3%;
- produkty naftowe – 2%;
- węgiel – 1%;
- rudy metali – 0,1%.

Do najważniejszych celów rozwojowych szlaku północnego należy realizacja projektów energetycznych, zapewnienie całorocznej nawigacji, zwiększenie bezpieczeństwa przepływu oraz poprawienie centralizacji. Zapowiada się dalszy dynamiczny wzrost przewozów towarowych Północną Drogą Morską ze względu na bogate złoża surowców.

Aby zapewnić całoroczną eksploatację w tym rejonie, należy przystosować jednostki do podróży po PDM. Najlepszym rozwiązaniem jest budowa statków o napędzie dieslowskim i atomowym oraz o zwiększonej wytrzymałości kadłuba. Aktualnie siedem takich statków zostało zbudowanych na potrzeby eksploatacji na Północnej Drodze Morskiej. Planuje się budowę kolejnych pięciu statków atomowych [1].

5. ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z SZLAKIEM PÓŁNOCNYM

Jedno z głównych zagrożeń obszaru północnego stanowi przyspieszone ocieplenie, stwarzające realne niebezpieczeństwo życia społeczno-gospodarczego. Od połowy lat 70. XX wieku temperatura w tym rejonie rosła co 10 lat średnio o 0,47°C. Szybkie zmiany klimatyczne, zaobserwowane w Arktyce i w strefie subarktycznej, obejmują obszar wiecznej zmarzliny, zwanej również marzłocią trwałą lub zlodowaceniem podziemnym. Stanowi ona pozostałość zlodowacenia czwartorzędnego i w obecnych warunkach nie rozwija się, a podlega stałej i powolnej degradacji. Z raportów udostępnionych przez Ministerstwo Sytuacji Nadzwyczajnych Rosji wynika, iż rozmarzanie wiecznej zmarzliny stwarza ryzyko uszkodzenia 24 metrów kwadratowych

budynków mieszkalnych do roku 2050. Średnia głębokość sezonowego rozmrażania wiecznej zmarzliny wynosi 1–2 cm w Syberii Zachodniej i Jakucji oraz 2–6 cm w europejskiej części Rosji.

Ocieplenie klimatu, mimo że stwarza możliwość rozpoczęcia przemysłowego zagospodarowania terenów arktycznych, niesie niebezpieczeństwo degradacji ekosystemu, który nie został dostatecznie zbadany przez naukowców i ekspertów. Ponadto przy wycieku ropy w akwenu zimnym i stosunkowo płytkim może mieć katastrofalne skutki, które przy braku odpowiedniej infrastruktury trudno będzie wyeliminować. Nieodpowiednia infrastruktura rejonu również wpływa na trudności w akcji poszukiwawczo-ratowniczej, szczególnie w warunkach znaczących awarii. Ponadto wiele negatywnych zjawisk hydrometeorologicznych stanowi wielkie zapytanie, jak radzić sobie z huraganowymi sztormami, oddziałującymi na obszary brzegów rosyjskiej Arktyki.

6. PÓŁNOCNA DROGA MORSKA W POLITYCE ROSJI

Konwencja Narodów Zjednoczonych o prawie morza w roku 1982 przyznała państwom nadbrzeżnym Arktyki zwiększoną władzę nad głównymi szlakami żegludowymi. Na podstawie artykułu 234 Konwencji o zapobieganiu, ograniczeniu i kontroli zanieczyszczeniu mórz przez statki kraje przybrzeżne mają możliwość regulowania ruchu morskiego na trasie, o ile obszar pozostaje w stałym złodowaceniu. Dotychczas Rosja wykorzystywała konwencję do własnych interesów geopolitycznych i gospodarczych, ustalając prawa drogi, mówiące o kontrolowaniu i pozyskiwaniu informacji administracyjnych statków, korzystających z drogi północnej. Od roku 2019 dzięki poprawkom wprowadzonym do Kodeksu żeglugi handlowej Federacji Rosyjskiej jedynie jednostki pod rosyjską banderą mogą świadczyć usługi lodołamania w Arktyce oraz prowadzić przewozy kabotażowe i wywozić surowce wydobywane na akwenu drogi północnej. Jednakże z powodu globalnego ocieplenia oraz sytuacji wojennej między Rosją a Ukrainą prawa do regulowania ruchu morskiego zostaną Rosji odebrane. Zaplanowane inwestycje, dotyczące rozbudowy infrastruktury morskiej i portowej, staną pod wielkim znakiem zapytania, a sam okres, dotyczący zwiększenia przepływu, może zostać wydłużony.

7. MIĘDZYNARODOWY KODEKS DLA STATKÓW ŻEGLUJĄCYCH NA WODACH POLARNYCH

Międzynarodowy Kodeks dla Statków Żeglujących na Wodach Polarnych, zwany również Kodeksem Polarnym, został opracowany jako uzupełnienie do już istniejących instrumentów Międzynarodowej Organizacji Morskiej. Przepisy te regulują zwiększone bezpieczeństwo eksploatacji statku oraz minimalizację wpływu żeglugi na ludność i środowisko w odległym, podatnym na zagrożenia i potencjalnie trudnym środowisku wód polarnych. Kodeks Polarny potwierdza obowiązek posiadania dodatkowych wymagań dla statków, eksploatacji i jego systemów, które wywodzą się z przepisów Międzynarodowej Konwencji o Bezpieczeństwie Życia na Morzu (SOLAS) 1974 [2] oraz Międzynarodowej Konwencji o Zapobieganiu Zanieczyszczeniu Morza przez Statki 1973.

Kodeks Polarny bierze pod uwagę wszelkie zagrożenia, które mogą prowadzić do podwyższonego poziomu ryzyka, związane z wystąpieniem:

- przypadków topnienia oblodzenia;
- niskich temperatur, z powodu ich wpływu na środowisko pracy i funkcjonowanie człowieka;
- oblodzenia, z powodu jego wpływu na strukturę kadłuba, wskaźników stateczności, systemów maszynowych i nawigacyjnych, na zewnętrzne środowisko pracy;
- wydłużonych okresów ciemności i światła dziennego, z powodu ich wpływu na prowadzenie nawigacji i funkcjonowanie człowieka;
- wysokich szerokości geograficznych, z powodu ich wpływu na systemy nawigacyjne, komunikacyjne;
- oddalenia i możliwego braku dokładnych danych hydrograficznych oraz informacji, ograniczonej dostępności pomocy i znaków nawigacyjnych;
- możliwego braku doświadczenia załóg statków w operacjach na wodach polarnych;
- możliwego braku odpowiedniego wyposażenia w sytuacjach zagrożenia;
- gwałtownie zmniejszających się i trudnych warunków pogodowych powodujących zwiększenie liczby wypadków,
- zwiększenia wrażliwości środowiska na szkodliwe substancje i inne oddziaływania [7].

O poziomie ryzyka świadczy położenie geograficzne jednostki, pora roku, pora dnia oraz możliwie istniejąca pokrywa lodowa, dlatego sposoby oraz wymagania dla statków i wyposażenia mogą się różnić na wodach Arktyki i Antarktyki.

W rozdziale 2 Kodeksu Polarnego znajduje się uzupełnienie i procedury wymagań szczegółowych dla kapitana oraz załogi wybierającej szlak północny. Procedury te stanowią poradnik żeglugi na wodach polarnych (PWOM). Jego celem jest dostarczenie informacji, dotyczących zdolności i ograniczeń eksploatacyjnych statku, niezbędnych w procesie podejmowania decyzji. W celu spełnienia tych wymagań funkcjonalnych poradnik powinien zawierać procedury, oparte na metodologii, używanej do określenia możliwości i ograniczeń statku w lodach oraz procedury, oparte na ryzyku kontaktowania się ze służbami ratunkowymi w celu ratowania, poszukiwania i ratownictwa (SAR), reagowania na rozlewy, a także sposoby reagowania w sytuacjach ograniczonego dostępu do informacji hydrograficznych, meteorologicznych i nawigacyjnych.

Drugim obowiązkowym dokumentem jest podręcznik operacyjny wód polarnych statku (*Polar Water Operational Manual*, PWOM). Jego celem jest właściwe wyposażenie samego statku i załogi, kapitana, właściciela oraz armatora w wymagane informacje, dotyczące sprawności statku oraz możliwości poruszenia się po rejonach polarnych. Podręcznik powinien również zawierać spis lub odwołanie do procedur postępowania w warunkach zwyczajnej eksploatacji statku oraz w przypadku nadzwyczajnego incydentu.

WNIOSKI

Planując wzrost wykorzystania Północnej Drogi Morskiej, należy uwzględnić wszystkie zalety i zagrożenia dla ekosystemu Arktyki oraz rosnącą obecność wojskową Rosji i NATO. Ze względu na nasilające się spory, dotyczące własności obszaru, w tym o swobodę przepływu czy o dostęp do złóż surowców, rozwój potencjału transportowego może stanowić niebezpieczeństwo życia, mienia oraz zanieczyszczenia środowiska morskiego. Ograniczenie przepływu wydłuży się bowiem o znaczny czas, a koszt rozbudowy infrastruktury wzrośnie. Zważywszy również na zbliżenie się do rekordowego letniego minimum arktycznego lodu i globalnego ocieplenia, warunki hydro-meteorologiczne stanowią zagrożenie dla stacji oraz portów przybrzeżnych, co prowadzi do sytuacji kryzysowych. Pytanie zatem, czy warto ryzykować i ingerować w rozbudowę Północnej Drogi Morskiej?

Ingerując w rozbudowę, należałoby złożyć poprawki do konwencji SOLAS (Międzynarodowa Konwencja o Bezpieczeństwie Życia na Morzu) oraz do Kodeksu Polarnego (Międzynarodowy Kodeks dla Statków Żeglujących na Wodach Polarnych). Przepisy te powinny zostać wzbogacone o nowe infrastruktury oraz technologie morskie, pozwalające na zachowanie wysokiego stopnia bezpieczeństwa życia i mienia ludzkiego [3].

BIBLIOGRAFIA

1. Bieliszczuk B., *Północna Droga Morska: znaczenie gospodarcze i polityczne Rosji*, biuletyn PISM, 2018.
2. IMO, Międzynarodowa Organizacja Morska (*International Maritime Organization*), *Międzynarodowa Konwencja o Bezpieczeństwie Życia na Morzu*, 1974.
3. IMO, Międzynarodowa Organizacja Morska (*International Maritime Organization*), *Międzynarodowa Konwencja o Bezpieczeństwie Życia na Morzu*, 1974, wraz z Protokołem 1988, przynależnymi załącznikami i certyfikatami.
4. Pastusiak T., *Planowanie trasy statku dla warunków żeglugi „bezlodowej” na Północnej Drodze Morskiej*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2014.
5. Pastusiak T., *Voyages on the Northern Sea Route*, Springer 2020.
6. The Sankei News, *Normal Route and Northern Sea Routes*.
7. Załącznik do Obwieszczenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, *Międzynarodowy Kodeks dla Statków Żeglujących na Wodach Polarnych* z dnia 5 grudnia 2018 r.

Źródła internetowe

8. <https://arctic.gov.ru>.
9. <https://dobrapogoda24.pl/arttykul/duzy-zasieg-rodu-morskiego-w-arktyce-najwieksze-minimum-od-lat-wrzesien-2021>.
10. <https://klimatolodzy.pl/index.php/pl/baza-wiedzy/cechy-podloza-a-klimat/lody-na-morzu>.
11. <https://obserwatorlogistyczny.pl/2022/01/28/czy-polnocna-droga-morska-stanie-sie-konkurencja-dla-kanalu-sueskiego/>.

12. https://pism.pl/publikacje/P_nocna_Droga_Morska_znaczenie_gospodar_cze_i_polityczne_dla_Rosji.
13. <https://sj.umg.edu.pl/sites/default/files/ZN309.pdf>.
14. <https://www.gospodarkamorska.pl/rosja-chce-calnowitej-kontroli-nad-polnocna-droga-morska-68127>.
15. <https://www.krzysztofwojczal.pl/geopolityka/azja-wschodnia/polnocny-szlak-morski-chinskie-marzenia-alternatywa-dla-handlu-dalekosieznypierwszorzedny-cel-strategiczny/>.
16. <https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/87454-planowanie-trasy-statku-trasa-najkrotsza-najszybsza-czy-moze-najlepsza>.
17. <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2021-07-14/polnocna-droga-morska-w-polityce-rosji>.
18. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-dfae8d9a-d778-4f32-85a0-c498fd58fed3>.

NORTHERN SEA ROUTE – CHANGES AND DANGERS

In the study authors present chances and danger in Northern Sea Route. The concepts were discussed about Northern Sea Route and voyage plan. Voyage plan was divided into five parts, which detail the most important information about check list verification. Were discussed examples the types of ships ad their ice class and economic importance, political significance route. Based on the bar chart we are presents the amount of goods transported in Northern Sea Route. Have been explained the most important terminologies about the ice conditions based on WMO (World Meteorological Organization). Presented chance and danger associated with northern route and described Polar Code.

Keywords: north, chances, advantages, danger, defect, voyageplans.

Jakub Kuras, Dawid Penkowski, Wiktor Miroński, Jakub Wnorowski

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

SPOSÓB ZWIĘKSZENIA DOKŁADNOŚCI GEOLOKALIZACJI OBIEKTU POPRZEZ ZWIEŁOKROTNIE NIE ODBIORNIKÓW GPS

Globalny System Pozycyjny (GPS) jest jednym ze współczesnych rozwiązań, które wykorzystuje się w nawigacji lądowej, powietrznej i morskiej, a także geodezji i rolnictwie. Swym zasięgiem obejmuje całą kulę ziemską i w zależności od posiadania określonej klasy odbiornika oferuje dokładność od kilku metrów do centymetra. W niniejszym artykule podjęto próbę wykazania, czy stosując kilka najtańszych odbiorników, można zwiększyć dokładność geolokalizacji obiektu.

Słowa kluczowe: *systemy geolokalizacyjne, system GPS, zwiększenie dokładności geolokalizacji.*

WSTĘP

Lokalizacja jest ważnym elementem w bardzo wielu zastosowaniach. W jednych dokładność wyznaczania pozycji nie musi być bardzo duża i wystarczy, że wynosi 10 metrów. Z kolei w innych może już być potrzebna dokładność rzędu 1 metra lub też kilku centymetrów. Większość ogólnodostępnych odbiorników GPS nie ma możliwości odbierania z satelit zakodowanego sygnału na częstotliwości L2, czyli częstotliwości niezawierającej komponentu zakłócającego. Natomiast te odbiorniki, które mogą odbierać ów sygnał, z reguły są bardzo drogie. Nie zawsze zakup takiego odbiornika jest opłacalny, tym bardziej, że podejmowane są próby zbudowania odbiornika, który byłby dokładniejszy od zwykłego urządzenia na rynku, lub nawet równie dokładnego co odbiornik z górnej półki cenowej.

Jedną z podejmowanych metod jest budowa odbiornika matrycowego, składającego się z kilku odbiorników satelitarnych. Nazwa „odbiornik matrycowy” związana jest z ułożeniem odbiorników na płaszczyźnie w kształcie okręgu lub kwadratu, co w pewnym stopniu wpływa na dokładność wyznaczania pozycji.

Do budowy odbiornika matrycowego niezbędne jest posiadanie takich elementów jak:

- moduły odbiorników GPS;
- przetworniki UART – USB;
- hub USB, umożliwiający podłączenie większej liczby modułów odbiorników GPS;
- komputer jako jednostka obliczeniowa wraz z odpowiednim oprogramowaniem.

Idea działania odbiornika matrycowego opiera się na akwizycji danych ze wszystkich połączonych odbiorników i następnie przeliczenia ich danych na jeden konkretny zestaw współrzędnych. Do tego celu wykorzystywane są proste formuły matematyczne:

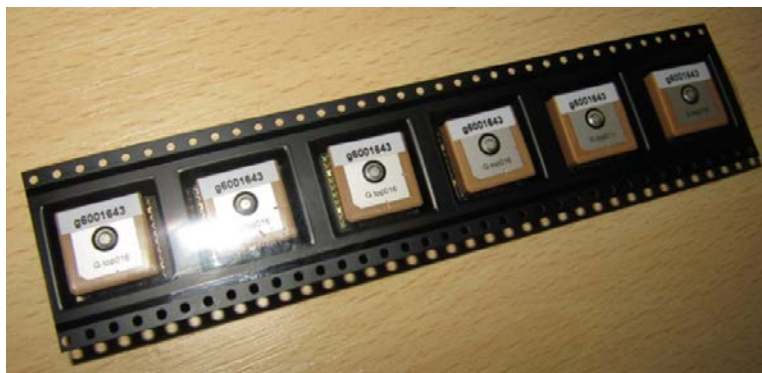
$$x_{srednie} = \frac{\sum_{i=1}^n lat_i}{n} ; y_{srednie} = \frac{\sum_{i=1}^n lon_i}{n}$$

gdzie: „ lat_i ” oraz „ lon_i ” są współrzędnymi pobranymi od i -tego odbiornika, a „ n ” to numer odbiornika. Przy czym tak proste obliczenia mogły być zastosowane, gdyż na odległościach rzędu kilkunastu centymetrów bardziej zaawansowane obliczenia nie przyniosłyby większych różnic w uzyskanych wynikach [3].

1. KONSTRUKCJA ODBIORNIKA MATRYCOWEGO

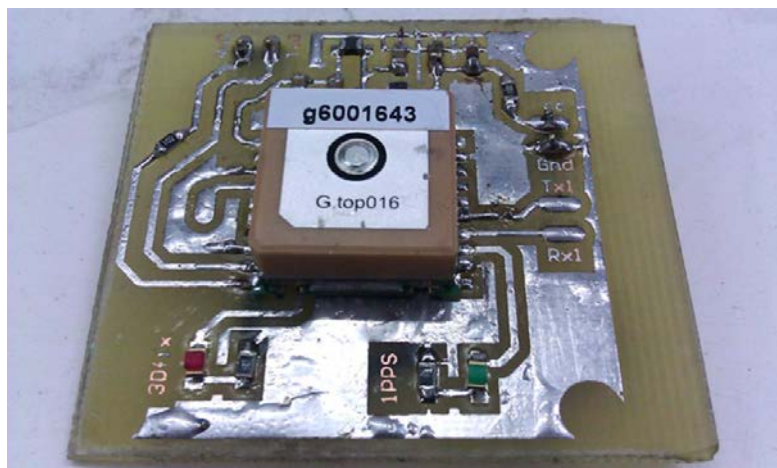
Do budowy odbiornika matrycowego wykorzystano sześć mobilnych odbiorników GPS/GLONASS. Wybrane moduły to GMS-G6 z serii Titan-2 GNSS Module wyprodukowane przez firmę *GlobalTop Technology*. Są to moduły zawierające chipset mt3333, który pozwala na odbiór sygnałów zarówno z satelit GPS, jak i GLONASS (rys. 1).

Aby możliwe było wykorzystanie wytypowanych modułów, niezbędne było zaprojektowanie specjalnych podstawek. Podstawki wyposażone są w piny zasilające (VCC, VCC backup, GND), transfer danych (Rx0, Tx0) oraz w diody informujące o włączonym zasilaniu modułu i odbiorze danych z satelity.



Rys. 1. Widok modułów GPS/GLONASS GMS-G6 firmy GlobalTech

Każdy z sześciu modułów został podłączony poprzez konwerter sygnału UART do huba USB (rys. 2). Ma to na celu umożliwienie komunikacji oprogramowania z modułami i akwizycję potrzebnych danych. Odbiorniki zasilone zostały bezpośrednio z portów USB [3].

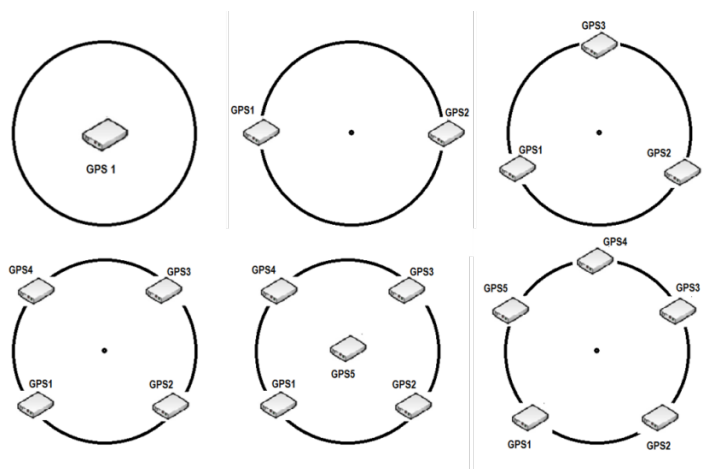


Rys. 2. Struktura połączeń elementów układu sterowania

2. WERYFIKACJA PRACY ODBIORNIKA MATRYCOWEGO

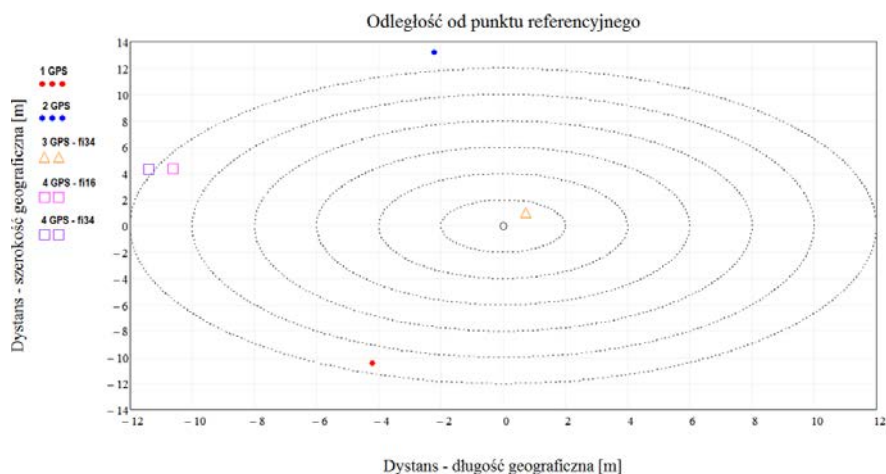
Przygotowany system matrycowy poddano badaniom statycznym z różnymi konfiguracjami – ułożeniem odbiorników. Miejsce, w którym wykonywane były pomiary, przyjęto za punkt referencyjny o współrzędnych:

szerokość geograficzna: 54.568550 N, długość geograficzna: 18.410420 W. Czas pomiaru dla każdej z konfiguracji wynosił 60 minut. Pomiarzy zostały przeprowadzone dla odbiorników, ułożonych najpierw na okręgu o średnicy 16 cm, a następnie 34 cm (rys. 3).



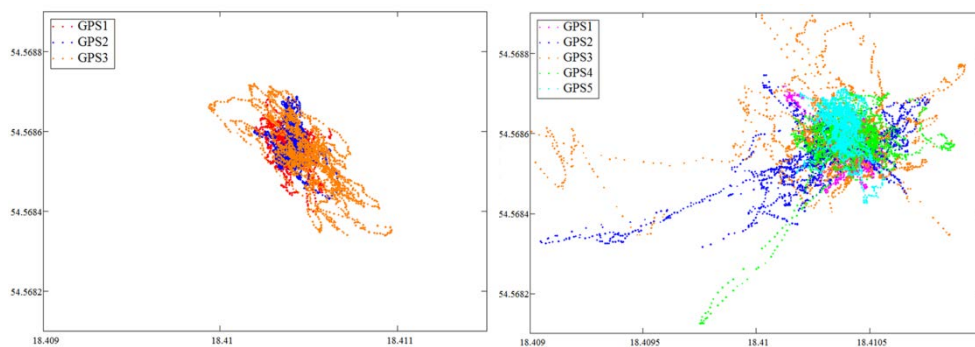
Rys. 3. Przykładowe konfiguracje rozłożenia odbiorników GPS

Na rysunku 4 przedstawiono położenie odbiorników dla danej konfiguracji od punktu referencyjnego.



Rys. 4. Geolokalizacja odbiornika matrycowego od punktu referencyjnego w zależności od danej konfiguracji odbiorników

Uzyskany wynik dla pięciu modułów w odbiorniku matrycowym nie został umieszczony na rysunku 4, ze względu na zbyt dużą odległość od punktu referencyjnego.



Rys. 5. Zobrazowanie rozkładu próbek pomiarowych dla najlepszej (3 odbiorniki GPS) i najgorszej (5 odbiorników GPS) konfiguracji odbiornika matrycowego

WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że nie w każdej sytuacji zwiększenie liczby odbiorników skutkuje wzrostem dokładności geolokalizacji. Przy konfiguracji z dwoma odbiornikami umiejscowionymi na okręgu o średnicy 16 cm można zauważyć, że punkt uśredniony leży znacznie bliżej punktu referencyjnego niż punkty pochodzące z każdego modułu osobno. Przy konfiguracji złożonej z trzech modułów, umiejscowionych na większym okręgu, można uzyskać lepszą dokładność niż przy użyciu dwóch modułów.

Eksperyment przeprowadzony na konfiguracji z czterema odbiornikami wykazał, że lepsze wyniki uzyskać można, umieszczając moduły GPS na okręgu o średnicy 34 cm niż na okręgu o średnicy 16 cm. Można zauważyć, że dla pierwszego przypadku badane próbki są bardziej skupione, dzięki czemu można uzyskać lepszą dokładność pozycji. Mimo większego skupienia punktów pomiarowych cztery moduły wykazały gorszą dokładność pozycji niż trzy.

Konfiguracja składająca się z pięciu modułów, niezależnie od jej kształtu i średnicy rozłożenia, okazała się najgorsza.

Ogólnie można było zaobserwować, iż zwiększenie średnicy okręgu, na którym rozłożono odbiorniki, przekładało się na wzrost jakości geolokalizacji obiektu – zwiększenie dokładności określania pozycji.

BIBLIOGRAFIA

1. He X., Yang G., Ding X., *Application and evaluation of a GPS multi-antenna system*, College of Civil Engineering, Hohai University, Nanjing, China, 2004.
2. Nair S., *A multiple antenna global positioning system configuration for enhanced performance*, Ohio University, Athens, Ohio, USA 2004.
3. Wnorowski J., Myślisz M., *Analiza porównawcza wybranych układów i systemów sterowania na statku – system pozycjonowania DP*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2017.

A WAY TO INCREASE THE ACCURACY OF OBJECT GEOLOCATION BY MULTIPLING GPS RECEIVERS

The Global Positioning System (GPS) is one of the modern solutions that we use in land, air and sea navigation, as well as geodesy and agriculture. Its range covers the entire globe and, depending on having a specific receiver class, offers accuracy from a few meters to a centimeter. In this paper, the authors will try to show whether using several cheapest receivers can increase the accuracy of geolocation of the object.

Keywords: *GPS, sea navigation, increase the accuracy geolocation of the object.*

Oskar Łebkowski, Wojciech Koznowski

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

HAMOWNIE DO WERYFIKACJI PARAMETRÓW POJAZDÓW Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

Silniki elektryczne są urządzeniami powszechnie wykorzystywanymi nie tylko w różnego rodzaju maszynach i urządzeniach użytku domowego, czy też w maszynach przemysłowych, ale również we wszelkiego rodzaju pojazdach z napędem elektrycznym, takich jak hulajnogi, skutery, rowery, motocykle, samochody, pojazdy dostawcze, ciężarowe, autobusy, łodzie, jachty, statki, promy, czy też drony latające. W publikacji zaprezentowano dwa rodzaje konstrukcji do weryfikacji parametrów silników elektrycznych oraz strojenia układów sterujących: hamownie stanowiskowe oraz podwoziowe.

Słowa kluczowe: hamownia stanowiskowa, hamownia podwoziowa, hamowanie silników elektrycznych.

WSTĘP

Hamownia (zwana również dynamometrem) jest stacjonarnym urządzeniem pomiarowym, używanym do pozyskiwania podstawowych parametrów maszyn elektrycznych, umożliwiającą uzyskanie ich charakterystyk pracy oraz parametrów eksploatacyjnych. Do podstawowych parametrów maszyn elektrycznych (silników) uzyskanych w trakcie badania można zaliczyć:

- moc badanej maszyny;
- moment obrotowy;
- prędkość obrotową;
- napięcie i natężenie prądu;
- opory układu napędowego.

Hamownie dzielą się na dwie grupy:

- hamownie silnikowe – mogące badać parametry danej maszyny elektrycznej, gdy jest ona wymontowana z pojazdu i umieszczona na stanowisku badawczym wraz z osprzętem. Dzięki temu badaną maszynę można dowolnie obciążać oraz bardzo precyzyjnie zmierzyć jej parametry, takie

jak np. prędkość obrotowa oraz moment obrotowy. Ten typ hamowni umożliwia bezpośredni pomiar parametrów silnika, bez wpływu zakłóceń związanych z montażem i współpracą maszyny elektrycznej z innymi elementami układu napędowego;

- hamownie podwoziowe – nie mają możliwości bezpośredniego pomiaru parametrów maszyny elektrycznej. W trakcie badania mierzone są osiągi całego układu napędowego, a następnie wyznaczane są parametry (moc, moment obrotowy) maszyny elektrycznej. Atutem tego typu hamowni jest łatwość w obsłudze, m.in. dlatego, że do badania nie trzeba wyjmować silnika, a uzyskane podczas badania parametry są dość precyzyjnie wyznaczone.

W skład typowej hamowni silnikowej wchodzi: badana maszyna elektryczna, system zadawania obciążenia, a także sprzęgło pozwalające na połączenie wałów. Najważniejszym elementem każdej hamowni silnikowej jest hamulec obciążeniowy do pomiaru mocy. Podstawowe stawiane mu wymagania są następujące:

- możliwość zrównoważenia momentu obrotowego badanej maszyny elektrycznej;
- zapewnienie odprowadzenia wytworzonej przez maszynę elektryczną energii;
- możliwość zadawania i regulacji dowolnej prędkości obrotowej dla badanej maszyny;
- możliwość pomiaru momentu obrotowego na wale;
- szybkie uzyskiwanie stanu równowagi przy szybkich zmianach obciążenia;
- jak największa dokładność pomiarów.

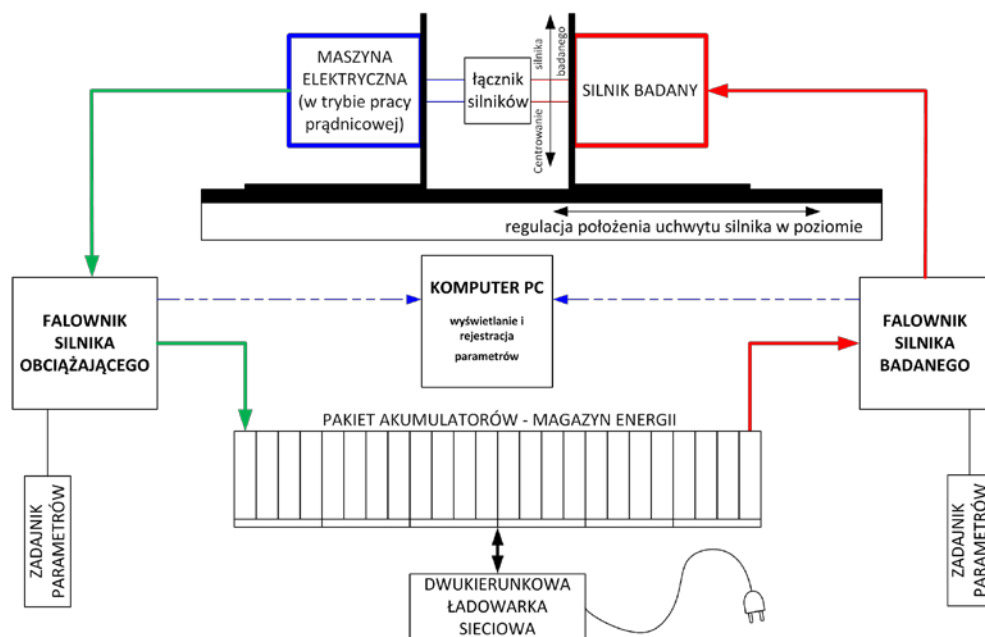
Typowe hamulce hamowni silnikowych dzieli się na:

- mechaniczne;
- hydrauliczne;
- powietrzne;
- elektryczne;
- elektrowirowe.

1. KONCEPCJA HAMOWNI STANOWISKOWEJ

Oprócz zastosowania hamulców do hamowania badanego silnika można użyć drugiej maszyny elektrycznej pracującej w trybie prądnicowym, która poprzez falownik jest w stanie przekazywać energię z hamowanej maszyny do pakietu akumulatorów lub bezpośrednio sieci elektroenergetycznej.

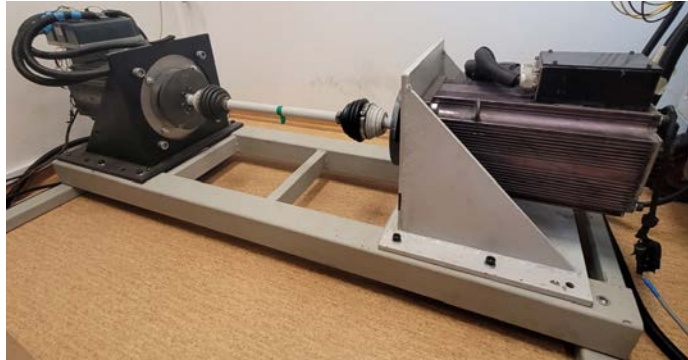
Przedstawiona koncepcja nosi nazwę hamowni stanowiskowej. Rozwiązanie to jest bardzo użyteczne z punktu widzenia energochłonności, gdyż energia elektryczna nie jest tracona na ciepło jak w większości typów stosowanych hamulców, a może być użytecznie wykorzystana. Niestety, zastosowanie drugiej maszyny elektrycznej wraz z falownikiem związane jest z wyższymi nakładami inwestycyjnymi na budowę hamowni stanowiskowej.



Rys. 1. Struktura układu hamowni stanowiskowej z obciążającą maszyną elektryczną i magazynem energii

Część pomiarowa, zrealizowana przy budowie omawianej hamowni, składa się z następujących elementów:

- czujników prądowych LEM HTFS 400-P;
- dzielnika napięcia;
- enkodera służącego do pomiaru prędkości obrotowej na wale;
- mikrokontrolera ATmega128 wraz z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym;
- analizatora mocy ZES Zimmer LMG641.



Rys. 2. Widok rzeczywistego stanowiska z obciążającą maszyną elektryczną i magazynem energii

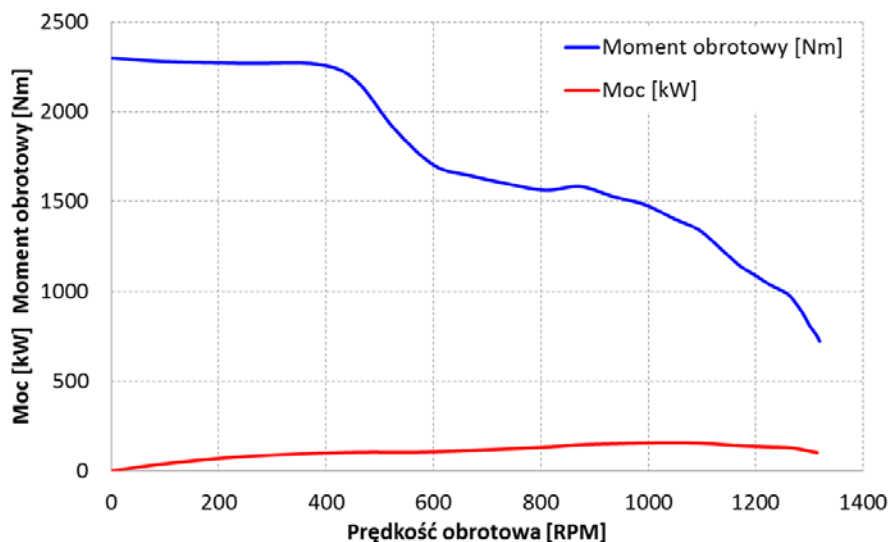
Oprócz hamowni stanowiskowych do analizy parametrów elektrycznych układów napędowych, głównie pojazdów kołowych, wykorzystuje się hamownie podwoziowe. Hamownie podwoziowe nie mierzą parametrów silnika bezpośrednio, lecz osiągi układu napędowego wraz z systemem przeniesienia napędu na koła, na podstawie których jest określona moc i moment silnika. Przy stosowaniu tego typu hamowni nie zachodzi potrzeba wyjmowania silnika z pojazdu, co bardzo przyspiesza pomiar.

Hamownie podwoziowe ze względu na swoją budowę dzielą się na hamownie obciążeniowe oraz hamownie inercyjne. Podczas pomiaru na hamowni inercyjnej obciążeniem dla silnika są: masa rolek, opory toczenia, opory mechanizmu napędowego. Natomiast hamownia obciążeniowa wyposażona jest w hamulec elektrowirowy.



Rys. 3. Widok rzeczywistej hamowni podwoziowej dla pojazdów z napędem elektrycznym

Na rysunku 4 przedstawiono przykładowe wartości parametrów zarejestrowanych na hamowni opracowanej w UMG.



Rys. 4. Przykładowe wartości mocy i momentu obrotowego zarejestrowane na hamowni podwoziowej UMG

WNIOSKI

Bardzo istotnym elementem, wyróżniającym hamownie podwoziowe dla pojazdów elektrycznych w stosunku do pojazdów spalinowych, jest pomiar momentu obrotowego. Praktycznie wszystkie hamownie dostępne na rynku nie umożliwiają dokładnego pomiaru mocy i momentu układu napędowego szczególnie w pierwszym etapie pomiaru przy rozruchu układu napędowego. Konstrukcja opracowana w UMG rozwiązuje ten problem dzięki zastosowaniu enkoderów o dużej rozdzielczości.

Opracowana konstrukcja hamowni ma służyć do badania właściwości maszyn elektrycznych, jak również strojenia parametrów falowników montowanych w pojazdach z napędem elektrycznym. Dzięki opracowanej konstrukcji można wyznaczyć najistotniejsze parametry maszyny elektrycznej oraz sprawdzać, w jaki sposób zachowuje się w różnych warunkach eksploatacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Dubowik A.A., *Budowa hamowni do badania silników elektrycznych*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2012.
2. Kostrzewski K., *Opracowanie układu automatycznego sterowania z wykorzystaniem sterownika programowalnego – hamownia pojazdowa*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2013.

Źródła internetowe

3. *Jak działa samochodowa hamownia podwoziowa*, <https://vtechdyno.pl/jak-dziala-hamownia-podwoziowa.html>.

DYNAMOMETERS FOR VERIFICATION OF PARAMETERS OF ELECTRIC VEHICLES

Electric motors are devices commonly used not only in various types of machines and devices for home use, or in industrial machines, but also in all kinds of electric vehicles such as scooters, scooters, bicycles, motorcycles, cars, delivery vehicles, trucks, buses, boats, yachts, ships, ferries or flying drones. The publication presents two types of structures for verifying the parameters of electric motors and tuning control systems: bench and chassis dynamometers.

Keywords: *bench and chassis dynamometers, parameters of electric motors.*

Oskar Łebkowski, Wojciech Koznowski

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

MASZYNA TRENINGOWA Z HYDRAULICZNYM SYSTEMEM ZADAWANIA OBCIĄŻENIA

Artykuł opisuje możliwości opracowanej konstrukcji maszyny treningowej z elektronicznym układem hydraulicznego zadawania obciążenia. Stosując tego typu maszynę treningową, możliwe jest zminimalizowanie wystąpienia kontuzji oraz uzyskanie lepszych efektów zarówno treningowych, jak i rehabilitacyjnych. Ponadto sama konstrukcja maszyny zajmuje znacznie mniej miejsca i jest lżejsza niż równoważne jej urządzenia treningowe. Zaletą maszyny treningowej z hydraulicznym systemem zadawania obciążenia jest możliwość wykorzystywania w takich miejscach jak statek morski, gdyż przechyły spowodowane falowaniem morza nie wpływają na bezpieczeństwo użytkownika oraz zmianę obciążenia maszyny.

Słowa kluczowe: maszyna treningowa, hydrauliczne zadawanie obciążenia, sterowniki programowalne.

WSTĘP

Aktywność fizyczna jest bardzo istotnym elementem w funkcjonowaniu człowieka. Rozwój automatyzacji i technologii informatycznych spowodował w ostatnich czasach spadek aktywności ruchowej ludzi. Z tego względu wykonywanie ćwiczeń ruchowych na wszelkiego rodzaju maszynach i urządzeniach treningowych jest istotnym aspektem dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, poprawy kondycji lub treningu sportowego. Obecnie na rynku mamy do dyspozycji wiele maszyn treningowych, które ułatwiają samorealizację w dążeniach do własnych celów. Urządzeń treningowych, które posiadają elektronikę, jest jeszcze znacznie mniej od tradycyjnych sprzętów treningowych. Nowoczesne maszyny treningowe stają się jednak coraz to bardziej popularne, nie tylko ze względu na spadającą cenę nowych technologii, ale i przez wzgląd na poprawę bezpieczeństwa.

Do grupy najpopularniejszych zautomatyzowanych urządzeń treningowych zalicza się m.in. bieżnie, rowery stacjonarne i orbitery. Wymienione

urządzenia przeznaczone są głównie do treningów typu fitness i cardio [3]. Na rynku jest jeszcze niewiele zautomatyzowanych urządzeń treningowych, przeznaczonych do treningu całego ciała. W związku z tym maszyna treningowa, opracowana i zbudowana w Uniwersytecie Morskim w Gdyni, jest innowacyjnym rozwiązaniem do treningów siłowych nie tylko w warunkach lądowych, ale również trudnych warunkach, panujących na jednostkach pływających. Tradycyjny trening ze sztangą na jednostkach pływających w trakcie nawet niewielkiego falowania jest dużym utrudnieniem i zagrożeniem dla życia i zdrowia osób trenujących, toteż duża część ludzi pracujących na statkach rezygnuje z wykonywania ćwiczeń. Przez wzgląd na brak fizycznego obciążenia osoba trenująca na elektrohydraulicznej maszynie treningowej zwiększa swoje bezpieczeństwo i komfort psychiczny.

Prezentowane urządzenie umożliwia wykonywanie ćwiczeń praktycznie każdej partii ciała: nóg, bioder, klatki piersiowej, bicepsów, tricepsów, mięśni pleców, barków i wielu innych. Maszyna ta charakteryzuje się nie tylko wysokim poziomem bezpieczeństwa, jak już wspomniano wcześniej, ale również jest bardzo prosta i intuicyjna w obsłudze. Umożliwia trening osobom niepełnosprawnym i w każdym wieku, niezależnie od wagi, wzrostu i poziomu zaawansowania osoby trenującej [1].

1. ZASADA DZIAŁANIA MASZYNY TRENINGOWEJ Z ELEKTROHYDRAULICZNYM ZADAWANIEM OBCIĄŻENIA

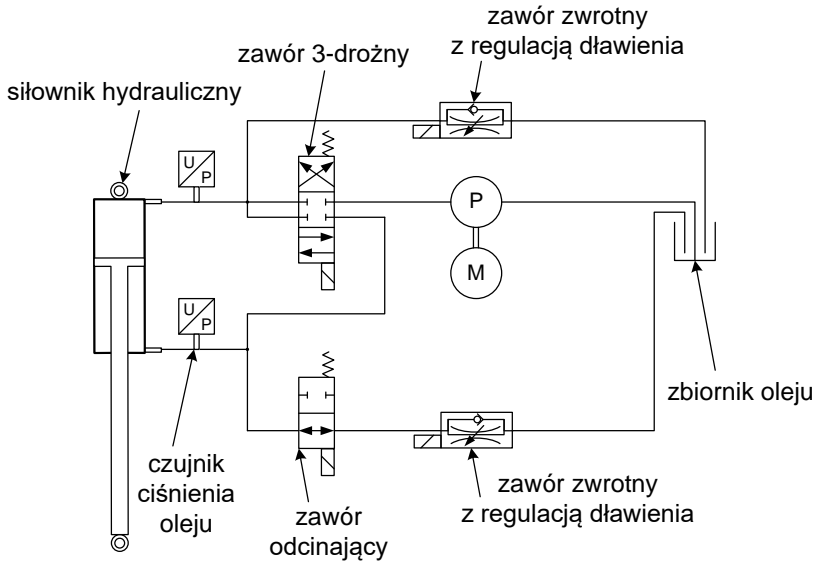
Maszyna treningowa z elektrohydraulicznym systemem zadawania obciążenia składa się z pionowej konstrukcji, do której w górnej części zamontowano ramię. Ramię połączone jest z podstawą maszyny za pomocą siłownika hydraulicznego o działaniu dwustronnym (rys. 1). Zmieniając położenie dźwigni, zmienia się także położenie tłoka siłownika hydraulicznego.

Prezentowana konstrukcja zakłada użycie oporu hydraulicznego regulowanego elektronicznie w zależności od potrzeb trenującego lub programu ćwiczeń. Specyfika treningu na urządzeniu treningowym z oporem hydraulicznym polega na tym, że urządzenie reaguje zmiennym oporem na działanie zmiennej siły, jaką wywiera ćwiczący, umożliwiając mu jednocześnie ruch szybszy lub wolniejszy w zależności od zastosowanej siły. Minimalna siła umożliwiająca ruch może być stosunkowo niewielka, lecz opór urządzenia rośnie lub maleje w zależności od intensywności parametrów ustawionych przez ćwiczącego. Charakterystykę i maksymalną wielkość tego oporu można dowolnie regulować.



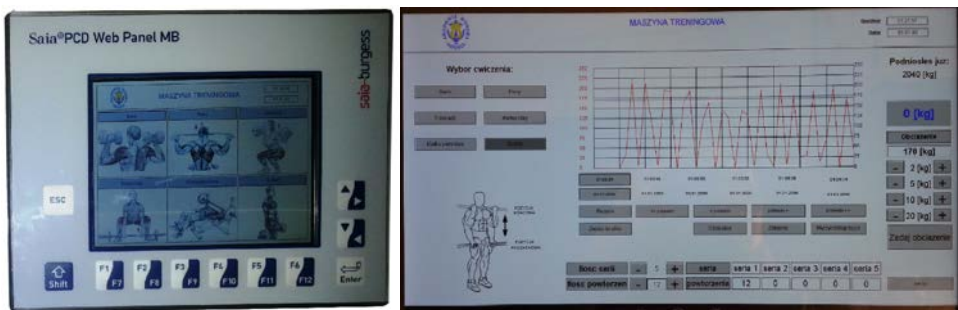
Rys. 1. Widok maszyny treningowej z hydraulicznym systemem zadawania obciążenia regulowanym za pomocą urządzeń elektronicznych

Do zadawania wartości obciążenia generowanego przez maszynę treningową zaprojektowany został układ hydrauliczny (rys. 2), w którym wykorzystano zjawisko tłumienia przepływu cieczy, w tym wypadku oleju hydraulicznego. Układ ten został zaprojektowany w sposób umożliwiający pracę maszyny w taki sposób, że ramię, do którego przymocowany jest siłownik hydrauliczny, podnoszone jest w górę, w dół lub zatrzymane w wybranej pozycji.



Rys. 2. Struktura układu hydraulicznego zadawania obciążenia

Każda z poszczególnych opcji opisana jest warunkami sterowania realizowanymi przez sterownik programowalny i odpowiada określonej konfiguracji nastaw zaworów hydraulicznych i serwomechanizmów. Do zadawania parametrów opracowano zestaw ćwiczeń dla każdej z grup mięśniowych, którym odpowiadają ikony obrazujące te grupy na panelu operatorskim lub dodatkowej stacji komputerowej (rys. 3).



Rys. 3. Widok panelu operatorskiego oraz ekranu komputera PC

Podnoszenie ciężaru w górę odbywa się po wyborze ćwiczenia „Barki, ciągi, przysiady”. Układ ma za zadanie ustawić zadany opór podczas podnoszenia ciężaru, natomiast opuszczanie ramienia maszyny powinno odbywać się z minimalnym oporem. Przy wyborze ćwiczenia „Plecy” można wykonywać wszystkie ćwiczenia, których zasadą jest opuszczanie ciężaru. Ruch ramienia w górę odbywa się swobodnie, natomiast podczas opuszczania opór ustawiony jest zależnie od wpisanych parametrów. Trzeci typ pracy stanowi zatrzymanie ramienia w wybranej pozycji. Ustawiając ten typ pracy maszyny, gdy ramię znajduje się u góry, można wykonywać szereg ćwiczeń jak na klasycznym drążku sportowym – podciąganie tułowia, unoszenie nóg wisząc, pompki na poręczach i wiele innych [1, 2].

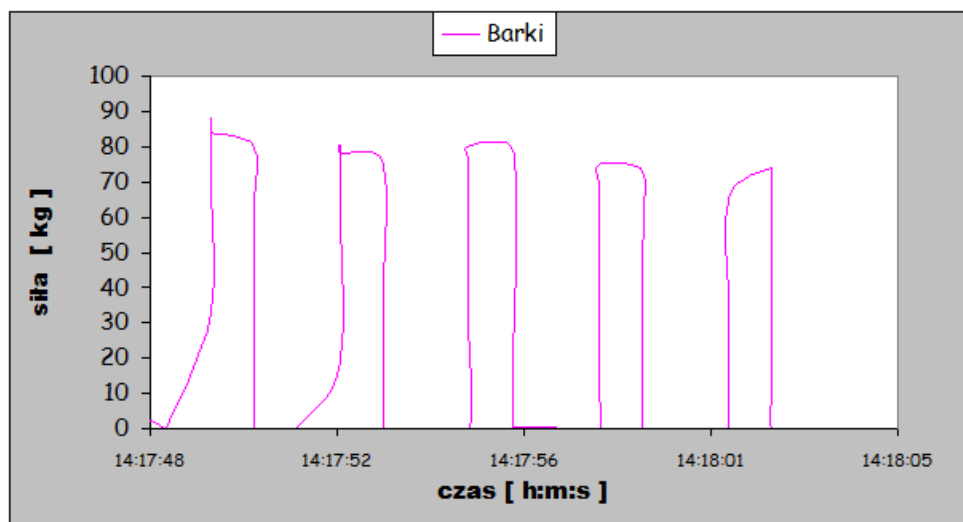
2. WERYFIKACJA PRACY URZĄDZENIA

Opracowanie urządzenia umożliwi realizację co najmniej 11 zasadniczych ćwiczeń w różnych wariantach. Przystrojenie urządzenia do dowolnego ćwiczenia jest szybkie i łatwe. Polega jedynie na ustaleniu poziomu ramienia uchwytu oraz regulacji obciążenia. Dla niektórych grup mięśniowych możliwe jest także dołożenie dodatkowych uchwytów.

Do podstawowych grup ćwiczeń zaliczyć można:

- ciągi (z dowolnej wysokości początkowej, w uchwycie współosiowym lub równoległym);
- przysiady z uchwytem trzymanym na barkach lub na klatce piersiowej tradycyjnie w pionie lub z wysunięciem stóp w przód lub w tył – dla zaangażowania różnych grup mięśniowych;
- wyciskanie leżąc poziomo albo pod kątem dodatnim lub ujemnym;
- wyciskanie w pionie w uchwycie:
 - współosiowym z dowolnym rozstawem rąk,
 - równoległym stałym lub płynnie regulowanym;
- podciąganie do klatki piersiowej w oparciu przodem;
- wypychanie nogami w pionie, w leżeniu tyłem z dowolnym obciążeniem;
- wyciskanie w pionie ze ściąganiem uchwytu w dół;
- wyciskanie „francuskie” w uchwycie równoległym;
- ćwiczenie bicepsów w uchwycie równoległym z płynnie regulowanym rozstawem rąk;
- wyciskanie na poręczach z dowolnym obciążeniem, mniejszym lub większym od ciężaru ciała ćwiczącego;
- ściąganie uchwytu w dół z dowolnym obciążeniem.

Opracowanie hydraulicznej maszyny treningowej sterowanej automatycznie stanowi ogromny postęp na rynku urządzeń sportowych. Łącząc ze sobą zalety treningu na maszynie hydraulicznej oraz dostosowane do niej sterowanie z wykorzystaniem wizualizacji na Webpanelu, uzyskuje się nowoczesne, bezpieczne urządzenie, które swoimi możliwościami przewyższa tradycyjne atlasy i maszyny wielostanowiskowe. Wizualizacja i sterowanie ograniczone są do najważniejszych parametrów tak, aby ćwicząca osoba cieszyła się z treningu, a wykorzystując podgląd parametrów na dużym wyświetlaczu, czuła jak największą satysfakcję z przeprowadzonego treningu. Dla bardziej zaawansowanych zawodników czy trenerów, których interesuje stały podgląd na formę i wykonywaną pracę, istnieje możliwość korzystania z zapisu danych. Podczas wykonywanych ćwiczeń zapisywane są najważniejsze parametry treningu: liczba wykonywanych serii i powtórzeń, użyta siła oraz czas wykonywanej pracy. Do odczytu i analizy danych można użyć np. programu Microsoft Excel.



Rys. 4. Przykładowe przebiegi uzyskane przy treningu „Barki”

Powyższy przebieg został uzyskany podczas treningu barki. Na osi X prezentowany jest czas treningu, na osi Y siła, jaką ćwiczący wywiera na ramię maszyny treningowej. Z powyższego przebiegu można zauważyć, że wykonanych zostało 5 powtórzeń w czasie 13 sekund. Pod pojęciem „powtórzenie” rozumie się ruch ramienia maszyny w górę i w dół. Podczas pierwszego

powtórzenia przyłożono największą siłę, która odpowiada 84 kg. Można również dostrzec, że stromość narastania krzywej jest najłagodniejsza, co przekłada się na najdłuższy czas wykonywanego powtórzenia. Najmniejsza siła zarejestrowana została przy ostatnim ruchu ramienia i odpowiada ona 79 kg. Znając dwie skrajne wartości siły, można obliczyć amplitudę, która w tym przypadku wyniosła 5 kg. Wartość ta stanowi w przybliżeniu 6% wartości średniej. Z powyższego przebiegu można również wywnioskować, że czas przerwy między poszczególnymi powtórzeniami był do siebie bardzo zbliżony i wynosił około 2 sekund. Szczegółowa analiza danych treningowych jest bardzo ważna dla trenerów i fizykoterapeutów. Dzięki uzyskanym informacjom mogą oni obserwować formę zawodnika i w odpowiedni sposób planować kolejne cykle treningów.

WNIOSKI

Maszyna treningowa z hydraulicznym systemem zadawania obciążenia oraz systemem wizualizacji i zadawania parametrów umożliwi realizację treningu siłowego w trudnych warunkach eksploatacyjnych na statkach i nie tylko. Jej użytkowanie wpływa na poprawę komfortu psychicznego osób, korzystających z tego rozwiązania. Osoby ćwiczące na elektrohydraulicznej maszynie treningowej na statku podczas intensywnego falowania nie muszą obawiać się o bezpieczeństwo swoje i osób z nimi przebywających z powodu możliwości zsunięcia się obciążenia ze sztangi w trakcie ćwiczeń lub w trakcie zmiany obciążenia. Po przytwierdzeniu maszyny treningowej do podłoża załoga nie musi martwić się o "luźne" obciążenie, które mogłoby spowodować uszkodzenia w trakcie intensywnego falowania.

Przedstawione rozwiązanie jest bardzo użyteczne i bezpieczne dla chcących utrzymać swoje ciało w dobrej kondycji. Podczas ćwiczenia osoba trenująca nie wymaga asekuracji drugiej osoby. Opracowany system dzięki swojej prostocie jest niezwykle efektywny i intuicyjny w obsłudze. Urządzenie umożliwi wykonywanie ćwiczeń praktycznie każdej partii ciała: mięśni nóg, bioder, klatki piersiowej, bicepsów, tricepsów, mięśni pleców, barków oraz wielu innych. Dzięki możliwości płynnej zmiany obciążenia w szerokim zakresie możliwe jest dostosowanie treningu do indywidualnych potrzeb i możliwości ćwiczącego.

Maszyny tego typu w niedalekiej przyszłości z pewnością zastąpią tradycyjne atlasy wielostanowiskowe i inne podobne konstrukcje ze względu na bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa w czasie treningu, prostotę użyt-

kowania dla osób zarówno początkujących, jak i tych bardziej zaawansowanych. Dzięki opcji rejestracji i archiwizacji danych treningowych możliwe jest przesyłanie wyników swoich ćwiczeń do prywatnego trenera, który zarządza treningami oraz kontroluje postępy.

Dzięki rozszerzeniu komunikacji o łączność bezprzewodową Wi-Fi możliwe jest uruchomienie opracowanej wizualizacji praktycznie na każdym urządzeniu mobilnym, takim jak tablet, laptop, czy smartfon. Wszystko służy temu, aby maksymalnie zwiększyć wygodę użytkownika podczas ćwiczenia.

Rozwiązanie i sposób działania elektrohydraulicznej maszyny treningowej ma szansę znaleźć zastosowanie również w przestrzeni kosmicznej, gdzie problemem zaczyna być brak siły grawitacji, która nie jest wymagana do prowadzenia treningów siłowych. Niezmiernie zaś ważne jest, aby astronauta przebywający w przestrzeni kosmicznej utrzymywał swoje ciało w doskonałej formie fizycznej [1, 2].

BIBLIOGRAFIA

1. Grubba T., Cząstka T., *Opracowanie systemu wizualizacji i zadawania parametrów dla urządzenia treningowego*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2010.
2. Sołtysiuk K., Styp-Rekowski B., *Opracowanie systemu wizualizacji i zadawania parametrów dla urządzenia treningowego na statku*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2016.

Źródła internetowe

3. *Maszyny treningowe*, <https://www.topslim.pl/Jak-wybrac-maszyny-i-stanowiska-treningowe-ccms-pol-41.html>.

TRAINING MACHINE WITH HYDRAULIC LOAD SYSTEM

The article describes the possibilities of the developed construction of a training machine with an electronic hydraulic load setting system. By using this type of training machine, it is possible to minimize the occurrence of injuries and achieve better training and rehabilitation effects. In addition, the construction of the machine itself takes up much less space and is lighter than equivalent training devices. The advantage of the training

machine with a hydraulic load setting system is the possibility of using it in such places as a sea ship, because the tilts caused by sea waves do not affect the safety of use and change the machine load.

Keywords: *training machine, hydraulic load setting system.*

Bartosz Minko

Koło Naukowe e-Biznesu

MIASTO GDYNIA – CERTYFIKOWANE *SMART CITY*

Inteligentne miasto to status, do którego osiągnięcia dąży wiele z dzisiejszych miejscowości. Wiąże się to z wykorzystywaniem zaawansowanych technologii, które mają za zadanie usprawniać życie mieszkańców, a także poprawiać ich jakość życia. Idea smart city opiera się na wielu ogniwach koniecznych, by inteligentne miasto funkcjonowało zgodnie z założeniami. W artykule poza omówieniem podstawowej terminologii, związanej z szeroko pojętym smart city, czyli inteligentnym miastem, przedstawione zostało miasto Gdynia w kontekście certyfikowanego smart city, a także ukazano wybrane rozwiązania smart, które są w nim wykorzystywane.

Słowa kluczowe: smart city, inteligentne miasto, Gdynia.

WSTĘP

Mimo że zagadnienie *smart city* występuje dość krótko w powszechnym użyciu, to zdecydowanie zyskuje na popularności i nic nie zapowiada, by się to zmieniło, a coraz to nowe rozwiązania technologiczne jedynie wspierają rozwój i popularność inteligentnych miast. Idea tego terminu mimo złożoności samej definicji jest prosta – zwiększenie komfortu, jakości i polepszenie dobrostanu mieszkańców oraz przedsiębiorców. Aby było to osiągalne, potrzebne jest odniesienie sukcesu w siedmiu ogniwach, które mają decydujący wpływ na funkcjonowanie inteligentnego miasta.

Na wyróżnienie i otrzymanie certyfikatu, potwierdzającego spełnienie odpowiednich wymogów oraz uzyskanie tytułu *smart city*, w Polsce zapracowało jedynie kilka miast. Jednym z nich jest miasto Gdynia, położone w województwie pomorskim, tuż nad Morzem Bałtyckim. Miejscowość otrzymała najwyższy rangą z możliwych certyfikat, świadczący o pełnoprawnym funkcjonowaniu jako miasto *smart*. Nie jest to przypadek, gdyż na terenie Gdyni występuje wiele rozwiązań, które w pełni odzwierciedlają

i współgrają z ideą miasta inteligentnego. Zostały one opisane w dalszej części artykułu.

Celem artykułu jest przedstawienie zagadnienia inteligentnego miasta oraz wybranych rozwiązań *smart* na terenie miasta Gdynia, będącego jednym z niewielu, certyfikowanych *smart cities* w Polsce.

1. CZYM JEST INTELIGENTNE MIASTO?

Pojęcie *smart city* czyli inteligentne miasto jest stosunkowo młodym zagadnieniem, gdyż pierwsze wspomnienie o nim w piśmie naukowym pojawiło się w roku 1991 w artykule autorstwa Hunter Drohojowskiej, natomiast do roku 2011 ukazywały się jedynie pojedyncze opracowania, związane głównie z innowacyjnymi rozwiązaniami w budownictwie i projektowaniu wewnątrz [1]. Druga dekada XXI wieku przyniosła nasilenie zainteresowania wokół idei inteligentnych miast i od roku 2012 coraz częściej zaczęły być widoczne autorskie prace reprezentantów różnorodnych dyscyplin naukowych na temat *smart city*. Jednak warto zaznaczyć, że zagadnienie to wciąż jest modyfikowane i określane [3].

W literaturze przedmiotu pojęcie „inteligentne miasto” wiąże się z aspektami, których suma ma wpływać na podniesienie komfortu, jakości i dobrostanu mieszkańców oraz przedsiębiorców [2]. Złożoność zagadnienia obejmuje innowacyjne i nowoczesne technologie cyfrowe i telekomunikacyjne, których zastosowanie ma na celu m.in. poprawę efektywności takich sieci i usług, jak choćby utylizacja odpadów czy transport miejski [2]. Krysiński podkreśla, że pojęcie *smart city* najczęściej powiązane jest z takimi przestrzeniami jak mobilność, transport, ekologia czy bezpieczeństwo [3]. Spotykane są również takie definicje jak [4]:

- *smart city* intensywnie korzysta z zaawansowanych technologii, łączy ludzi oraz informacje dzięki nowym technologiom w celu utworzenia zrównoważonego, ekologicznego miasta i podniesienia standardu życia;
- inteligentne miasto jest w stanie zapewnić warunki dla szczęśliwej i zdrowej społeczności w wymagających okolicznościach, które mogą przysporzyć tendencje globalne, ekonomiczne, środowiskowe i społeczne;
- powiązanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) razem z ich oddziaływaniem na kapitał ludzki, społeczny oraz relacyjny, a także kwestie środowiskowe.

2. ZAŁOŻENIA SMART CITY

Celem idei *smart* są miasta zdecydowanie mniejsze niż obecne, zwarte, wręcz kompaktowe, czego efektem ma być zapobieganie pojawianiu się negatywnych zjawisk społecznych oraz gospodarczych, które są obserwowane w dużych jednostkach [5]. Rozwiązania te wiążą się ze zmianą metod planowania aglomeracji miejskich i kierunków rozwoju, co w ogólnym rozrachunku ma prowadzić do poprawy jakości życia mieszkańców, racjonalistycznego zarządzania ich mobilnością, a także ograniczenia zbytniego wykorzystania ziemi [4].

Idea miasta inteligentnego dąży do poprawy działań w następujących siedmiu ogniwach, przedstawionych w tabeli 1.

Tabela 1. Siedem ogniw inteligentnego miasta [4]

Obywatele	Osoby, zamieszkujące zurbanizowany obszar, współtworzące gospodarkę aglomeracji oraz mające bezpośredni wpływ na stan miejskich obszarów
Urzędy	Instytucje, które swoją działalnością oddziałują bezpośrednio i pośrednio na obszar zurbanizowany
Budynki	Obiekty energooszczędne, które będąc częścią infrastruktury, są spójnym systemem <i>smart city</i>
Transport	Ogniwo koncepcji <i>smart</i> , w którym dąży się do jak największej redukcji własnych środków komunikacji na rzecz transportu zbiorowego
Infrastruktura	Sieć połączeń drogowych, kolejowych, lotniczych i żeglugi śródlądowej, a także budynki związane z ruchem komunikacyjnym
Łączność	Technologia IT, będąca zapleczem integracji wszystkich systemów wewnątrz obszaru aglomeracji
Zdrowie	Czynniki mające wpływ na samopoczucie mieszkańców

Wszystkie te działania skierowane są na poprawę jakości życia w aglomeracji miejskiej. Kluczową determinantą, która warunkuje poprawne funkcjonowanie koncepcji inteligentnego miasta, jest zadowolenie mieszkańców, wzrost bezpieczeństwa, a także polepszenie stanu środowiska naturalnego. Aby było to osiągalne, konieczne jest przestrzeganie opracowanych zasad w wyżej przedstawionych kategoriach [4].

3. GDYNIA JAKO CERTYFIKOWANE *SMART CITY*

Gdynia to miasto zlokalizowane na północy Polski, w województwie pomorskim, tuż nad brzegiem Morza Bałtyckiego. Jeszcze niewiele ponad 100 lat temu, na początku XX wieku była to rybacka wieś, która prawa miejskie uzyskała w 1926 roku [9]. Od tego momentu nie zwalniano tempa w aspekcie jej rozwoju. Już wtedy miasto było jednym z ciekawszych przykładów przemyślanej urbanistyki, co m.in. wpłynęło na to, że dziś Gdynia zdecydowanie wyróżnia się na arenie krajowej i międzynarodowej w kontekście *smart city* [9].

Jako pierwsze miasto w Polsce i Europie Wschodniej uzyskała w 2017 roku od niezależnej kanadyjskiej organizacji *World Council on City Data* certyfikat inteligentnego miasta zgodny z ogólnie przyjętą normą ISO 37120 na poziomie aspirującym [15]. Wskaźnik opracowany został przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną w Genewie w roku 2014 i jest związany z poziomem usług miejskich oraz jakości miejskiego życia, dotycząc takich kategorii jak zdrowie, edukacja, ekonomia, zarządzanie, transport, bezpieczeństwo czy telekomunikacja i innowacja [7].

W roku 2019 Gdynia znów pioniersko przeszła proces ponownej certyfikacji, tym razem uzyskując odznaczenie na poziomie platynowym, czyli najwyższym z możliwych [10]. Świadczy to o ciągłym, zrównoważonym rozwoju miasta, a także umożliwiło jednoznaczne stwierdzenie, w którym miejscu się znajduje oraz jaki jest poziom jakości życia, porównując się z najbardziej rozwiniętymi miastami na świecie [12].

Dwa lata później, w 2021 roku, Gdynia będąca w gronie pionierów wśród miast wykorzystujących oraz otwierających zestandaryzowane dane miejskie, co umożliwia analizę trendów, jako jedno z kilku miast na całym świecie otrzymała certyfikat zgodny z nową normą ISO 37122, która nazywana jest już wprost certyfikacją *smart city* [6].

4. WYBRANE ROZWIĄZANIA *SMART* W GDYNI

Mieszkańcy Gdyni każdego dnia mają okazję korzystać z wielu rozwiązań *smart* wprowadzanych przez władze miasta. Należą do nich m.in.:

- **System TRISTAR** – osiągnięcie niezwykle ważne, system odpowiedzialny za dostarczanie informacji pasażerom komunikacji miejskiej o rzeczywistym czasie przyjazdów i odjazdów. Ponadto stanowi dla kierowców inteligentny zbiór danych, zbierając oraz przekazując komunikaty na temat

ruchu drogowego, wspiera bezpieczeństwo na drogach, a także nadzoruje strefy parkingowe, poprzez wskazywanie liczby wolnych miejsc postojowych [7];

- **Cyfrowy Urząd Miasta** – powstał w 2015 roku, będąc istotnym wsparciem podczas pandemii Covid-19, ale nie tylko, gdyż pozwala na zrealizowanie 160 spraw urzędowych za pomocą elektronicznych wniosków. Pomocą dla CUM jest Wirtualny Urzędnik, którego można zapytać o pomoc w okienku znajdującym się na stronie gdynia.pl [13];
- **Voicebot** - głosowy asystent, czyli oprogramowanie zawierające sztuczną inteligencję, służące pomocą, gdy mieszkańcy Gdyni dzwonią z potrzebą załatwienia spraw urzędowych, asystent ustala i rezerwuje najbliższy termin wizyty. Mimo że voiceboty są dobrze znane np. z infolinii bankowych, to w skali samorządu jest to jedno z najbardziej innowacyjnych rozwiązań, mające wpływ na obsługę mieszkańców. Wprowadzony w 2020 roku stał się pierwszą taką innowacją w Polsce, a co więcej, jak obliczono, jest w stanie wyręczyć nawet trzech pracowników miejskiej infolinii. Warto również dodać, że ten głosowy asystent jest systemem na bieżąco uczącym się wraz z każdą rozmową, co wpływa na polepszanie jakości przy kolejnych połączeniach [16];
- **Pomorski Park Naukowo-Technologiczny** – największy w kraju hub organizacji związanych z biznesem, nauką, ochroną środowiska i technologiami. Miejsce stanowiące przestrzeń dla ponad 260 firm tworzących nowoczesne usługi, produkty i inicjatywy. Ponadto rozwój gospodarki wspierają również takie instytucje, jak Gdyńskie Centrum Wspierania Przedsiębiorczości oraz Gdyński Inkubator Przedsiębiorczości [14];
- **Aplikacja Gdynia.pl** – stanowi jedną z pierwszych oraz najbardziej zaawansowanych tego rodzaju inicjatyw w Polsce, oferując mieszkańcom dostęp do: karty mieszkańca, prognozy pogody i ostrzeżeń meteorologicznych, aktualności oraz bieżących informacji z miasta, kalendarza wydarzeń, rezerwacji wizyt w urzędzie, a nawet dostęp do elektronicznego dziennika swojego dziecka, uczęszczającego do szkoły w Gdyni. Ogromną zaletą jest fakt, że użytkownik posiada te wszystkie udogodnienia w jednym miejscu na urządzeniu mobilnym [11];
- **Planer Voom** – znajdujący się w aplikacji Gdynia.pl planer multimodalny, oparty na sztucznej inteligencji, umożliwiający wyznaczenie optymalnej trasy podróży, dowolnie łącząc środki transportu jak np. komunikacja miejska, samochody na minuty czy hulajnogi elektryczne. To kolejne rozwiązanie, które znacząco wpływa na poprawę jakości życia mieszkańców

za pomocą inteligentnych rozwiązań informatycznych. Do Gdyni planer dotarł dzięki współpracy strategicznej miasta ze start-upem Voom z branży *mobility*, który promuje innowacyjną i nową w Polsce ideę zielonego transportu multimodalnego (przewóz przy użyciu dwóch lub więcej rodzajów transportu) [8].

Poza wyżej przedstawionymi rozwiązaniami warto zaznaczyć, że miasto Gdynia przykłada dużą uwagę do ochrony i polepszenia stanu środowiska naturalnego poprzez takie działania, jak wprowadzenie nowoczesnych trakcji trolejbusowych, autobusów zasilanych CNG, rozwój infrastruktury rowerowej. Oprócz podstawowych działań, jak termomodernizacja budynków czy segregacja odpadów, miasto korzysta z programu likwidacji tzw. kopciuchów (przestarzałych kotłów i pieców na węgiel), planuje powiększanie terenów zielonych, a także wymienia miejskie oświetlenie na ledowe, funkcjonujące w trybie ekonomicznym [13].

WNIOSKI

Smart city jest to dziedzina rozwoju, która aktualnie zdobywa i z pewnością będzie zdobywać na popularności. Mimo że wiele miast nie posiada certyfikatów, określających dane miasto miastem inteligentnym, to sporo z nich już stosuje bądź ma w planach wprowadzać pojedyncze usprawnienia, określane mianem *smart*, jak chociażby system wypożyczalni rowerów miejskich na minuty bądź aplikacje umożliwiające zakup biletów na komunikację miejską.

Przedstawione wyżej rozważania ukazują, jak ważnym zagadnieniem jest *smart city*, a także jak dynamicznie rozwijającym się miastem jest Gdynia. Rozwiązania, które wprowadziło do tej pory miasto, zapewniły jego wyróżnienie na arenie krajowej oraz międzynarodowej pod względem innowacyjności i przynależności do grona certyfikowanych inteligentnych miast. Warto zauważyć, że każde z przytoczonych rozwiązań *smart* występujących w Gdyni idealnie wpisuje się w ogniwa idei miasta inteligentnego, jak np. Urzędy – Cyfrowy Urząd Miasta czy Łączność – System TRISTAR. Świadczy to o świadomym działaniu w celu osiągnięcia obranego przez władze miasta celu, czyli usprawniania oraz polepszania jakości życia mieszkańców.

BIBLIOGRAFIA

1. Drohojowska H., *San-Francisco style, art.-deco elements inform a smart city residence + interior-designe by Arnold Val*, Architectural Digest, 1991, vol. 48, nr 5, s. 114–121.
2. Janczar E., *Smart city zaczyna się od nowoczesnego planowania przestrzennego: procesowe e-planowanie partycypacyjne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2021.
3. Krysiński P., *Smart city w przestrzeni informacyjnej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń 2020.
4. Tundys B., Bachanek K.H., Puzio E., *Smart city. Modele, generacje, pomiar i kierunki rozwoju*, edu-Libri, Kraków – Legionowo 2022.
5. Vanolo A., *Is there anybody out there? The place and role of citizens in tomorrow's smart cities*, Futures, 2016, vol. 82.

Źródła internetowe

6. Bukowski S., *Gdynia wzorem miast inteligentnych*, <https://wspolnota.org.pl/news/gdynia-wzorem-miast-inteligentnych> (dostęp 10.05.2023).
7. *Gdynia, czyli pierwsze smart city w Europie Wschodniej*, <https://livemorepomerania.com/gdynia-czyli-pierwsze-smart-city-w-europie-wschodniej/> (dostęp 10.05.2023).
8. *Gdynia stawia kolejny krok w kierunku smart city*, <https://www.propertydesign.pl/dossier/132/gdynia-stawia-kolejny-krok-w-kierunku-smart-city,32578.html> (dostęp 13.05.2023).
9. *Gdynia – tu zawsze słyhać śpiew mew*, https://pomorskie.travel/artykuly/gdynia_i_jej_atrakcje/ (dostęp 13.05.2023).
10. *Gdynia z platynowym ISO*, <https://www.investgdynia.pl/title,Gdynia-z-platynowym-ISO,pid,2,newsid,431.html> (dostęp 13.05.2023).
11. *Gdyńskie Centrum Kontakt*, <https://www.gdynia.pl/aplikacja/> (dostęp 10.05.2023).
12. Jaszczerska-Zawadzka M., *Gdynia wyróżniona platynowym ISO*, <https://www.gdynia.pl/co-nowego,2774/gdynia-wyrozniona-platynowym-iso,540828> (dostęp 10.05.2023).
13. Mejna K., *Gdynia – smart city*, <https://www.gdynia.pl/gdynia-innowacyjna,7581/gdynia-smart-city,549217> (dostęp 10.05.2023).
14. *ppnt gdynia*, <https://ppnt.pl/> (dostęp 10.05.2023).

15. Wołowicz-Bińkowska A., *Gdynia – pierwsza z certyfikatem miasta inteligentnego*, <https://www.gdynia.pl/co-nowego,2774/gdynia-pierwsza-z-certyfikatem-miasta-inteligentnego,486205> (dostęp 10.05.2023).
16. Złoch K., *Powiedz jaką sprawę chcesz załatwić. Gdyński voicebot pod lupą*, <https://www.gdynia.pl/co-nowego,2774/powiedz-jaka-sprawe-chcesz-zalatwic-gdyski-voicebot-pod-lupa,570528> (dostęp 13.05.2023).

CITY OF GDYNIA – CERTIFIED SMART CITY

A smart city is a type of agglomeration that many of today's cities are striving to achieve. It involves the use of advanced technologies that are designed to improve the lives of residents and also their quality of life. The smart city concept is based on a number of links that need to occur for everything to work together and fulfil its function. In the article, apart from describing the basic terminology related to the widely understood smart city, i.e. smart city, the city of Gdynia is presented in the context of a certified smart city and selected smart solutions that are used in this city are shown.

Keywords: *smart city, Gdynia.*

**Wiktor Miroński, Dawid Penkowski,
Jakub Kuras, Jakub Wnorowski**

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

AUTOMATYCZNY UKŁAD DO PRODUKCJI BIOPALIW

Biopaliwa są coraz bardziej rozwijającą się gałęzią przemysłu i stosowaną przez coraz większą liczbę państw na świecie jako alternatywa dla paliw konwencjonalnych. Produkcja biopaliw skupia się głównie na uzyskaniu nośnika energii z upraw energetycznych poprzez fermentację. Gotowy produkt wykorzystywany jest jako paliwo napędowe do pojazdów wyposażonych w silniki ciepłne. Najbardziej powszechnym biopaliwem płynnym jest bioetanol, używany jako nośnik energii do pojazdów, zapewniając alternatywę dla benzyny oraz bezpieczeństwo energetyczne. W pracy zaprezentowano autorską konstrukcję destylatora do produkcji biopaliwa I generacji, jakim jest etanol.

Słowa kluczowe: destylator, biopaliwa, etanol.

WSTĘP

Pierwsze wykorzystanie etanolu jako nośnika energii datuje się na rok 1908, gdy skonstruowany został silnik, który mógł być zasilany benzyną jak i alkoholami. Do ponownego stosowania i produkcji alkoholi jako nośnika energii powrócono kilkadziesiąt lat temu. Obecnie duże koncerny samochodowe produkują silniki przystosowane do zasilania alkoholem, jednak jest on używany częściej jako komponent istniejących paliw aniżeli samodzielne paliwo. Etanol może być wyprodukowany na bazie jednej z dwóch metod: pierwszej „syntetycznej”, gdzie etanol otrzymywany jest z etylenu na drodze rafinacji ropy naftowej, poprzez jego uwodnienie w wysokiej temperaturze w obecności katalizatora oraz drugiej „fermentacyjnej”, gdzie etanol wytwarza się poprzez fermentację surowców zawierających cukry proste (glukozę, ksylozę) lub dwucukry (sacharozę lub laktozę).

W Polsce dostępnymi surowcami, zawierającymi bezpośrednio fermentowane cukry, są melasa i serwatka. Melasa stanowi produkt uboczny

powstający w cukrowniach, natomiast serwatka pozostaje produktem ubocznym przemysłu mleczarskiego. Surowce zawierające wielocukry – skrobię i celulozę – można znaleźć w życie, pszenżycie, pszenicy, kukurydzy, ziemniakach, burakach, trzcinie cukrowej oraz odpadach z przemysłu piekarniczego. Największy potencjał, jako nieograniczone źródło do produkcji paliwowego etanolu, ma biomasa roślinna.

Aby wyprodukować etanol, niezbędne jest zastosowanie odpowiedniej technologii. Najbardziej popularna jest technologia, wykorzystująca proces fermentacji surowców organicznych. Do XIX wieku na temat procesu fermentacji wiedzano niewiele.

Louis Pasteur (1822–1895) odkrył, że drożdże stanowią czynnik wywołujący fermentację. Podczas procesu fermentacji rola drożdży polega na zamianie całego cukru w alkohol. Fermentacja przebiega w trzech etapach:

- zafermentowanie – faza polegająca na rozmnażaniu komórek drożdży dzięki zawartości tlenu w nastawie, przy niewielkiej ilości powstającego alkoholu;
- fermentacja główna – bardzo intensywny proces fermentacji, w którym powstają duże ilości alkoholu, a także dwutlenku węgla. Obserwuje się wzrost temperatury. Fazę tę nazywa się także fermentacją burzliwą;
- dofermentowanie – w tej fazie większość cukru jest odfermentowana oraz powstają niewielkie ilości dwutlenku węgla.

W trakcie procesu fermentacji, przy użyciu odpowiednich enzymów i drożdży oraz ich działaniu na surowiec, wytwarza się tzw. zacier, który jest kierowany do kolumny destylacyjnej, gdzie następuje wstępne oddzielenie etanolu od zanieczyszczeń. Proces destylacji w kolumnie destylacyjnej polega na podgrzaniu cieczy (zacieru) w celu przejścia substancji w stan gazowy, a następnie schłodzeniu powstałej pary w celu skroplenia jej i otrzymania destylatu czyli produktu końcowego destylacji. Proces ten pozwala na oczyszczenie cieczy. Jest on najczęściej wykorzystywanym sposobem oczyszczania cieczy o dużej lotności ze względu na swą prostotę. W wyniku destylacji można otrzymać mieszaninę alkoholu etylowego z wodą o stężeniu sięgającym 97%, nazywaną powszechnie spirytusem.

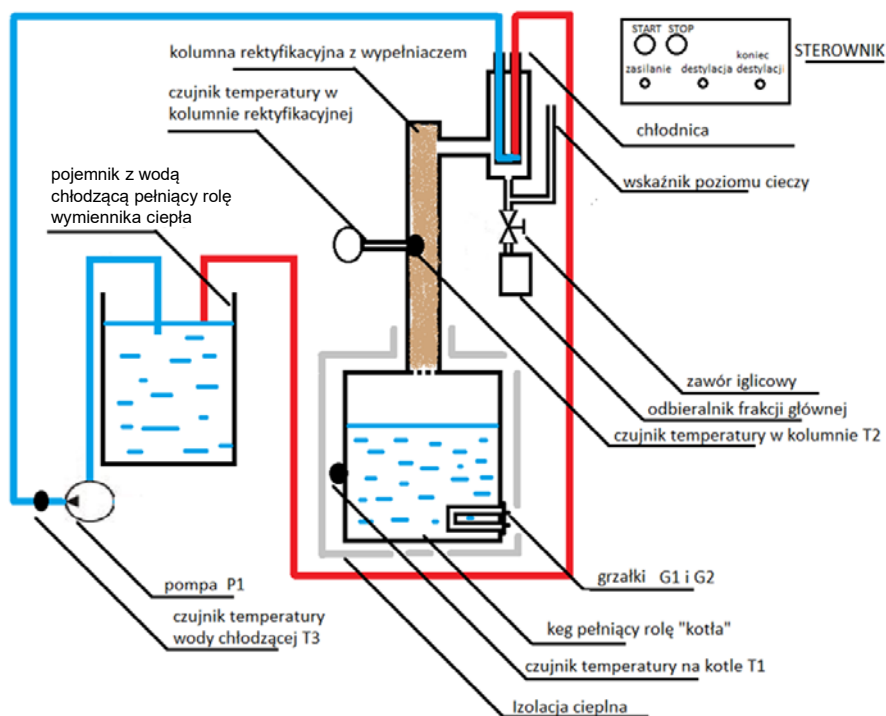
Istnieje kilka metod destylacji, z których najbardziej popularne są to:

- destylacja prosta;
- destylacja próżniowa;
- destylacja z parą wodną;
- destylacja frakcyjna z kolumną destylacyjną;
- destylacja azeotropowa.

Pomysł stosowania biopaliw jako napędu do silników narodził się już w XIX wieku, kiedy Rudolf Diesel zbudował silnik napędzany olejem arachidowym. Skłoniły go do tego obawy związane z brakiem dostępu do ropy naftowej w przyszłości. Do koncepcji tej powrócono w latach 80. XX wieku wskutek kryzysów naftowych i napięć politycznych w latach 70.

1. KONCEPCJA AUTOMATYCZNEGO UKŁADU DO PRODUKCJI BIOPALIWA [1]

Na potrzeby realizacji automatycznego układu do produkcji biopaliw płynnych wykorzystano metodę destylacji frakcyjnej z kolumną destylacyjną, której zasadę działania zaprezentowano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat ideowy układu do produkcji alkoholu etylowego [1]

Opracowanie przedstawionego układu umożliwia m.in. wykonanie następujących czynności:

- rejestracja i pomiar temperatury w kotle, w połowie kolumny rektyfikacyjnej oraz wody chłodzącej w celu umożliwienia kontroli przebiegu procesu;
- włączenie zasilania grzałki oraz pompy;
- kontrola temperatury procesu poprzez włączanie i wyłączanie grzałek w celu utrzymania stałej temperatury, co umożliwi uzyskanie alkoholu wysokoprocentowego;
- automatyczne zakończenie procesu w momencie gwałtownego wzrostu temperatury do 92°C;
- regulacja nastawy zaworu iglicowego przed odbieralnikiem frakcji głównej w celu uzyskania jak najlepszej jakości produktu oraz umożliwienia obserwacji poziomu cieczy w miejscu ustawienia refluksu;
- sterowanie procesem destylacji z wykorzystaniem mikrokontrolera ATMEGA 128.

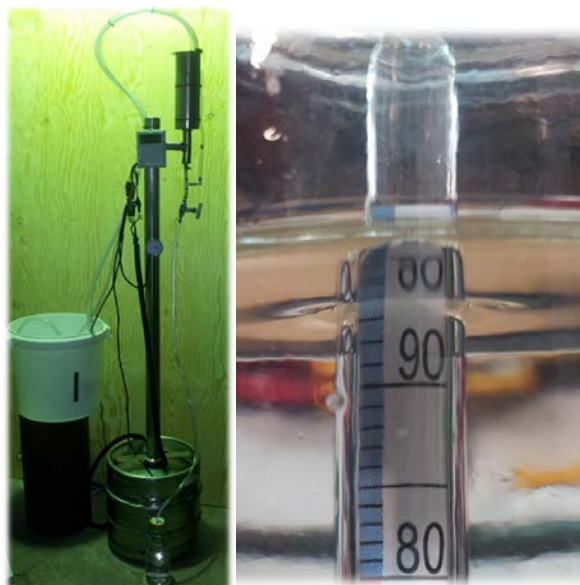
Układ sterowania procesem destylacji został wyposażony w przyciski START/STOP i połączony z przekaźnikami oraz z czujnikami temperatury w celu sterowania i kontroli procesu destylacji.

Zastosowany mikroprocesor wraz z czujnikami temperatury pozwala na zautomatyzowanie procesu destylacji poprzez zmniejszenie czynności koniecznych do wykonania przez użytkownika. Wszystkie czynności, które należy wykonać, aby otrzymać destylat wysokiej mocy, sprowadzają się do:

- przygotowania nastawu oraz umieszczenia go w kotle destylacyjnym;
- wypełnienia układu chłodzenia wodą;
- uruchomienia procesu poprzez naciśnięcie przycisku „START”;
- ustawienia zaworu precyzyjnego w sposób, który umożliwia proces rektyfikacji;
- odebranie pożądanego destylatu po wyświetleniu komunikatu „KONIEC”.

Opracowany algorytm sterowania znalazł swoje potwierdzenie w jakości otrzymanego alkoholu etylowego. Średnia zawartość alkoholu z prób destylacyjnych wyniosła około 94% (zawartość alkoholu w zacierze 19%).

W przypadku, gdy produktem destylacji jest alkohol, można go wykorzystać do napędu pojazdów samochodowych. Gdy rafinacja ropy naftowej nie była rozpowszechniona, spirytus wykorzystywano do napędzania silników samochodowych. Należy pamiętać, że czysty alkohol etylowy ma mniejszą wartość opałową od benzyny.



Rys. 2. Widok zrealizowanego układu do produkcji alkoholu etylowego oraz pomiar procentowej zawartości alkoholu w uzyskanym destylacie

Ważną z punktu widzenia motoryzacji zaletą alkoholu jako paliwa silnikowego jest jego odporność na spalanie detonacyjne, czyli wysoka liczba oktanowa. Dzięki temu, że charakteryzuje się on wysokim ciepłem parowania, dobrze chłodzi silnik jeszcze przed spalaniem mieszanki za sprawą odparowania. Aby w silniku (w tym Diesla) możliwe było wykorzystanie alkoholu jako paliwa, nie trzeba dokonywać skomplikowanych i kosztownych modyfikacji. Również silniki Diesla mogą być napędzane alkoholem, lecz należy pamiętać o zapewnieniu właściwego chłodzenia dysz spryskiwaczy.

Ważnym aspektem przy stosowaniu alkoholu jako paliwa jest fakt, że przy jego spalaniu emisja gazów cieplarnianych jest mniejsza niż w przypadku benzyny czy oleju napędowego.

WNIOSKI

Podczas obsługi destylarki należy przedsięwziąć niezbędne środki bezpieczeństwa, ponieważ produkty destylacji charakteryzują się wysoką łatwopalnością. Pomieszczenie, w którym realizowany jest cały proces, powinno być wyposażone w sprawną wentylację. Pomimo zastosowania

mikroprocesora kontrolującego przebieg procesu, destylarki nie należy zostawiać bez nadzoru przez dłuższy czas. Układ elektryczny sterownika został wyposażony w wyłącznik, którym w razie potrzeby można przerwać proces destylacji.

Opracowana konstrukcja destylarki pozwala na uzyskanie głównego składnika współczesnych biopaliw – etanolu. W czasach stale rosnącego zapotrzebowania na wszelkiego rodzaju paliwa produkcja biopaliw na bazie etanolu jest istotnym czynnikiem, pozwalającym na częściowe zmniejszenie zapotrzebowania na paliwa ropopochodne.

BIBLIOGRAFIA

1. Miotk B., Wyka K., *Budowa i badanie destylatora do produkcji paliw dla silników cieplnych*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2014.
2. Pischl J., *Destylaty alkoholowe*, Borus&InterPolonus, Warszawa 2010.
3. Stichlmair J.G., Fair J.R., *Distillation – principles and practice*, John Wiley and Sons Ltd, 2021.

AUTOMATIC SYSTEM FOR BIOFUEL PRODUCTION

Biofuels are an increasingly developing branch of industry and are used by an increasing number of countries in the world as an alternative to conventional fuels. The production of biofuels focuses mainly on obtaining an energy carrier from energy crops through fermentation. The finished product is used as fuel for vehicles equipped with heat engines. The most common liquid biofuel is bioethanol, used as an energy carrier for vehicles, providing an alternative to gasoline and energy security. The paper presents an original construction of a distiller for the production of 1st generation biofuel, i.e. ethanol.

Keywords: *biofuels, distiller, ethanol.*

**Dawid Penkowski, Jakub Kuras, Wiktor Miroński,
Jan Rabcewicz-Poczęsny, Oskar Pietrykowski**

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

SYSTEM ZARZĄDZANIA ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ NA STATKU – ANALIZA SIECI W ZALEŻNOŚCI OD OBCIĄŻENIA

W artykule zaprezentowano wyniki badań z użyciem symulatora okrętowego systemu elektroenergetycznego na temat zjawisk, jakie występują w systemie w zależności od rodzaju obciążenia. Obecne systemy elektroenergetyczne na statkach są wyposażane w coraz bardziej rozbudowane układy elektroniczne, które zapewniają jeszcze większą niezawodność sieci zasilającej, zwiększają bezpieczeństwo załogi i statku, a także redukują koszty wytwarzania energii elektrycznej oraz jej obsługi. Ze względu na „miękki” typ elektrycznej sieci okrętowej, każda zmiana obciążenia może mieć zauważalny wpływ na jej podstawowe parametry, takie jak napięcie czy częstotliwość.

Słowa kluczowe: system elektroenergetyczny na statku, sieci okrętowe, rodzaje obciążeń w systemie elektroenergetycznym.

WSTĘP

Obecne systemy elektroenergetyczne na statkach są wyposażane w coraz bardziej rozbudowane układy elektroniczne, które zapewniają bardzo wysoki poziom niezawodności sieci zasilającej, bezpieczeństwo dla załogi i statku, a także minimalizują koszty wytwarzania energii elektrycznej oraz jej obsługi.

Początki rozwoju elektryczności na statkach sięgają drugiej połowy XIX wieku, kiedy to w 1880 roku na statku SS „Columbia” zrealizowano pierwszą instalację elektryczną z generatorem prądu stałego (DC), wykorzystaną do zasilania 120 żarówek. Rozwój elektryczności wpływał na zwiększenie liczby urządzeń elektrycznych na statkach. Instalowano wciągarki z napędem elektrycznym, urządzenia układów wentylacji, maszyny pokładowe itp., co skutkowało wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną. Konieczne zatem było poprawienie istniejących rozwiązań.

Dzięki wynalezieniu maszyn prądu przemiennego (silnik indukcyjny, prądnicą prądu przemiennego) przez Nikołę Teslę możliwe było udoskonalenie sposobów wytwarzania energii elektrycznej na statkach. Zastosowanie prądnic synchronicznych AC pozwalało zmniejszyć wymiary i wagę maszyn elektrycznych oraz zredukować przekroje przewodów przesyłowych. Pierwsza taka instalacja została zainstalowana na statku „Electric Arc” w 1911 roku. Napędem pomocniczym była wówczas turbina parowa. Dwa lata później na statku „Tynemount” pierwszy raz jako napęd pomocniczy generatora AC wykorzystano silnik Diesla. W 1960 roku powstał pierwszy brytyjski statek pasażerski SS „Canaberra”, wyposażony w elektrownię prądu przemiennego.

W następnych latach systemy prądu przemiennego (AC) sukcesywnie się rozwijały, tak że w latach 60. XX wieku stanowiły już ok. 70% zastosowań (do 30% sieci DC). W dzisiejszych czasach wykonywane są coraz bardziej autonomiczne systemy zarządzania elektrownią okrętową, w celu minimalizacji ryzyka uszkodzeń sieci, wynikających z błędnej obsługi. Ze względu na optymalizację zużycia energii do łask powracają też systemy prądu stałego.

Ze względu na „miękką” typ sieci okrętowej każda zmiana obciążenia może mieć zauważalny wpływ na jej podstawowe parametry, takie jak napięcie czy częstotliwość. W laboratorium Automatykacji Okrętowych Systemów Energetycznych zainstalowany został, opracowany przez pracowników UMG, nowoczesny symulator elektrowni okrętowej SYMAP ECG, który jest wiernym odzwierciedleniem rzeczywistej elektrowni okrętowej. Korzystając z tego systemu, mamy możliwość analizy wpływu różnych obciążeń na pracę sieci, a także na jakość napięcia zasilającego. Ze względu na fakt, iż sieć okrętowa jest „siecią miękką”, każda duża zmiana obciążenia ma wpływ na parametry sieci zasilającej. Jako że symulator został wyposażony tylko w obciążenie rezystancyjne, postanowiono zbadać sposób jego zachowania na inne rodzaje obciążeń czyli obciążenia indukcyjne i pojemnościowe. W tym celu przygotowano makiety składające się z lamp rtęciowych LRF (ze statecznikiem) oraz kondensatorów służących do kompensacji mocy biernej indukcyjnej. Dodatkowo postanowiono sprawdzić wpływ pracy spawarki inwertorowej (przekształtnik energoelektroniczny) na pracę elektrycznej sieci okrętowej [1, 3].

1. SYMULATOR ELEKTROWNI OKRĘTOWEJ

System SYMAP ECG (PMS – *Power Management/Protection System*) zarządza funkcjami elektrowni okrętowej nisko, średnio i wysokonapięciowej. Kontroluje on funkcje związane ze sterowaniem oraz zabezpieczeniem systemu energoelektrycznego statku, w tym również samych generatorów. Każdy z agregatów zarządzany jest za pomocą jednego modułu wraz z panelem wyświetlacza, które są połączone siecią komunikacyjną CAN. Służy ona do optymalnego zarządzania pracą elektrowni oraz do wymiany danych pomiędzy modułami. Panele sterowania współpracują dodatkowo z systemem EMOS dzięki połączeniu ich ze sobą za pomocą sieci komunikacyjnej MODBUS.

System PMS zarządza elementami elektrowni (wyłącznikami głównymi generatorów nr 1 i nr 2), wyłącznikami sekcyjnymi szyn głównych 400VAC w siłowni dziobowej oraz rufowej, zabezpieczeniami prądnic (napięciowe, mocy zwrotnej, częstotliwościowe, przeciążenie prądem oraz mocą), sterowaniem pracą elektrowni okrętowej (PMS) (układem synchronizacji generatorów, układem kontroli napięcia, układem kontroli częstotliwości, układem rozdziału mocy na pracujące generatory, układem kontroli współczynnika mocy), układem kontroli obciążenia (odbiorniki dużej mocy), kontrolą optymalnego wykorzystania mocy, układem zarządzania w sytuacji awaryjnej (*blackout*), selektywnym wyłączaniem odbiorników [1, 3].



Rys. 1. Widok rozdzielnic głównej, ekranu systemu SYMAP ECG, zespołów prądotwórczych wraz z blokiem obciążenia RL

1.1. Badanie i analiza symulatora elektrowni okrętowej

Do wykonania pomiarów sieci zasilającej wykorzystano analizator jakości zasilania PQM-701Zr, natomiast jako obciążenie zastosowano układ czterech żarówek rtęciowych LRF o mocy 250 W, czterech dławików oraz czterech kondensatorów o pojemności 20 pF/250 V. Opisane elementy stanowiły moduł obciążeniowy.



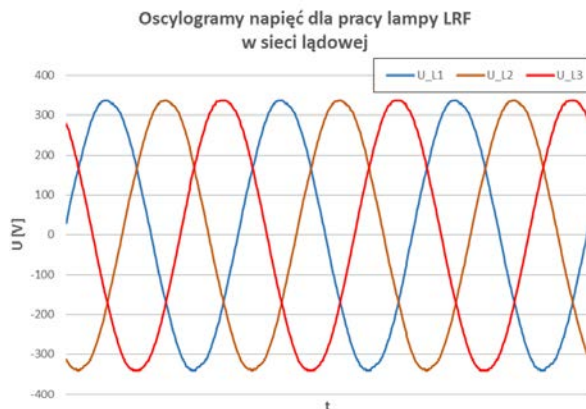
Rys. 2. Analizator jakości zasilania PQM-701Zr

Głównym celem badań symulatora systemu elektroenergetycznego statku było przeprowadzenie analizy zachowania sieci w zależności od przyłączonego obciążenia. Moduły obciążeniowe zostały podłączone na szyny rozdzielnic za pomocą wtyczek. Przy ich odpowiedniej konfiguracji wystąpiła możliwość zbadania: wpływu obciążenia indukcyjnego na pracę sieci, kompensacji statycznej mocy biernej indukcyjnej, zjawiska asymetrii obciążenia [1, 3].

1.2. Analiza wpływu obciążenia indukcyjnego na pracę elektrowni okrętowej

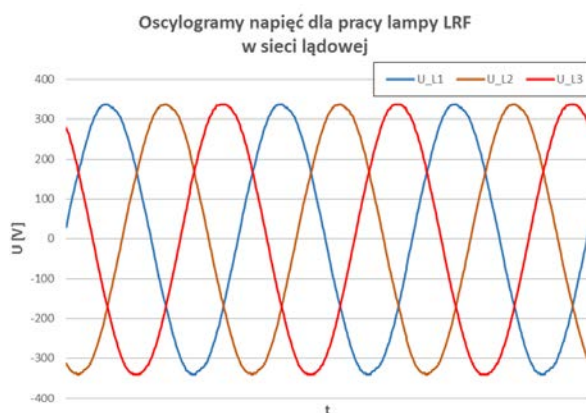
Elektrownię okrętową obciążano symetrycznie w różnych konfiguracjach, przedstawionych w dalszej części rozdziału. Wszystkie otrzymane dane porównano z pracą tych samych obciążeń w tej samej konfiguracji, pracujących w sieci lądowej. Oscylogramy napięć w sieci lądowej (rys. 3) są to idealne sinusoidy o napięciu skutecznym 240 V 50 Hz, brak zjawiska asymetrii

napięcia. Wielkość napięcia jest wartością normalną, gdyż punkt przyłączeniowy znajdował się w pobliżu transformatora 15/0,4 kV, 1000 kVA.



Rys. 3. Oscylogram napięć dla sieci łądowej podczas obciążania sieci obciążeniem indukcyjnym

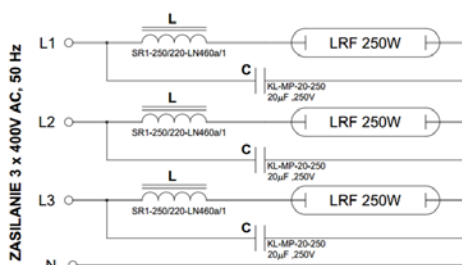
Wartości harmonicznnych napięcia w fazie 1 (rys. 4) nie wskazują, aby przyłączone obciążenie wprowadzało dodatkowe zakłócenia napięcia sieci zasilającej. Współczynnik zniekształceń THDU jest mniejszy od 1%. Należy również wspomnieć, że tak niski współczynnik zakłócenia wyższymi harmonicznymi może być skutkiem tego, że w stacji transformatorowej występuje kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatorów i dławików. Taka konfiguracja skutecznie kompensuje moc bierną indukcyjną [1].



Rys. 4. Wartości harmonicznnych napięcia L1 względem 1. harmonicznnej przy obciążeniu sieci łądowej obciążeniem indukcyjnym

1.3. Praca pojedynczej lampy LRF z równoległe podłączonym kondensatorem

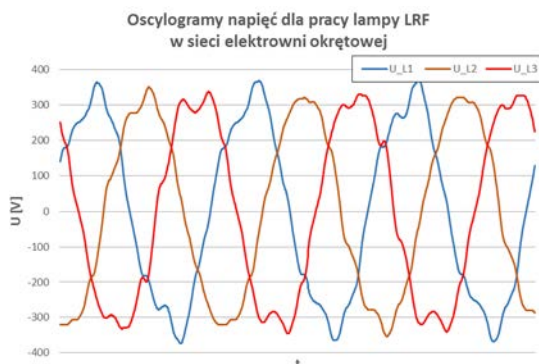
Do przeprowadzenia badań układ podłączono jak na schemacie przedstawionym na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat układu do badania parametrów sieci obciążonej symetrycznie jedną lampą i kondensatorem w każdej fazie

Analizując uzyskane wartości w trakcie pomiarów, dostrzec można, że wszystkie zmierzone wartości są zbliżone do pomiarów realizowanych dla sieci łądowej, oprócz dużej różnicy w poziomie zniekształceń napięcia THDU i prądu THDI. Różnią się również wartości prądu skutecznego, ale wartość prądu w stanie ustalonym pracy lampy LRF w sieci okrętowej nie jest stała i fluktuuje wokół wartości 1,56 A.

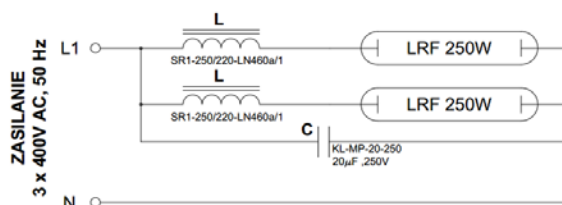
Wartość prądu nie jest stała ze względu na zaburzenia napięcia, które bardzo dobrze zostały zobrazowane na oscylogramach na rysunku 6. Widać na nich, że przebiegi napięcia w każdej z trzech faz odbiegają znacznie od idealnej sinusoidy. Jest to spowodowane wpływem wyższych harmonicznych, które sięgają nawet ponad 10% względem 1. harmonicznej [1].



Rys. 6. Oscylogram napięć dla sieci okrętowej podczas obciążania symetrycznie sieci jedną lampą LRF i kondensatorem

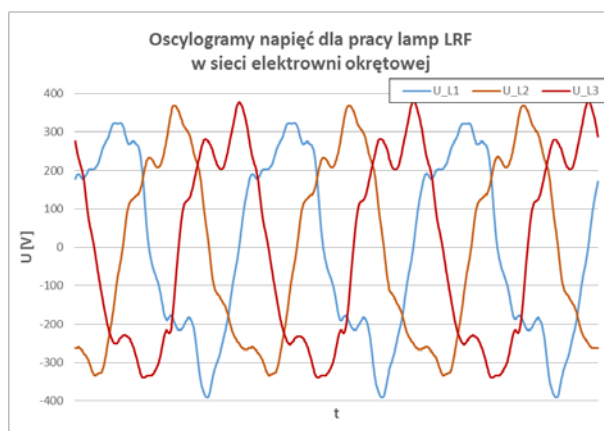
1.4. Praca dwóch lamp LRF z równolegle podłączonym kondensatorem

Do przeprowadzenia badań układ podłączono jak na schemacie przedstawionym na rysunku 7.



Rys. 7. Schemat układu do badania parametrów sieci obciążonej symetrycznie dwoma lampami i jednym kondensatorem w każdej fazie

Podczas badań sieć była obciążana symetrycznie i na wszystkich fazach uzyskano zbliżone wyniki. Analizując otrzymane wyniki, dostrzeżono, że zmniejszenie współczynnika mocy podczas drugiego pomiaru pogorszyło jakość napięcia zasilającego (rys. 8), wprowadzając do sieci wyższe harmoniczne.

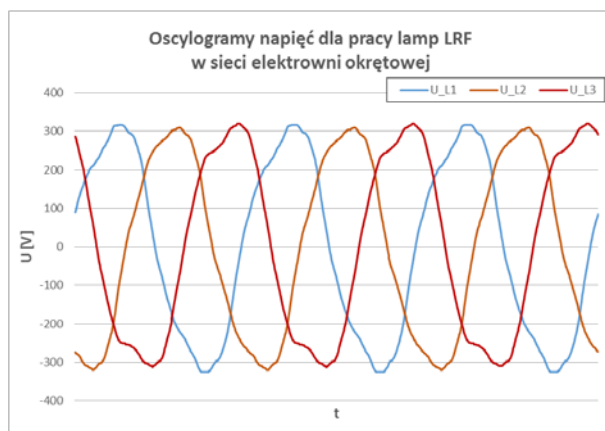


Rys. 8. Oscylogram napięć dla sieci okrętowej podczas obciążania symetrycznie sieci dwoma lampami LRF i jednym kondensatorem

Oscylogram napięć i uzyskane wyniki pomiarów nie wykryły asymetrii napięcia zasilającego, jednak kształt krzywej znacznie odbiega od sinusoidy. Wykres przedstawiający wyższe harmoniczne wskazuje wyraźnie, że największym problemem jest 3. harmoniczna, która osiągnęła poziom 22%

Oscylogram napięć (rys. 10) wskazał, że napięcie zasilające ma kształt zbliżony do sinusoidy. Jest to najlepszy wynik uzyskany podczas pomiarów obciążenia w symulatorze elektrowni okrętowej. W przypadku tego pomiaru na sieć zasilającą symulatora elektrowni okrętowej pracowały dwa generatory pracujące równolegle.

Należało nieustannie kontrolować rozptył mocy biernej za pomocą regulatorów napięcia nabudowanych na prądnicach. Regulacja napięcia prądnic odbywała się do czasu przejścia pracy lamp do stanu ustalonego. W pierwszej kolejności obciążono sieć obciążeniem rezystancyjnym, a następnie uruchomiono zestaw lamp. Podczas przeprowadzania pomiarów okazało się, że ręczna regulacja napięcia jest niedokładna i nawet mała różnica napięć na obu generatorach powoduje dużą dysproporcję obciążenia tych dwóch generatorów pracujących równolegle. Po przejściu pracy lamp do wyładowania łukowego problem ten ustał. Stwierdzono, że takie zachowanie się dwóch generatorów pracujących równolegle o łącznej mocy ok. 10 kVA może być spowodowane dużym obciążeniem, które w momencie rozruchu było bliskie obciążeniu znamionowemu elektrowni okrętowej. Na dodatek współczynnik mocy $\cos\phi$ był bliski 0 i wynosił 0,2, co sprawiało największe problemy przy konieczności ręcznej regulacji rozptyłu mocy biernej.



Rys. 10. Oscylogram napięć dla sieci okrętowej podczas obciążania symetrycznie sieci czterema lampami, czterema kondensatorami i 1,5 kW obciążeniem rezystancyjnym

WNIOSKI

Głównym celem przedstawionej pracy było przeprowadzenie badań wpływu zmiany wielkości obciążenia indukcyjnego na zachowanie się sieci symulatora elektrowni okrętowej SYMAP ECG. Jako punkt odniesienia do pomiarów, wykonanych w symulatorze elektrowni okrętowej, podobną serię pomiarów przeprowadzono, podłączając te same obciążenia do 3-fazowej sieci lądowej. Podczas rozruchu lamp rtęciowych współczynnik mocy $\cos\phi$ wynosił 0, by po całkowitym uruchomieniu się lampy osiągnąć poziom 0,55. Oznacza to, że lampa w początkowej fazie pobiera dużą moc bierną indukcyjną. W związku z tym, gdy generatory pracowały równoległe i uruchamiano jednocześnie cztery lampy, należało nieustannie kontrolować rozptył mocy biernej pomiędzy dwa pracujące generatory, do czasu przejścia w stan ustalony. Kondensatory, włączone równoległe do układu lamp, podczas rozruchu zmniejszały prąd rozruchowy i wartość mocy biernej pobieranej przez układ. Jednak ze względu na fakt, aby nie doprowadzić do prze-kompensowania mocy biernej indukcyjnej, kondensatory te zostały tak dobrane, aby w stanie ustalonym doprowadzić do uzyskania $\cos\phi > 0,8$. Najlepszą jakość parametrów sieci okrętowej (sieci miękkiej) uzyskano, gdy moc czynna pobierana przez układ była większa od mocy biernej (rys. 10) [1].

BIBLIOGRAFIA

1. Hildebrandt K., *Opracowanie i badania zautomatyzowanych systemów energetycznych – analiza obciążenia w elektrowni okrętowej*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2018.
2. Polski Rejestr Statków, *Przepisy klasyfikacji i budowy statków morskich, cz. VIII, Instalacje elektryczne i systemy sterowania*, Gdańsk 2023.
3. Szary P., Szpak D., *Analiza systemu elektroenergetycznego na statku – prądnice okrętowe*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2017.

SHIP ELECTRICITY MANAGEMENT SYSTEM – NETWORK ANALYSIS DEPENDING ON LOAD

The publication presents the results of research using a ship power system simulator on the phenomena that occur in the system depending on the type of load. The current power systems on ships are equipped with increasingly complex electronic systems that ensure even greater reliability of the power supply network, increase the safety of the crew and the ship, and reduce the costs of electricity generation and operation. Due to the "soft" type of the ship's electrical network, any load change can have a noticeable impact on its basic parameters, such as voltage or frequency.

Keywords: *power systems on ships, electrical network, load.*

Oskar Pietrykowski, Oskar Łebkowski,
Jan Rabcewicz-Poczęsny, Piotr Szewczyk

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

OGRANICZENIE EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ Z SILNIKÓW CIEPLNYCH POPRAZ ZASTOSOWANIE ŚWIEC ZAPŁONOWYCH Z POMIAREM CIŚNIENIA

Narzucane normy emisji spalin zmuszają producentów do poszukiwania rozwiązań ograniczających emisje szkodliwych gazów wydechowych. Prowadzone w tym kierunku badania związane były z pomiarem i sterowaniem dawką powietrza, elektronicznym sterowaniem pompą paliwową, wprowadzeniem i wysterowaniem turbin, zastosowaniem systemów typu common rail, czy też zmianą map sterujących pracą silnika w zależności od warunków pracy. Wymienione metody mają na celu zwiększenie sprawności i ograniczenie emisji szkodliwych gazów do atmosfery. Jednym ze sposobów związanych z optymalizacją procesu spalania w silnikach cieplnych jest diagnozowanie silnika podczas jego pracy z wykorzystaniem indykatorów. W artykule zaprezentowano możliwość użycia świecy zapłonowej z pomiarem ciśnienia do odwzorowania procesu sprężania i rozprężania czynnika termodynamicznego poprzez rejestrację chwilowego ciśnienia w cylindrze. Ten rodzaj pomiaru umożliwia bieżące ustalenie czasu wtrysku paliwa dla jego optymalnego spalania, zależnego od warunków eksploatacji silnika.

Słowa kluczowe: indykator, świece zapłonowe z pomiarem ciśnienia, redukcja emisji spalin.

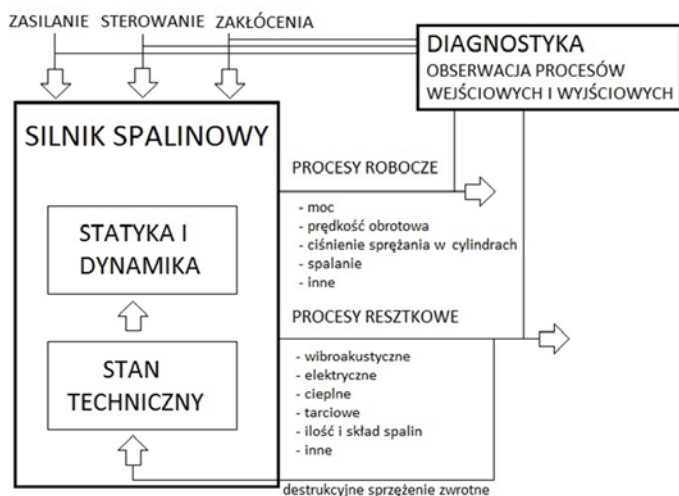
WSTĘP

Rozwój elektroniki i technik mikrokomputerowych korzystnie wpłynął na optymalizację pracy silników spalinowych. Wprowadzenie takich elementów, jak pomiar parametrów i sterowanie dawką powietrza, elektroniczne sterowanie pompą paliwową, wprowadzenie i wysterowanie turbin czy zastosowanie systemu *common rail*, przyczyniło się do zwiększenia sprawności i ograniczenia emisji związków szkodliwych do atmosfery, a także poprawy ekonomii całej jednostki. Właściwie prowadzona diagnostyka

i możliwość rejestracji procesu spalania ma fundamentalne znaczenie dla poprawy parametrów silnika spalinowego. Oprócz metod związanych z opomiarowaniem parametrów eksploatacyjnych silnika, na podstawie których można dowolnie formować mapy sterowania silnikiem, wykorzystać można także indykatory.

Na rynku dostępnych jest wiele konstrukcji indykatorów, z których najpopularniejsze są: *Engine Peak Meter*, *DPI Type50*, *Doctor DK-20*, *TFX Engine Pressure Analysis System*, *Premet® online*, *NK600-MIP® calculator*. Indykowanie silników pozwala na odwzorowanie procesu sprężania i rozprężania czynnika termodynamicznego poprzez rejestrację chwilowego ciśnienia w cylindrze. Ten rodzaj pomiaru ułatwia określenie maksymalnego ciśnienia oraz szybkości jego narastania, sprawdzenie powtarzalności procesu oraz ocenę jego fragmentu lub całości.

Diagnostyka techniczna silników spalinowych polega na ocenie stanu technicznego, badaniu właściwości użytecznych procesów oraz im towarzyszących, pomiarach wybranych wielkości i parametrów w określonych warunkach. Nieodzownymi elementami diagnostyki są trzy terminy: diagnoza, geneza i prognoza. Pierwszy polega na poznaniu i ocenie aktualnego stanu, drugi – na rozpoznaniu ciągu przyczynowo-skutkowego, którego efektem jest stan obecny czy też wystąpienie awarii. Trzeci, czyli prognoza, skutkuje przewidywaniem przyszłych stanów, które mogą wystąpić podczas dalszej eksploatacji.



Rys. 1. Schemat działań diagnostycznych dla silników spalinowych

Do przeprowadzenia procesu diagnostycznego niezbędne jest posiadanie odpowiednich narzędzi. Jednym z nich jest indykator, czyli przyrząd do pomiaru i zapisu zmian ciśnienia, panującego w cylindrze maszyny tłokowej. Uzyskany w ten sposób przebieg szybkozmiennego ciśnienia w funkcji kąta obrotu wału lub objętości cylindra jest wykresem indykatorowym. Poprawna analiza takiego wykresu pozwala na właściwe poznanie zjawisk cieplno-chemicznych, zachodzących w cylindrze, a także jest niezbędna do oceny pracy i poprawy parametrów pracy silnika, zwiększenia sprawności silnika, ograniczenia emisji SOX i NOX oraz zmniejszenia obciążeń cieplnych i mechanicznych.

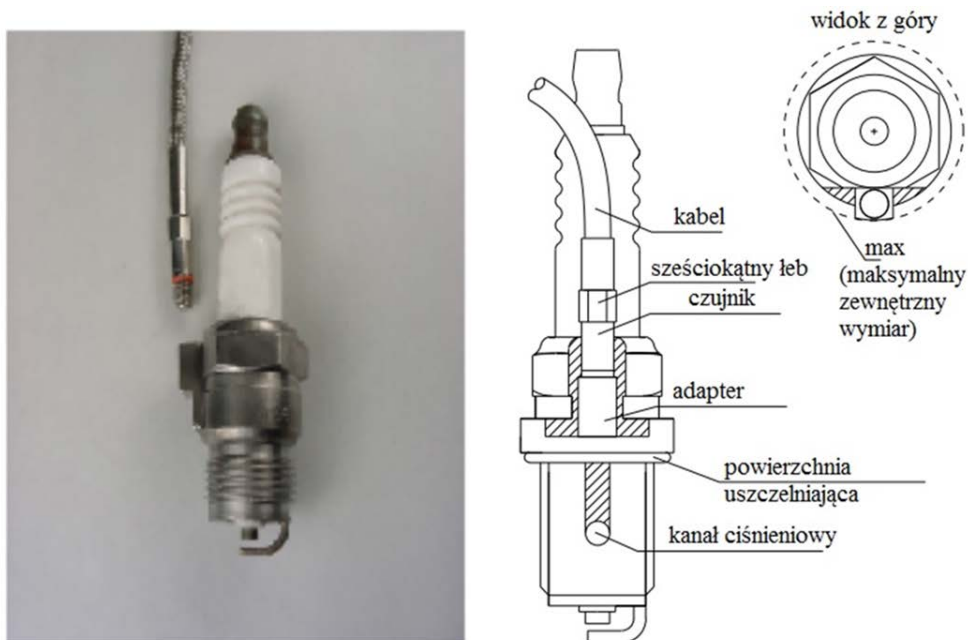
Wykres indykatorowy wpływa na obliczenie siły nacisku gazów na denko tłoka, zwanej w silnikach siłą gazową, natomiast średnie ciśnienie indykowane poprzez planimetrowanie (obliczanie pola) jest miarą obciążenia układu korbowego silnika przez siłę gazową.

Ze względu na szybkozmienny charakter parametrów termodynamicznego czynnika w cylindrze, który cechuje się niejednorodnością pola temperatury, nie wykonuje się pomiarów temperatury mieszanki. Kolejnym powodem eliminującym możliwość takiego pomiaru jest brak czujników o tak małej bezwładności cieplnej, która pozwoliłaby na osiągnięcie temperatury czujnika w bardzo krótkim czasie. Ta specyfika i częstotliwość przemiany termodynamicznej sprawia, że jedynym mierzalnym parametrem staje się ciśnienie w cylindrze i jego objętość.

Obecnie stosowane indykatory elektroniczne można podzielić na dwie grupy: przenośne pracujące doraźnie oraz stacjonarne, wykorzystywane w układach ciągłego nadzoru. Przenośne urządzenia charakteryzują się dużo niższą ceną, mobilnością oraz stosunkowo dłuższą żywotnością – z uwagi na brak ciągłego kontaktu przetwornika z udarem ciśnieniowym i wysoką temperaturą. Zaletami stacjonarnych systemów są: ciągły nadzór oraz możliwość współpracy z systemami sterowania, polepszające możliwości autodiagnozy i sterowania silnikiem głównym oraz pomocniczymi [1, 2].

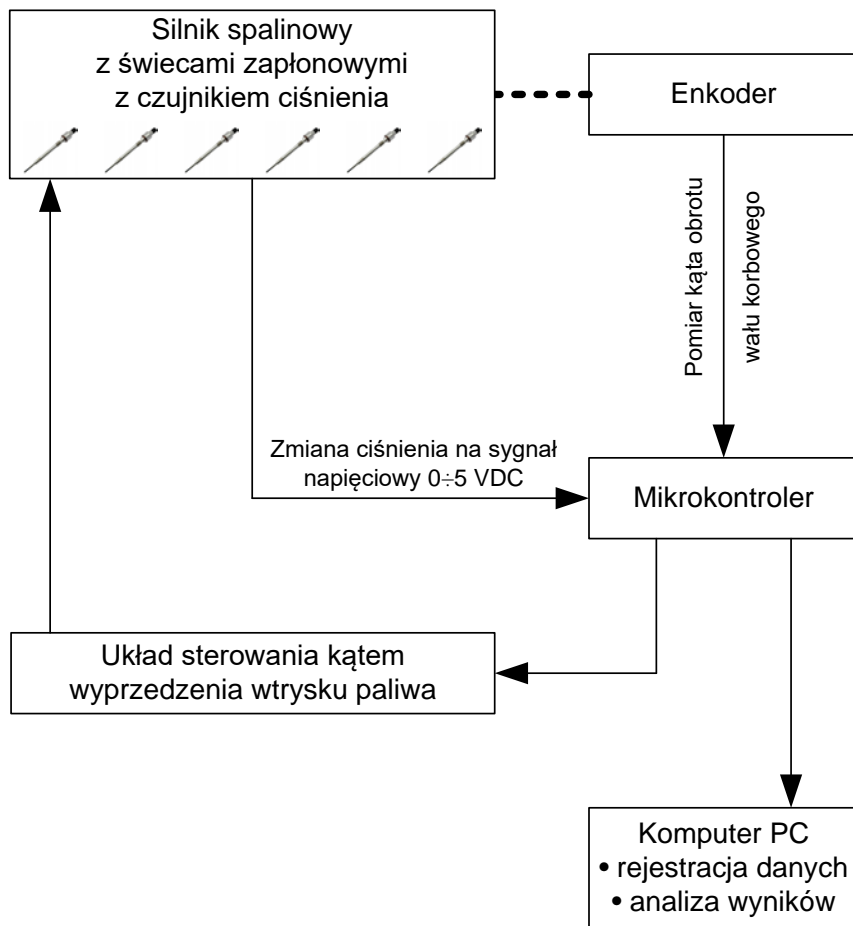
1. KONCEPCJA UKŁADU INDIKATOROWEGO Z ŚWIECAMI ZAPŁONOWYMI Z POMIAREM CIŚNIENIA

Na rynku dostępnych jest wiele konstrukcji indykatorów, jednak są one bardzo drogie i wymagają miejsca na instalacje. Z tego względu zaproponowano, aby do indykowania silników spalinowych wykorzystać świece zapłonowe z wbudowanym czujnikiem ciśnienia.



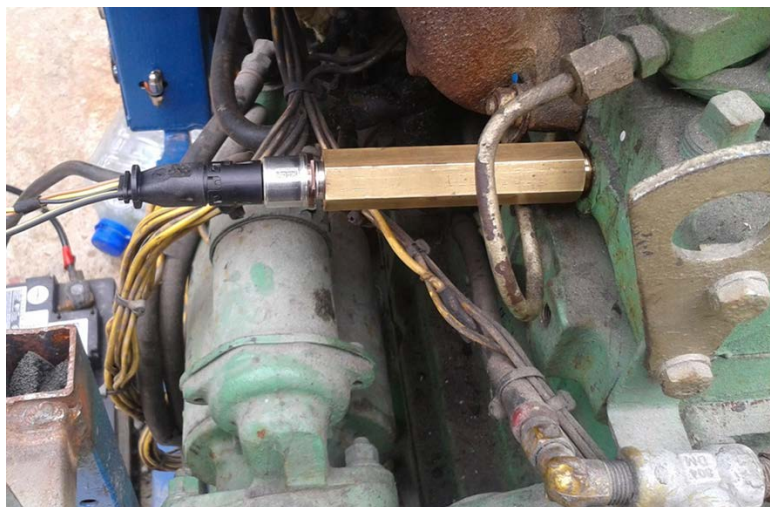
Rys. 2. Budowa świecy iskrowej z czujnikiem ciśnienia [3]

Na rysunku 3 przedstawiono koncepcję pracy indykatora wykorzystującego świecę zapłonową. Element pomiarowy stanowi przetwornik ciśnienia wbudowany w świecę żarową, który ma pozwalać na pomiar w warunkach znamionowych, nie zwiększając martwej objętości cylindra, co mogłoby znacznie przekłamywać pomiar. Napięciowy sygnał pomiarowy z zakresu 0–5 VDC jest próbkowany przez dziesięciobitowy przetwornik analogowo-cyfrowy, wbudowany w mikrokontroler ATmega328P, do którego przesyłany jest sygnał i który spełnia jednocześnie funkcję centralnej jednostki obliczeniowej. Dodatkowo do mikrokontrolera doprowadzony jest sygnał z enkodera inkrementalnego, dostarczający informacje o kącie obrotu wału. Uzyskane dane są asynchronicznie przesyłane w standardzie UART przez mikrokontroler do komputera rejestrującego, gdzie mogą być bezpośrednio przetwarzane i wykorzystywane do ustalania kąta wtrysku paliwa lub obrabiane w celu graficznej prezentacji uzyskanych wyników [1].



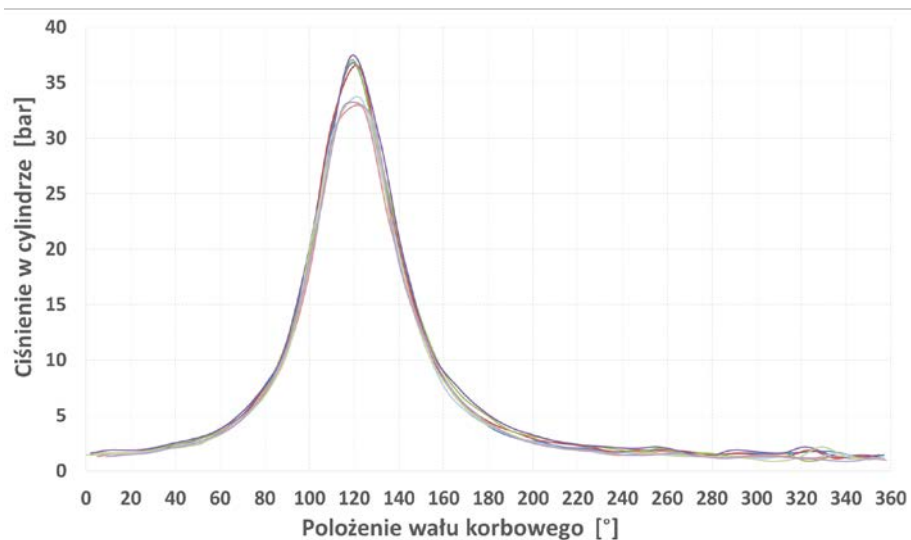
Rys. 3. Koncepcja pracy indykatora ze świecą zapłonową

Na podstawie przedstawionych założeń zbudowany został układ pomiarowy ciśnienia z użyciem indykatora, wykorzystującego świecę zapłonową. Układ pomiarowy zainstalowano na silniku wysokoprężnym Perkins 4.108. Pomiary ciśnienia w cylindrze w funkcji położenia wału wykonano dla dwóch typów pracy: normalnej na biegu jałowym oraz podczas dozowania pary wodnej do układu dolotowego. Indykowanie odbyło się dla trzech prędkości obrotowych; 1000, 1500 oraz 2000 obrotów na minutę.



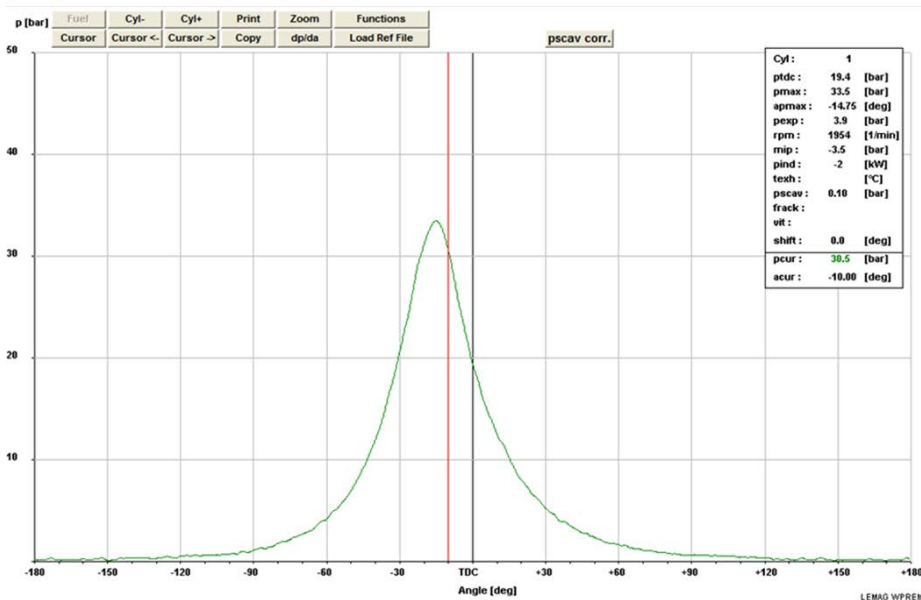
Rys. 4. Sposób montażu świecy z czujnikiem ciśnienia na silniku Perkins 4.108

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów uzyskano wyniki przedstawione poniżej (rys. 5).



Rys. 5. Porównanie wykresów indykatorowych w trakcie normalnej pracy silnika oraz podczas dozowania pary do układu dolotowego (niższe przebiegi)

Pomiar ciśnienia z użyciem świec zapłonowych, wyposażonych w czujnik ciśnienia, został zweryfikowany za pomocą indykatora LEMAG Premet XL (rys. 6).



Rys. 6. Wykres indykatorowy wykonany za pomocą indykatora LEMAG Premet XL

WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że opracowany układ indykatorowy działa poprawnie oraz umożliwia szczegółowy pomiar ciśnienia panującego w cylindrze w funkcji położenia wału podczas pracy silnika spalinowego.

Świeca żarowa z nabudowanym przetwornikiem ciśnienia poprawnie odwzorowuje ciśnienie panujące w cylindrze. Dzięki temu możliwe jest sterowanie czasem wtrysku paliwa, co może przyczynić się do ograniczenia emisji SO_x i NO_x . Opracowany układ jest tani w budowie i eksploatacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Kaszuba R., *Opracowanie czujnika indykatorowego do silników spalinowych*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2015.
2. Witkowski K., *Stan diagnostyki technicznej okrętowych silników tłokowych*, Diagnostyka '34, Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej, Warszawa 2005.

Źródła internetowe

3. Świeca z czujnikiem ciśnienia PSG, <http://beru.federalmogul.com/>.

REDUCING EMISSIONS FROM IC ENGINES BY USE OF SPARK PLUGS WITH PRESSURE MEASUREMENT

The imposed emission standards force manufacturers to look for solutions to reduce the emission of harmful exhaust gases. Research conducted in this direction was related to the measurement and control of the air dose, electronic control of the fuel pump, the introduction and control of turbines, the use of common rail systems, or the change of maps controlling engine operation depending on operating conditions. These methods are aimed at increasing efficiency and reducing harmful gas emissions into the atmosphere. One of the methods related to the optimization of the combustion process in heat engines is diagnosing the engine during its operation, using indicators. The paper presents the possibility of using a spark plug with pressure measurement by mapping the process of compression and expansion of a thermodynamic medium by registering the instantaneous pressure in the cylinder. This type of measurement enables the current determination of the fuel injection time for its optimal combustion, depending on the engine operating conditions.

Keywords: *indicator, spark plug with pressure measurement, reducing the emission of harmful exhaust gases.*

Jan Rabcewicz-Poczęsny, Oskar Łebkowski, Piotr Szewczyk

Koło Naukowe Pojazdów Elektrycznych EVPL

SYSTEM STEROWANIA BEZZAŁOGOWYM STATKIEM POWIETRZNYM

Bezzałogowe statki powietrzne (UAV – Unmanned Aerial Vehicles) są nieodłącznym elementem awiacji. Postęp technologii mikroprocesorowych spowodował znaczny rozwój bezzałogowych pojazdów latających, tzw. dronów, oraz możliwość wdrażania ich do poszczególnych dziedzin przemysłu. Ich konstrukcja pozwala na przenoszenie rozmaitych przedmiotów, wykonywanie zdjęć, patrolowanie terenu, realizację misji militarnych i spedycyjnych. Drony z powodzeniem stosowane są na polu bitwy jako statki powietrzne służące do podrzucania bomb, namierzania przeciwników oraz tworzenia map terenu. W firmach zajmujących się dostarczaniem paczek drony zastępują kurierów, przenosząc paczki w miejsca wskazane im na elektronicznej mapie. W artykule zaprezentowano oprogramowanie, umożliwiające wykonanie lotu autonomicznego latającym pojazdem bezzałogowym po wyznaczonych przez operatora na mapie punktach.

Słowa kluczowe: dron, UAV, systemy sterowania, pojazdy autonomiczne, pojazdy bezzałogowe.

WSTĘP

Idea przemieszczania się ludzi z wykorzystaniem statków latających pojawiła się już w czasach starożytnych, kiedy to praojcowie lotnictwa Dedal i Ikar podejmowali pierwsze próby oderwania się od ziemi. Ich wyczyny stały się inspiracją dla późniejszych twórców maszyn latających, takich jak Leonardo Da Vinci czy też bracia Montgolfier. Rozwój materiałoznawstwa i technologii spowodował, że z biegiem czasu pojawiły się konstrukcje, które były w stanie spełnić marzenia i oczekiwania ludzi. Konstrukcje te umożliwiły przewożenie towarów i ludzi na znaczne odległości. Dzięki nim pierwsza i druga wojna światowa miały całkowicie inne oblicze. Bezzałogowe statki powietrzne doznały równie obszernej ewolucji, jak te kontrolowane przez pilotów. Konflikty militarne wykazały ich przydatność na polu bitwy.

Również planowane zastosowania cywilne, jak drony transportowe, czy też latające taksówki, stanowią poważne wyzwania technologiczne.

Nowoczesne drony składają się z wielu urządzeń i współpracujących ze sobą systemów, które zapewniają ich synergiczne działanie. Do podstawowych elementów należą:

- konstrukcja nośna;
- bezszczotkowe silniki napędowe;
- śmigła, których liczba zależy od konstrukcji drona;
- podwozie do lądowania;
- regulatory prędkości obrotowej silników;
- kontroler lotu;
- odbiornik/ transponder układu sterowania;
- moduł systemu geolokalizacji (np. GPS);
- pakiet akumulatorów;
- system kamer.

Przedstawione urządzenia współpracują ze sobą, wymieniając informacje i tworząc niezawodny bezzałogowy statek powietrzny. Sprawność i skuteczność dronów w dużej mierze zależą od zastosowanych do ich budowy podzespołów, a także programów sterujących ich lotem. W ramach realizowanych badań opracowano konstrukcję drona z sześcioma silnikami bezszczotkowymi, która potrafi zrealizować autonomiczny przelot po zadanej trasie, składającej się z wielu punktów [1].

1. KONSTRUKCJA HEXACOPTERA

Aby dron mógł poruszać się autonomicznie, należało zaprojektować system współpracujących ze sobą i kompatybilnych elementów, a następnie odpowiednio je zsynchronizować i zaprogramować do realizacji określonych zadań. Do budowy drona wykorzystano następujące komponenty:

- 6 bezszczotkowych silników napędowych z śmigłami;
- 6 regulatorów prędkości obrotowych silników;
- kontroler lotu firmy Pixhawk [3];
- pakiet akumulatorów Turnigy 5.0, 4S, 14,8 V;
- odbiornik GPS firmy RadioLink [2];
- telemetrię firmy 3DR;
- kamery marki GoPro;
- radio Turnigy 9XR;

- nadajnik i odbiornik wideo;
- odbiornik FrSky RX8R;
- nadajnik FrSky XJT;
- gimbal firmy *Basecam Electronics*;
- przetwornicę obniżającą napięcie;
- moduł zasilania z pomiarem napięcia.

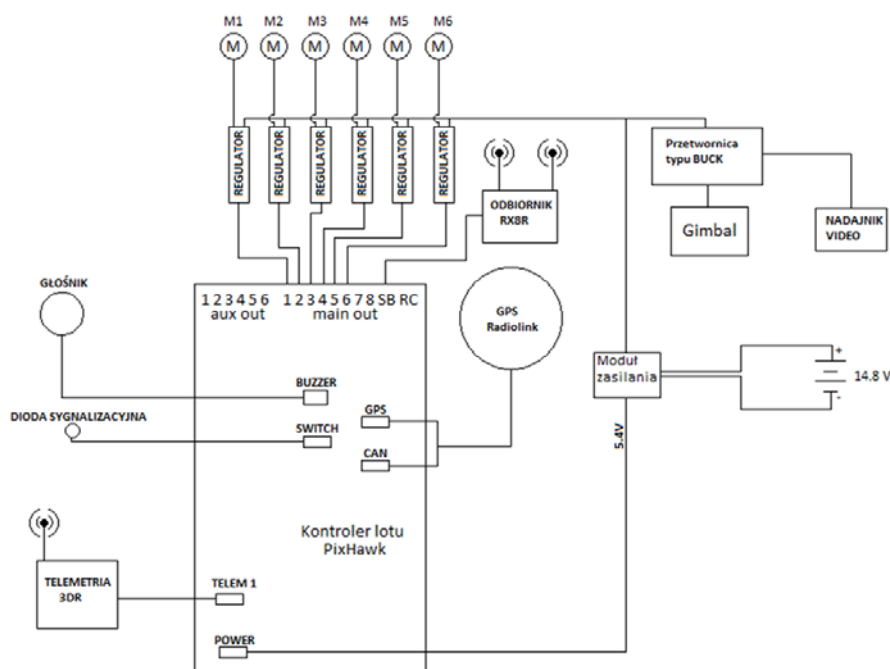


Rys. 1. Widok opracowanej konstrukcji bezzałogowego statku powietrznego

Zamontowany GPS firmy Radiolink [2] jest odpowiedzialny za ustalanie swojej pozycji i kierunku lotu z dokładnością do 50 cm. Pozycja drona wysyłana jest do komputera za pomocą modułu telemetrycznego, znajdującego się na pokładzie. Komputer z odbiornikiem telemetrycznym, dzięki oprogramowaniu *Mission Planner*, wyświetla pozycję drona na mapie elektronicznej. Wyznaczenie w programie nowego punktu na mapie powoduje wysłanie danych w czasie rzeczywistym do drona. Dane nowego punktu przetwarzane są przez kontroler lotu.

Kontroler lotu Pixhawk [3] stanowi najważniejszą część całego systemu sterowania. To właśnie do niego podłączone są wszystkie podzespoły drona,

takie jak telemetria, akcelerometry, GPS itp. Przetwarza on dane odbierane za pomocą telemetrii z komputera i steruje silnikami za pomocą regulatorów. Określa kierunek i prędkość, z jaką ma lecieć statek powietrzny. W autopilocie wbudowany jest również żyrokompas, utrzymujący drona w odpowiedniej pozycji.



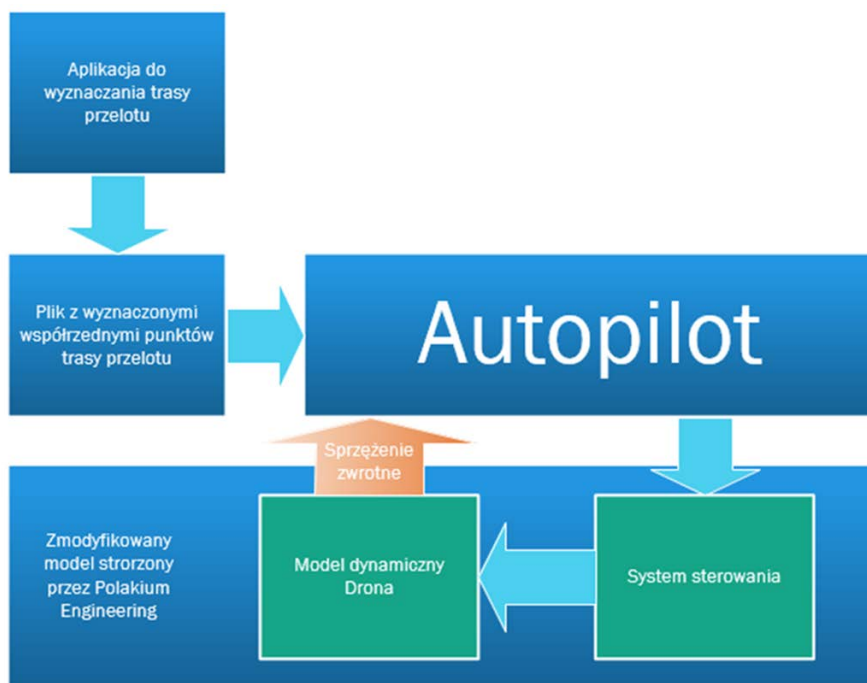
Rys. 2. Struktura połączeń elementów układu sterowania

Za pomocą radia Turnigy 9XR jednym przełącznikiem włączany jest tryb autonomiczny, w którym dron może przemieszczać się po wyznaczonej wcześniej trasie przelotu. Radio ma również charakter awaryjny i służy do pilotowania drona w przypadku jakiegokolwiek awarii. Ponadto dron posiada tryb *FAILSAFE*, który wykonuje wcześniej zaprogramowaną funkcję, działającą w przypadku wykrycia awarii, np. samodzielny powrót do miejsca startu.

Przelot trasy obserwowany jest za pomocą kamery GoPro, zamontowanej na trójosiowym gimbalu. Gimbal zasilany jest poprzez przetwornicę, obniżającą napięcie z 14,8 VDC na 9 VDC i pozwala na śledzenie danego celu podczas lotu wraz z stabilizacją kamery. Sterowanie kamerą odbywa się również za pomocą pilota i odbiornika RX8R.

Gimbal sterowany jest za pomocą trzech silników, przy czym każdy z nich posiada własny regulator PID, który wcześniej należało dostroić. Obraz z kamery wysyłany jest nadajnikiem wideo i odbierany za pomocą odbiornika znajdującego się na radiu Turnigy. Na przenośnym ekranie obraz wyświetlany jest w jakości HD 720p.

Dron wyposażony jest także w głośnik do dźwiękowego potwierdzenia komend, takich jak gotowość do lotu czy błędy w systemie geopozycjonowania GPS. Na pokładzie znajduje się również przycisk, służący do stacjonarnego uzbrajania silników w stan gotowości oraz dioda led, sygnalizująca gotowość drona do lotu.



Rys. 3. Układ sterowania bezzałogowego statku powietrznego

Głównym elementem, odpowiedzialnym za realizację trasy przelotu drona, jest kontroler lotu Pixhawk. W pamięci kontrolera lotu zapisane są parametry nastaw regulatorów PID, wykorzystywanych do sterowania ruchem drona. Parametry te zostały opracowane na podstawie operacji symulacyjnych, przeprowadzonych w środowisku Matlab/Simulink. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne wykonywanie operacji, związanych z zawisem

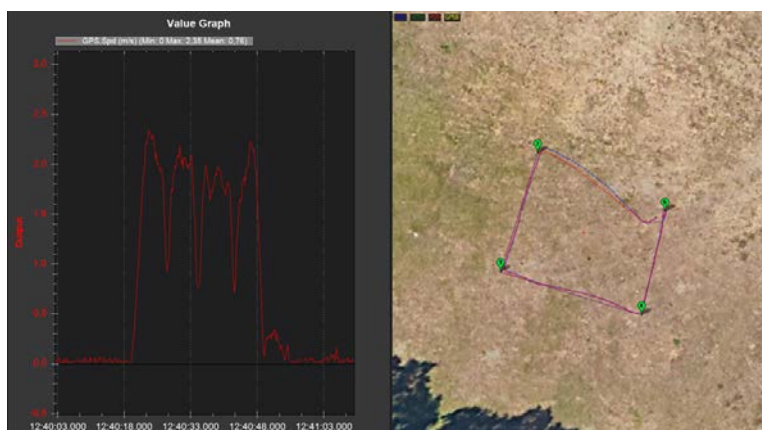
w pozycji stabilnej, ruchem pionowym oraz obrotami, wykonywanymi wzdłuż osi podłużnej, pionowej i poprzecznej [1].

2. WERYFIKACJA UKŁADU STEROWANIA DRONEM

Przed rozpoczęciem testów w terenie niezbędna była weryfikacja poprawności działania zmodernizowanego układu sterowania. W tym celu z silników zdemontowane zostały śmigła, a następnie sprawdzono poprawność działania wszystkich systemów zabezpieczeń, takich jak np. powrót do bazy w razie utraty komunikacji z pilotem, zejście do lądowania w sytuacji wykrycia niepoprawnych sygnałów z odbiornika GPS, wyłączenie silników w przypadku wykrycia wypadku bądź też w momencie zadania odpowiedniej komendy przez operatora.

Dzięki opracowaniu dokładnego modelu drona w środowisku symulacyjnym Matlab/Simulink, możliwe było dostrojenie parametrów regulatorów, odpowiedzialnych za jego sterowanie.

Realizacja badań weryfikacyjnych przeprowadzona została na zamkniętej przestrzeni. Testy w trybie autonomicznym polegały na poderwaniu się drona z ziemi, locie po zaprogramowanych w pamięci kontrolera punktach, a następnie powrocie do operatora i wylądowaniu w wyznaczonym do tego miejscu. W trakcie realizacji badań zadawano prędkość przelotu na poszczególnych odcinkach, wysokość wyznaczonych punktów nad poziomem gruntu, jak również prędkość opuszczania oraz podnoszenia drona. Wybrane przeloty testowe przedstawiono na rysunkach 4–6 [1].



Rys. 4. Autonomiczny przelot drona po wyznaczonych punktach

Promień WP		Promień krążenia m. wys.		Relative		Verify Height		Dod. poniżej		Alt Warn		Spline			
0,5		4								0					
	Polecenie	Delay			Lat	Long	Alt	Frame	Usuri	Górz	Dół	Grad %	Angle	Dist	AZ
1	TAKEOFF	0	0	0	0	0	1	Relative	X	↑	↓	0	0	0	0
2	WAYPOINT	0	0	0	54,525325	18,5102094	2	Relative	X	↑	↓	14,2	8,1	14,3	294
3	WAYPOINT	0	0	0	54,5252223	18,5101544	2	Relative	X	↑	↓	0,0	0,0	12,0	197
4	WAYPOINT	0	0	0	54,5251849	18,5103643	2	Relative	X	↑	↓	0,0	0,0	14,2	107
5	WAYPOINT	0	0	0	54,5252744	18,5103992	2	Relative	X	↑	↓	0,0	0,0	10,2	13
6	LAND	0	0	0	0	0	0	Relative	X	↑	↓	0	0	0	0

Rys. 5. Widok okienka z zaprogramowanymi punktami trasy przelotu drona



Rys. 6. Zobrazowanie trasy przelotu i wysokości, jaką uzyskał dron

WNIOSKI

Rozwój technologii mikrokomputerowych, a także materiałów kompozytowych, spowodował masowy wzrost liczby użytkowanych dronów zarówno w aplikacjach wojskowych, jak i cywilnych. Dzięki nowoczesnym rozwiązaniom drony są coraz mniejsze, zautomatyzowane i mogą realizować bezzałogowe misje autonomiczne.

Przeprowadzone testy wykazały, że możliwe jest zaprojektowanie trasy przelotu drona, składającej się z wielu punktów zwrotu. Ponadto dron jest

w stanie wykonać autonomiczny lot, z zachowaniem środków ostrożności przez operatora, co znacznie zwiększa jego funkcjonalność. Lot autonomiczny pozwala na uzyskanie większej dokładności przelotu, zachowanie stałej, ustalonej prędkości czy też wysokości przelotu, a w połączeniu z kamerą zamontowaną na pokładzie drona umożliwia wykonywanie ortofotomapy. Funkcja pilota w locie autonomicznym ogranicza się do rozpoczęcia misji oraz ewentualnego jej przerwania poprzez przejęcie kontroli nad statkiem powietrznym, jeśli zajdzie taka konieczność.

BIBLIOGRAFIA

1. Drawski P., Minojć K., *Modernizacja i badania układu sterowania dla pojazdu z napędem elektrycznym*, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2020.

Źródła internetowe

2. *Kompas RadioLink M8N GPS Module SE100 W*, https://www.himodel.com/FPV_Telemetry/RadioLink_M8N_GPS_Module_SE100_W_Compass.html.
3. *Kontroler lotu PIXHAWK*, https://docs.px4.io/v1.9.0/en/flight_controller/pixhawk.html.

UAV CONTROL SYSTEM

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are an inseparable element of aviation. The development of microprocessor technologies has resulted in a significant development of unmanned aerial vehicles, the so-called drones and the possibility of implementing them in individual industries. Their architecture allows you to carry various objects, take photos, patrol the area, carry out military and forwarding missions. Drones are successfully used on the battlefield as aircraft for dropping bombs, targeting enemies and creating terrain maps. In parcel delivery companies, drones replace couriers, moving parcels to places indicated on an electronic map. This thesis presents the software that enables the execution of an autonomous flight by an unmanned aerial vehicle at points marked on the map by the operator.

Keywords: *drones, UAV, unmanned aerial vehicles, control systems.*

Weronika Sadek, Marcelina Smarz

Naukowe Koło Badań Podwodnych NKBP „SeaQuest”

ANALIZA PĘDNIKA STRUGOWODNEGO W JEDNOSTCE MERLIN-615 MKI WATERJET NALEŻĄCEJ DO NKBP „SEAQUEST”

Artykuł dotyczy krótkiej analizy systemu napędowego, jakim są pędniki strugowodne. W metodach badawczych, użytych podczas tejże analizy, wykorzystano przegląd literatury fachowej, takiej jak przepisy i zalecenia międzynarodowych organizacji i stowarzyszeń morskich, jak np. IMO (z ang. International Maritime Organisation), IMCA (z ang. International Marine Contractors Association), artykuły z czasopism technicznych oraz Zeszytów Naukowych, przegląd stron internetowych producentów systemów napędowych i układów sterowych. Dodatkowo autorki opierały się na doświadczeniu własnym, zdobytym na testowaniu łódki dnia 13.05.2023 r.

*Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie metodyki działania pędników strugowodnych na jednostce **Merlin-615 MKI Waterjet**.*

Słowa kluczowe: pędnik strugowodny, Waterjet, Merlin 615 MKI, Seaquest, manewrowanie, high speed.

WSTĘP

Łódź **Merlin-615 MKI Waterjet** jest zaprojektowana do pełnienia funkcji patrolowej, abordażowej i inspekcyjnej, a układ pokładu umożliwia załodze wydajną i wygodną pracę przez długi czas. Układ i osiągi łodzi zapewniają optymalne wsparcie nurkowe, badania i prace na łodzi. Po zainstalowaniu z zatwierdzonego żurawika jednostka spełnia wymagania dla szybkich łodzi ratowniczych na instalacjach morskich i jednostkach rezerwowych oraz jest w pełni zgodna z najnowszymi wymaganiami dotyczącymi statków typu ro-ro.

Analizowanymi urządzeniami sterowo-napędowymi są tu pędniki strugowodne, używane wyłącznie na statkach małych i średnich.

1. HISTORIA PĘDNIKÓW STRUGOWODNYCH

Pierwotny koncept powstania pędników strugowodnych wywodzi się z 1661 roku. Przedstawiony został przez Anglików Toogooda i Haysa, którzy przekształcili śrubę Archimedesową tak, aby mogła ona napędzać statki. Pomysł ten był ulepszany i badany na przestrzeni wieków, jednak dopiero w 1950 roku Nowozelandczyk William Hamilton zbudował pierwszy system pędników strugowodnych, pozwalający na osiąganie wysokich prędkości. Pędniki strugowodne ze względu na swoje zalety, wymienione poniżej, znalazły także zastosowanie na analizowanej jednostce.

Największe firmy, które produkują obecnie pędniki strugowodne, są to fińska Wärtsilä [7], amerykański Thrustmaster [6] czy nowozelandzki HamiltonJet [5].

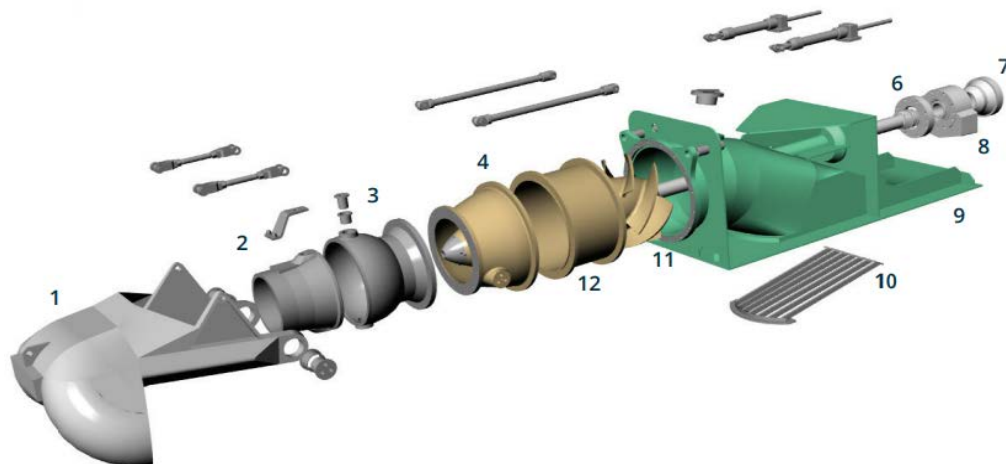
2. MECHANIKA DZIAŁANIA PĘDNIKÓW STRUGOWODNYCH

Zasada działania tych pędników opiera się na wprowadzaniu do ich wnętrza poprzez umieszczony w dnie kadłuba statku otwór wlotowy kanału dużych ilości wody, która wewnątrz kanału jest sprężana za pomocą pompy śmigłowej o dużej wydajności. Następnie woda wytłaczana jest przez wylot kanału, który znajduje się w rufowej części statku, wytwarzając siłę napędzającą statek. Wokół wylotu kanału może być zamontowana obrotowa dysza, a jeśli się tam znajduje, pełni rolę urządzenia sterowego, pozwalając statkowi na dużą swobodę manewrów. Bieg wstecz jest uzyskiwany poprzez przesłonięcie wylotu dyszy za pomocą specjalnych przegród, a następnie skierowanie wypływającego strumienia wody w przeciwnym kierunku niż kierunek ruchu statku.

Na rysunku 1 przedstawiono budowę pędnika strugowodnego typu *waterjet*, na którą składają się:

- 1) przegroda odwracająca kierunek zasysania wody podczas pracy pompy wstecz (z ang. *reverse bucket*);
- 2) dysza sterująca (z ang. *steering nozzle*), która ukierunkowuje strumień zaśrubowy podczas pracy naprzód;
- 3) dysza regulująca przepływ wody przy zmianie pracy naprzód-wstecz (z ang. *steering bowl*);
- 4) dysza wylotowa (z ang. *discharge nozzle*);
- 5) zespół siłowników hydraulicznych sterujących poszczególnymi dyszami (z ang. *inboard hydraulic cylinders*);

- 6) uszczelnienie oddzielające wał napędowy (z ang. *main seal*);
- 7) sprzęgło wału napędowego (z ang. *input coupling*);
- 8) łożysko oporowe (z ang. *thrust bearing*);
- 9) korpus z dyszą wlotową wody podczas pracy naprzód (z ang. *intake body*);
- 10) kratka osłaniająca pędnik przed wlotem substancji stałych, które mogłyby uszkodzić pędnik (z ang. *intake grate*);
- 11) wirnik pompy śmigłowej o dużej wydajności (z ang. *impeller*);
- 12) obudowa wirnika (z ang. *impeller casing*).



Rys. 1. Budowa pędnika strugowodnego typu *waterjet*
na przykładzie produktu firmy Thrustmaster DOEN 300 [6]

Instalacja zespołu pędników strugowodnych pozwala na generowanie hydrodynamicznych sił naporu w dowolnym kierunku, dodatkowo jakikolwiek element konstrukcyjny nie wystaje z kadłuba statku. Ta cecha pozwala na operowanie statkiem w wodach płytkich, a prawdopodobieństwo uszkodzenia pędnika z powodu kontaktu z dnem, wplątania się w sieci rybackie czy pozostałych przeszkód podwodnych jest znikome.

Ze względu na wysokie koszty serwisowo-eksploatacyjne pędniki strugowodne wykorzystuje się na takich statkach, które są eksploatowane stosunkowo blisko bazy, a także na takich, dla których kluczowa jest prędkość dotarcia z punktu startowego do docelowego. Jednym z rodzajów takich statków są FSV (*Fast Supply Vessel*). Są to odmiany statków zaopatrzenia, są one jednak częściej mniejsze i rozwijają znaczne prędkości, potrafiące

przekroczyć 35 węzłów (≈ 65 km/h), dzięki zastosowaniu pędników strugowodnych. Jednym z ich zadań jest dowożenie załogi z i do miejsca nurkowania, a także przewożenie małych ilości ładunku.

Za przykład może posłużyć Merlin-615 MKI, zbudowany w 2017 roku, o długości całkowitej 6,25 m, szerokości 2,45 m, zanurzeniu w stanie zabalastowanym 1,5 m. Statek jest w stanie wziąć na swój pokład maksymalnie 15 pasażerów. Zainstalowany zbiornik paliwa mieści 120 l. Stacjonarny silnik Diesla ze strumieniem wody o mocy 120–210 KM pozwala na rozwinięcie prędkości około 22–30 w (≈ 48 km/h). Natomiast prędkość eksploatacyjna wynosi 20 w (≈ 37 km/h).

4. ZALETY ZASTOSOWANYCH PĘDNIKÓW STRUGOWODNYCH

Zalety zastosowanych pędników strugowodnych są następujące [1, 2, 4, 6–7]:

- pozwalają na uzyskiwanie najwyższych prędkości w stosunku do pozostałych rodzajów napędu;
- wymagają stosunkowo niewiele miejsca w stosunku do osiąganey przez nie mocy, co może być kluczowym rozwiązaniem dla statków z ograniczoną przestrzenią wewnątrz kadłuba;
- brak wystających elementów poza kadłub statku, a co za tym idzie, statki z tym rodzajem napędu wymagają niewielkiego zapasu wody pod stępką do działania, ponieważ w praktyce zanurzony musi być wyłącznie otwór wlotowy, co jest nieosiągalne w pozostałych rodzajach napędu;
- natychmiastowa odpowiedź na zmianę kierunku ruchu statku poprzez natychmiastową zmianę kierunku wody wyrzucanej przez wylot dyszy;
- stosunkowo niewielki promień cyrkulacji w porównaniu ze statkami wyposażonymi w napęd konwencjonalny;
- brak użycia przekładni, więc większa efektywność w porównaniu z napędem ze złożoną linią wału, gdzie na każdej przekładni występuje pewien opór, zmniejszając jego efektywność. Wymagana jest jedynie linia wału do działania pompy śrubowej;
- wytwarzają mniej drgań w porównaniu z napędem opartym na ruchu śrub, łopatek, oddziałując mniej szkodliwie na środowisko morskie.

4. WADY PĘDNIKÓW STRUGOWODNYCH

Wady pędników strugowodnych obejmują [4]:

- wysokie koszty serwisowo-eksploatacyjne, ze względu na złożoność budowy pędnika;
- małą skuteczność żeglugi w akwenach zmaconych mieszaniną wody, łu, mułu czy piasku. Jest to spowodowane ograniczeniem wydajności pomp wodnych turbiny, ponieważ dyszla wlotowa ulega zapychaniu, a pędniki i łopaty wirnika na skutek powstającej mieszaniny ulegają niszczeniu i szybkiej korozji;
- małą skuteczność w przypadku długotrwałej żeglugi w wodach ciepłych i tropikalnych na skutek zarastania przez skorupiaki, glony morskie i inne organizmy, co ogranicza efektywność działania.

WNIOSKI

Niniejszy artykuł dotyczył analizy działania pędników strugowodnych na przykładzie działania systemu napędowego w łodzi Merlin-615 MKI. Artykuł został opracowany na podstawie metod badawczych, przeglądu literatury fachowej, przepisów i zaleceń międzynarodowych organizacji i stowarzyszeń morskich, takich jak IMO (z ang. *International Maritime Organisation*), IMCA (z ang. *International Marine Contractors Association*), przepisów towarzystw klasyfikacyjnych, podręczników akademickich, artykułów z czasopism technicznych oraz Zeszytów Naukowych, prezentacji z konferencji naukowych, przeglądu stron internetowych producentów systemów napędowych i układów sterowych, stoczni oraz armatorów.

BIBLIOGRAFIA

1. Borrett D., Birkinshaw A., *Use of main drive waterjets as azimuth thrusters*, Marine Technology Society, Dynamic Positioning Committee, Dynamic Positioning Conference, 9–10 października 2007.
2. Faltinsen O.M., *Hydrodynamics of high-speed marine vehicles*, Cambridge University Press, 2006.
3. Merlin-615 MKI, *Waterjet Technical Specification Viking*, Project No.: TBA VIKING Doc. No. TSB-0020 Rev. Date: 19.03.2020.

4. Rutkowski G., *Eksploatacja statków dynamicznie pozycjonowanych*, Trademar, Gdynia 2013.

Źródła internetowe

5. HamiltonJet, <https://www.hamiltonjet.com/> (dostęp 14.04.2023).
6. Thrustmaster of Texas INC, <https://www.thrustmaster.net/> (dostęp 14.04.2023).
7. Wärtsilä Corporation, <https://www.wartsila.com> (dostęp 14.04.2023).

ANALYSIS OF THE WATERJET IN THE MERLIN-615 MKI WATERJET BOAT BELONGING TO NKBP "SEAQUEST"

This work concerns a short analysis of the propulsion system of water jet propulsors. The research methods used in writing this work include a review of professional literature such as regulations and recommendations of international maritime organizations and associations such as IMO (International Maritime Organization), IMCA (International Marine Contractors Association), articles from technical journals and scientific notebooks, a review of the websites of producers of propulsion systems and steering systems, additionally, the authors relied on their own experience gained by testing the boat on May 13, 2023. This article aims to present the methodology of operation of water jet thrusters on the Merlin-615 MKI Waterjet unit.

Keywords: *water jet propulsors, Merlin-615 MKI Waterjet unit, propulsion systems, steering systems.*

Piotr Wieleba, Mateusz Zych

Koło Naukowe HMI

ZASTOSOWANIE WYŚWIETLACZA 7-SEGMENTOWEGO W PLC

Autorzy artykułu przedstawili stanowisko zaprojektowane na potrzeby „Escape Room” Koła Naukowego HMI. Opisano tu proces programowania, montażu i zasada działania układu. Stanowisko „Wyświetlacz 7-segmentowy” składa się ze sterownika Siemens S7-1200, wyświetlacza 7-segmentowego, elementów elektronicznych (rezystory, stabilizatory napięcia L7808, przełączniki) oraz obudów wykonanych za pomocą druku 3D. Ponadto przedstawiono elektryczny schemat ideowy i blokowy stanowiska, opis sterowania wyświetlaczem 7-segmentowym za pomocą sterownika S7-1200 oraz opis programu w języku LAD.

Słowa kluczowe: *Escape Room, wyświetlacz 7-segmentowy, sterownik.*

WSTĘP

Stanowisko „Wyświetlacz 7-segmentowy” jest częścią projektu „Escape Room”, zrealizowanego przez Koło Naukowe HMI podczas Dni Otwartych Uniwersytetu Morskiego w Gdyni 2023. Projekt „Escape Room” zawiera siedem stanowisk. Każde stanowisko składa się z zadania, po którego rozwiązaniu uczestnik może przejść do następnego etapu.

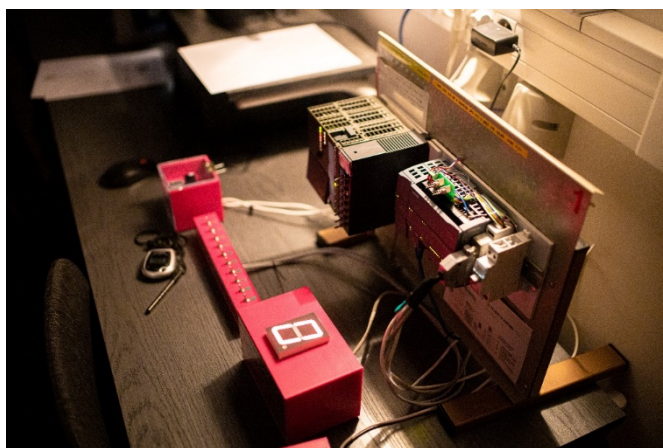
W artykule [4] przedstawiono *Escape Room* jako narzędzie do zwiększania zaangażowania studentów pielęgniarstwa. Natomiast w publikacji [2] przeprowadzono badanie, w którym stwierdzono, że zastosowanie *Escape Room* pozytywnie wpływa na naukę i myślenie studentów. Wpływ tegoż na uczestników eksperymentów został również opisany w artykułach [1, 7]. Autorzy udowadniają, że pokoje zagadek pozytywnie wpływają na odbiór i zapamiętywanie treści i mogą pomóc w kształceniu uczniów oraz nauczycieli. Zainspirowani pozytywnymi wynikami eksperymentów, przeprowadzonych na studentach innych uczelni, członkowie koła HMI zaprojektowali własny pokój zagadek w celu zwiększenia zainteresowania uczniów szkół średnich i zachęcenia ich do nauki na Uniwersytecie Morskim w Gdyni.

1. KONSTRUKCJA STANOWISKA BADAWCZEGO

Głównym elementem opisywanego stanowiska jest wyświetlacz 7-segmentowy LSD230AUE-101A-01, zamontowany w obudowie wykonanej w druku 3D. Każdy segment wyświetlacza zasilany jest z wyjść sterownika Siemens S7-1214 DC/DC/DC poprzez układ zasilania, składający się ze stabilizatora napięcia 8V LM7808 oraz rezystorów ograniczających prąd płynący przez diody LED, umieszczonych w poszczególnych segmentach wyświetlacza.

Elektroniczny układ zasilania został wykonany na płycie uniwersalnej w procesie lutowania metodą THT i przymocowany wewnątrz obudowy. Zastosowanie układu zasilania wynika z parametrów zasilania wyświetlacza. Według noty katalogowej każdy segment wyświetlacza powinien być zasilany napięciem od 8 do 10 V, natomiast na wyjściu sterownika PLC występuje napięcie 24 V, co powoduje, że zachodzi konieczność zastosowania układu zasilania, którego głównym zadaniem jest obniżenie napięcia.

Widok stanowiska przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Widok stanowiska „Wyświetlacz 7-segmentowy”

Uruchomienie generacji liczb na wyświetlaczu odbywa się poprzez dwustabilny przełącznik, umieszczony w osobnej obudowie. Przełącznik podłączony jest do jednego z wejść oraz do wyjścia zasilającego L+ sterownika. Przełączenie powoduje podanie stanu wysokiego na wejście i uruchomienie programu. Ponowne przełączenie powoduje zatrzymanie programu i pozostawienie wyświetlanej aktualnie liczby. W przypadku

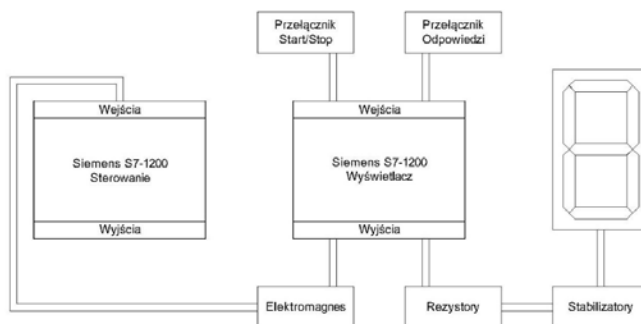
ponownego uruchomienia liczba zostanie zresetowana i generacja liczb rozpocznie się od początku.

Za wpisanie kodu, składającego się z czterech liczb, odpowiada blok, wykonany w druku 3D z zamontowanymi dziesięcioma przełącznikami dźwigniowymi, ponumerowanymi cyframi od 0 do 9. Każdy przełącznik podłączony jest do jednego z wejść sterownika oraz do wyjścia zasilającego L+. Przełączenie jednego z przełączników powoduje podanie stanu wysokiego na wejście, do którego podłączony jest dany przełącznik. Kiedy zostanie podany prawidłowy kod, to na odpowiednich wejściach sterownika pojawią się stany wysokie, co umożliwi przejście do następnego stanowiska.

Ostatnim elementem stanowiska jest zamykane pudełko z umieszczonym wewnątrz przełącznikiem. Przełączenie go powoduje włączenie się lampy (230 V) na następnym stanowisku. Do obudowy opisywanego bloku zamocowany jest elektromagnes oraz magnes trwały. Kiedy elektromagnes jest zasilony, wytwarza pole elektromagnetyczne, które, oddziałując z polem magnetycznym magnesu trwałego, powoduje przyciągnięcie obu magnesów do siebie i w rezultacie pudełko jest zamknięte.

Odłączenie zasilania elektromagnesu powoduje zanik pola elektromagnetycznego i w rezultacie otwarcie pudełka. Cewka elektromagnesu podłączona jest do jednego z wyjść sterownika, które jest w stanie wysokim. Poprawne wpisanie kodu poprzez przełączniki, opisane powyżej, powoduje zmianę stanu tego wyjścia w stan niski. Przełącznik umieszczony wewnątrz pudełka podłączony jest do jednego z wejść sterownika PLC, umieszczonego na stanowisku nr 2 – „Sterowanie”, który jest odpowiedzialny za sterowanie oświetleniem w pomieszczeniu.

Schemat blokowy, zawierający wszystkie opisane elementy, został przedstawiony na rysunku 2.

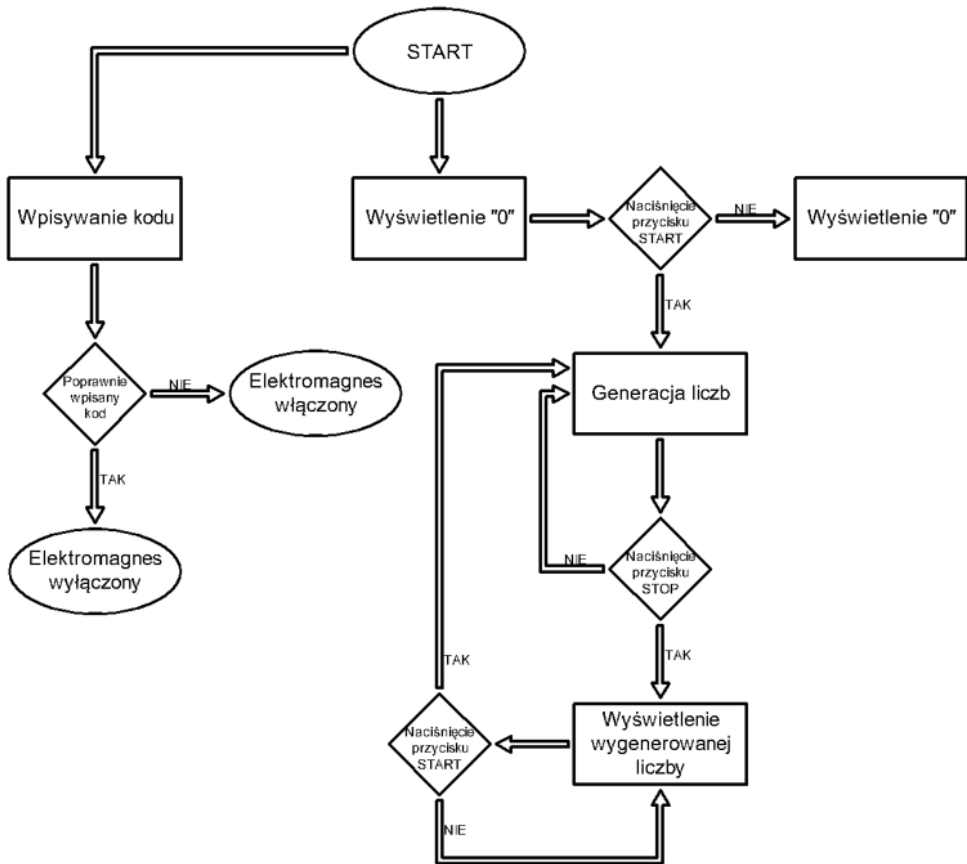


Rys. 2. Schemat blokowy stanowiska „Wyświetlacz 7-segmentowy”

2. ALGORYTM STEROWANIA

Program zaimplementowany w środowisku TIA Portal do sterownika S7-1214 DC/DC/DC dotyczy sterowania pracą elementów zawartych na stanowisku i został napisany z wykorzystaniem języka LAD. Składa się z głównego bloku OB1, jednego bloku funkcyjnego FB1, jednego bloku danych DB1 oraz przerwania sprzętowego OB40.

Schemat funkcyjny działania programu przedstawiono na rysunku 3.



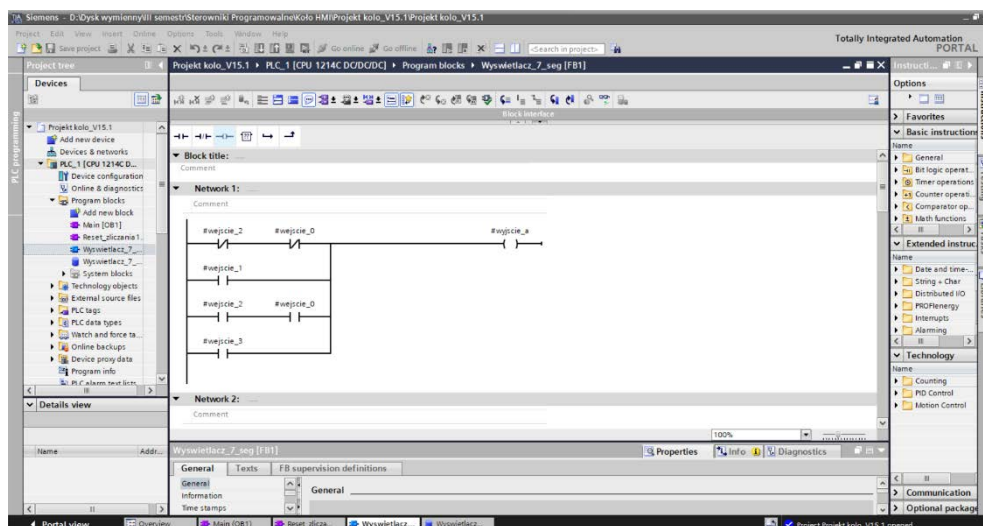
Rys. 3. Schemat funkcyjny programu – algorytm sterowania

2.1. Blok funkcyjny FB1

Blok funkcyjny został wykonany w celu wyświetlania liczb na wyświetlaczu 7-segmentowym. Podanie wartości binarnej na wejścia bloku funkcyjnego powoduje podanie stanu wysokiego na wyjścia sterownika, podłączone do odpowiednich segmentów wyświetlacza. Blok ma za zadanie konwersję kodu dwójkowo-dziesiętnego BCD podanego na wejścia, na kod wskaźnika 7-segmentowego.

W strukturze wewnętrznej bloku znajduje się 7 networków. Każdy network odpowiada za sterowanie jednym segmentem wyświetlacza (a, b, ..., g). Sterowanie każdym segmentem odbywa się poprzez odpowiedni układ styków NC i NO, które w różnych konfiguracjach tworzą bramki logiczne. Przykładowo połączenie dwóch styków NO szeregowo odpowiada bramce logicznej AND, natomiast połączenie dwóch styków NO równoległe – bramce OR.

Network do sterowania segmentem 'a' wyświetlacza został pokazany na rysunku 4. Zmienne, wykorzystane w bloku FB1, zostały zdefiniowane za pomocą bloku danych DB1.



Rys. 4. Zrzut ekranu prezentujący network do sterowania segmentem 'a'

Konwersja kodu BCD na kod wskaźnika 7-segmentowego została wykonana metodą Karnougha. Jest to jeden ze sposobów minimalizacji funkcji boolowskich. Polega ona na zminimalizowaniu funkcji logicznej,

wykorzystując tzw. tabelę Karnougha. Metoda Karnougha składa się z następujących kroków:

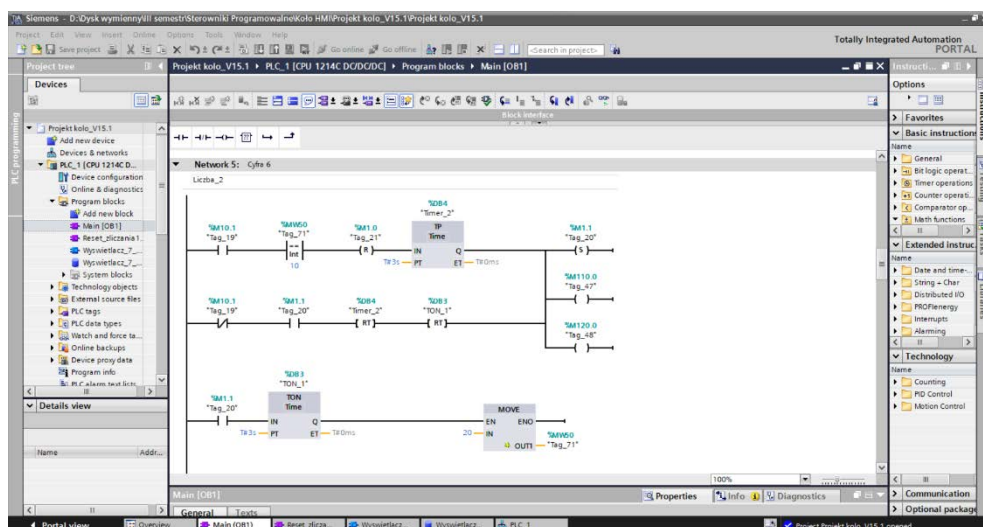
- 1) Identyfikacja liczby zmiennych logicznych.
- 2) Zaprojektowanie tabeli Karnougha. Jest to prostokątna siatka o 2^n liczbie komórek (gdzie n – liczba zmiennych logicznych). Wartości kolumn i wierszy wypisane są według kodu Greya.
- 3) Przypisanie wartości funkcji do odpowiednich komórek.
- 4) Sklejanie grup względem jedynki (kanoniczna postać sumy) bądź względem zera (kanoniczna postać iloczynu).
- 5) Minimalizacja funkcji z wykorzystaniem algebry Boole'a.
- 6) Zapisanie otrzymanej, minimalnej postaci funkcji boolowskiej.

2.2. Blok organizacyjny OB1

W bloku OB1 zawarta jest główna część programu. Generacja kolejnych liczb odbywa się w sposób sekwencyjny.

Przykład networku odpowiedzialnego za generację cyfry 6 pokazano na rysunku 5. Utworzona została zmienna typu *Word*, która zmienia swoją wartość poprzez operator MOVE każdorazowo po wygenerowaniu danej liczby. Za wyświetlenie odpowiedniej liczby odpowiedzialne są cewki, do których przypisane są pamięci pomocnicze, powodujące podanie odpowiednich stanów na wejścia bloku FB1. O czasie wyświetlania danej cyfry na wyświetlaczu decyduje element czasowy TP. Element czasowy TON opóźnia zmianę wartości zmiennej *Word* o czas, w jakim program ma wykonywać dany network. Elementy RT służą do resetowania elementów czasowych po wykonaniu danego networku. O rozpoczęciu generacji liczb decyduje przełącznik dwustabilny, który w programie występuje w postaci styku NO i NC, podłączonego odpowiednio do cewki S i R. W przypadku zatrzymania pracy programu poprzez przełączenie przełącznika i zasilenie cewki R następuje przerwanie sprzętowe OB40. Przerwanie zawiera zresetowanie pamięci, wykorzystywanych w programie oraz elementów czasowych. Inicjacja przerwania sprzętowego odbywa się poprzez aktywację zbocza narastającego. Ponowne przełączenie przełącznika powoduje generację liczb od początku.

Zastosowanie wyświetlacza 7-segmentowego w PLC



Rys. 5. Zrzut ekranu z programu TIA PORTAL prezentujący network odpowiedzialny za generację cyfry '6'

WNIOSKI

W ramach projektu "Escape Room", zrealizowanego przez Koło Naukowe HMI na Uniwersytecie Morskim w Gdyni w 2023 roku, powstało stanowisko "Wyświetlacz 7-segmentowy". Stanowisko to składa się z wyświetlacza 7-segmentowego, sterownika Siemens S7-1214 DC/DC/DC oraz styków i diód, umieszczonych w obudowach, wykonanych w druku 3D. Za pomocą sterownika, lampy (24 V) i przełączników uczestnicy rozwiązują zagadki, a poprawne wykonanie zadań prowadzi do otwarcia kolejnych etapów gry. Programowanie sterownika odbyło się w środowisku TIA Portal przy użyciu języka LAD. Konstrukcja i programowanie stanowiska umożliwiają generację liczb na wyświetlaczu, wprowadzanie kodu oraz sterowanie elektromagnesem, co jest kluczowe dla rozwiązywania zagadek w "Escape Room".

BIBLIOGRAFIA

1. Adams V., Burger S., Crawford K., Setter R., *Can you escape? Creating an Escape Room to facilitate active learning*, Journal for Nurses in Professional Development, 2018.

2. Gardner A. Lepp, Kerry K. Fierke, Cheri F., Sick B., *How intention/reflection fosters student learning in an interprofessional experimental escape room activity*, Journal of Interprofessional Education & Practise, 2023, vol. 30.
3. Gilewski T., *Podstawy programowania sterowników SIMATIC S7-1200 w języku LAD*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2017.
4. Iverson L., Jizba T., Manning L., *Beat The Clock! Implementation and evaluation of an Escape Room*, The Journal for Nurse Practitioners, 2023, vol. 19, nr 5.
5. Kwaśniewski J., *Sterowniki SIMATIC S7-1200 w praktyce inżynierskiej*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2013.
6. Noga K., *Multisim: technika cyfrowa w przykładach*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009.
7. Taraldsen L.H., Haara F.O., Lysne M.S., Jensen P.R., Jensen E.S., *A review on use of escape rooms in education – touching the void*, Education Inquiry, 2022, vol. 13, nr 2.

APPLICATION OF 7-SEGMENT DISPLAY IN PLC

The authors of this article present a stand designed for the "Escape Room" of the HMI Scientific Circle. The article describes the process of programming, assembly and the principle of operation of the system. The "7-segment display" workstation consists of a Siemens S7-1200 controller, a 7-segment display, electronic components (resistors, L7808 voltage stabilizers, switches) and enclosures made by means of 3D printing. The following part of the article presents an electrical schematic and block diagram of the station, a description of the control of the 7-segment display using the S7-1200 controller and a description of the program in the LAD.

Keywords: *Escape Room, 7-segment display, controller.*