

dr hab. inż. kpt ż. w. Grzegorz Rutkowski, prof. UMG
Wydział Nawigacyjny,
Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Morska 81-87, 81-225 Gdynia

Gdynia 10.01.2026 r.

Wpłynęło
do Biura Wydziału WILiŚ
dn'a 16.01.2026
l.dz. 40 podpis Apywska

Recenzja rozprawy doktorskiej pt.
„Wpływ czynników ergonomicznych na mostku nawigacyjnym na
efektywną pracę nawigatora i bezpieczeństwo statku”
autorstwa mgr. inż. Michała Stopy

Imię i nazwisko autora rozprawy: **Michał Stopa**
Dyscyplina naukowa: **Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport**
Promotor rozprawy doktorskiej: **dr hab. inż. Rafał Szlarczyński, prof. PG**

Podstawa prawna: **Pismo nr L.dz. 809/WILiŚ/2025 z dnia 23.10.2025 r. z posiedzenie Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport, podpisane przez Panią prof. dr hab. inż. Ewę Wojciechowską, Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.**

1. Treść i zakres rozprawy

Praca na statkach, ze względu na trudne środowisko, wiąże się z wieloma problemami, które nie są charakterystyczne dla zawodów lądowych. Jest to praca wykonywana z dala od rodzin, pod ciągłą presją czasu i stresu, często w niesprzyjających warunkach hydrometeorologicznych. Biorąc pod uwagę, że za decyzje związane z bezpieczeństwem statku odpowiadają nawigatorzy, rozwiązanie problemów ergonomicznych na mostku może nie tylko poprawić komfort pracy i ogólny dobrostan marynarzy, ale także zmniejszyć liczbę wypadków spowodowanych błędami ludzkimi. Zarówno projektanci mostków, jak i producenci urządzeń, powinni szukać równowagi między zmniejszeniem obciążenia pracą, a wystarczającym zaangażowaniem człowieka w prowadzenie nawigacji. Właściwie zastosowana ergonomia na mostku nawigacyjnym może skutkować nie tylko poprawą komfortu, ale także zwiększeniem wydajności człowieka, co jest uważane za kluczowy element unikania kolizji i bezpiecznego przeprowadzenia statku.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Michała Stopy miała na celu zbadanie wpływu ergonomii mostka nawigacyjnego na efektywną pracę nawigatorów, a także ustalenie w jakim stopniu potrzebują oni wsparcia w utrzymywaniu korzystnych warunków środowiskowych w pracy. Ocenianą tu pracę doktorską zrealizowano w ramach V edycji programu „Doktorat Wdrożeniowy”, we współpracy z Polską Żegluga Morską P.P.

W celu zbadania problemu ergonomii mostka nawigacyjnego na efektywną pracę nawigatorów autor zastosował analizę literatury naukowej i obowiązujących przepisów, dwa badania ankietowe, przeprowadzone wśród 200 nawigatorów, badania symulacyjne z wykorzystaniem symulatora mostka nawigacyjnego przeprowadzone na grupie 30 nawigatorów oraz obserwował on poruszanie się oficerów wachtowych podczas pełnienia wacht morskich na wybranych czterech statkach handlowych (na dwóch zbiornikowcach oraz dwóch promach pasażersko-towarowych typu Ro-Pax).

Przegląd przepisów pozwolił autorowi na wykazanie luki regulacyjnej w zakresie czynników środowiskowych na mostku nawigacyjnym. Badania ankietowe potwierdziły przekonanie autora, że świadomość ergonomiczna oficerów jest na stosunkowo wysokim poziomie, lecz wiedza ta rzadko wykorzystywana jest w praktyce. Przeprowadzone badania wykazały także, że nawigatorzy bardzo rzadko są wspierani w tym zakresie przez szkolenia na etapie swojego kształcenia, a później również u

Rutkowski

swoich pracodawców. Uzyskane wyniki wskazały na niekorzystny wpływ złych warunków ergonomicznych na detekcję niektórych obiektów wokół własnego statku. Autor w swojej pracy uznał, że zakłócenia takie jak hałas lub nieodpowiednie oświetlenie w pomieszczeniu mają wyraźny wpływ na zwiększone poczucie uciążliwości wykonywania obowiązków.

Wątpliwości budzić tu jednak mogą pewne uogólnienia interpretacyjne doktoranta, np. łączenie poziomu wykształcenia z szybkością detekcji obiektów bez jednoznacznej weryfikacji tego parametru wśród respondentów czy wnioskowanie, że brak akceptacji dla tzw. „energetycznej muzyki” oznacza całkowity brak zainteresowania muzyką jako elementem środowiska pracy. Takie uproszczenia mogą prowadzić do nie w pełni trafnych konkluzji. Obsada mostków nawigacyjnych musi się skupiać na właściwym (bezpiecznym) prowadzeniu nawigacji, a tym samym na właściwym nasłuchu i obserwacji obiektów usytuowanych w bliskim sąsiedztwie statku własnego. W praktyce oznacza to zatem zakaz słuchania jakiegokolwiek muzyki podczas pełnienia wacht na mostkach nawigacyjnych.

W wyniku przeprowadzonych badań autor uznał również, że świadomość nawigatorów odnośnie wpływu ergonomii na ich pracę jest stosunkowo wysoka, a dostosowanie mostka nawigacyjnego do ich potrzeb ergonomicznych wpłynęłoby pozytywnie na ich lojalność wobec firmy. Moim zdaniem, stwierdzenia dotyczące wysokiej świadomości ergonomicznej nawigatorów, wpływu hałasu czy oświetlenia na komfort pracy to nie jest działanie odkrywcze, lecz raczej działanie potwierdzające wiedzę powszechnie znaną w środowisku morskim. Również teza, jakoby ergonomia mostka miała istotnie wpływać na lojalność pracowników wobec firmy, wydaje się zbyt daleko idąca i niedostatecznie udokumentowana, w praktyce bowiem na decyzje kadrowe nawigatorów wpływa wiele innych czynników, takich jak system pracy, wysokość wynagrodzeń, relacje międzyludzkie czy warunki socjalne.

Obserwacja nawigatorów w rzeczywistych warunkach, podczas wizyt na czterech statkach w eksploatacji pozwoliła doktorantowi na sformułowanie hipotezy badawczej, że nawigatorzy chętnie korzystają z krzesła, lecz nie wpływa ono na obniżoną mobilność oficera podczas pracy. Wynik ten oznacza, że niezasadnym może być zabranianie siadania podczas wachty, co wciąż ma miejsce w praktyce, a naraża człowieka na niekorzystny wpływ wibracji.

Badania doktoranta koncentrują się niestety głównie na oficerach pracujących na statkach towarowych (dwóch zbiornikowcach przewożących ropę naftową i produkty ropopochodne oraz dwóch promach pasażersko-towarowych typu Ro-Pax), podczas gdy w żegludze pasażerskiej oraz na nowoczesnych jednostkach specjalistycznych np. operujących w sektorze *offshore* ergonomia mostka nawigacyjnego jest od lat traktowana priorytetowo i regulowana przez procedury armatorskie. Na nowoczesnych statkach, a w szczególności jednostkach dynamicznie pozycjonowanych, zakaz siadania podczas wachty, w dużej mierze stracił już na aktualności, podobnie jak sugestie dotyczące lokalizacji stanowisk obserwacyjnych i manewrowych, które nie zawsze są zgodne z rozwiązaniami stosowanymi na innych statkach towarowych. Za istotną lukę badawczą uważam także pominięcie perspektywy marynarzy wachtowych (sterników), którzy również prowadzą obserwację, sterują statkiem i są częścią obsady mostka nawigacyjnego. Z tego względu możliwość uogólniania części wniosków doktoranta na całą branżę morską wydaje się tu niewłaściwe i mało wiarygodne (nie potwierdzone badaniami).

Oceniana rozprawa doktorska zawiera kilka proponowanych rozwiązań problemów ergonomicznych na mostkach nawigacyjnych, weryfikację możliwości ich wdrożenia, a także metodę oceny zasadności ich implementacji. Autor, ze względu na złożoność problemu, rozwiązania te podzielił na szkoleniowe, wyposażeniowe oraz systemowe (automatyzujące czynności wykonywane przez człowieka). Autor zaproponował również metodę wpierającą proces decyzyjny przy ocenie zasadności inwestycji w ergonomię mostków nawigacyjnych.

Wyniki badań doktoranta wskazują, że ergonomia sterówki wpływa na pracę nawigatora w różnorodny sposób, a inwestowanie w nią może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa statku oraz do zwiększenia przywiązania wykwalifikowanych oficerów do firmy. Rozprawa ta stanowi dobry punkt wyjściowy do dalszych badań w tej dziedzinie. Wykazano, że wciąż istnieje przestrzeń do poprawy w

dziedzinie ergonomii mostka nawigacyjnego i nakreślono kierunek przyszłych prac planowanych w tym zakresie.

Część proponowanych przez doktoranta rozwiązań ergonomicznych, takich jak np. szkolenia z „korzystania z krzesła”, ćwiczenia wzroku czy symulacyjne uświadamianie efektów odbić światła, może jednak sprawiać wrażenie działań nadmiernie paternalistycznych wobec np. doświadczonych, wykwalifikowanych nawigatorów, którzy na co dzień podejmują przecież samodzielne decyzje dotyczące nie tylko bezpieczeństwa załogi, pasażerów, statku oraz przewożonego na nim ładunku, ale również własnego dobrostanu i sposobu pracy. Uważam również, że postulaty daleko posuniętej automatyzacji (np. automatyczne sterowanie zasłonkami przeciwsłonecznymi czy automatyczna regulacja jasności ekranów) nie zawsze może w pełni uwzględniać złożoność warunków pogodowych (np. zachmurzenie nieba, burze piaskowe, intensywność opadów atmosferycznych, zamglenie, zapylenie, zadymienie), indywidualne preferencje użytkowników oraz potencjalne ryzyko wynikające z błędnego działania systemów automatycznych.

Reasumując powyższe, mimo licznych krytycznych uwag (głównie edytorskich, szerzej opisanych w dalszej części opracowania), przedłożoną do recenzji pracę doktorską oceniam pozytywnie. Rozprawa stanowi dość solidne i obszerne opracowanie problematyki ergonomii mostka nawigacyjnego, a jej największą wartością jest systematyzacja istniejącej wiedzy oraz zebranie doświadczeń praktyków, a nie przełomowy i/lub odkrywczy charakter wniosków końcowych. Część propozycji wdrożeniowych wymagałaby większego krytycyzmu, silniejszego osadzenia w realiach eksploatacyjnych oraz uwzględnienia różnorodności typów statków i kultur organizacyjnych armatorów. Oceniana praca może stanowić jednak wartościowy punkt wyjścia do dalszych, bardziej wyspecjalizowanych badań w obszarze ergonomii mostka nawigacyjnego.

2. Charakterystyka i cel pracy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska obejmuje 207 stron tekstu zapisanego w formacie A4, w którym zawarto 68 rysunków, 29 tabel, 9 załączników oraz wykaz 292 pozycji bibliograficznych. Praca obejmuje streszczenie, dorobek naukowy doktoranta, wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, 8 rozdziałów głównych zawierających wstęp, 5 rozdziałów zasadniczych, wnioski końcowe, podsumowanie, wykaz literatury, wykaz rysunków i tabel oraz załączniki opisujące metodykę badań statystycznych, algorytmy nawigacyjne oraz wykaz pytań zastosowanych w badaniach ankietowych.

We **wstępie** (opisanym jako rozdział 1 pracy doktorskiej) autor zdefiniował pojęcie ergonomii, wyjaśnił proces nawigacji, rolę mostka nawigacyjnego oraz ustalił główne cele badawcze pracy. Głównym celem pracy było poznanie skali wpływu warunków ergonomicznych panujących na mostku nawigacyjnym na efektywność pracy nawigatora, a także ustalenie, w jakim stopniu nawigatorzy potrzebują wsparcia w utrzymywaniu korzystnych warunków środowiska pracy, które są niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa statku. Dla lepszego opisanego podjętego problemu badawczego, autor sformułował cztery hipotezy badawcze główne, dwie hipotezy dodatkowe oraz trzy pytania badawcze:

- **Hipoteza 1:** „Ergonomia mostka ma wpływ na efektywność pracy nawigatora i bezpieczeństwo statku”;
- **Hipoteza 2:** „Doświadczenie nawigatora wpływa na jego świadomość ergonomiczną”;
- **Hipoteza 3:** „Warunki środowiskowe w pomieszczeniu i doświadczenie nawigatora wpływają na czas zauważania obiektów wokół statku własnego”;
- **Hipoteza 4:** „Wpływ ergonomii mostka na odczuwanie uciążliwości prowadzenia nawigacji zależy od występowania i typu zakłóceń w pomieszczeniu”.
- **Hipoteza dodatkowa 1:** „Najczęściej użytkowanymi częściami mostka są jego centralne obszary”;
- **Hipoteza dodatkowa 2:** „Jeśli na mostku znajduje się krzesło, nawigator spędzi więcej czasu na nim niż gdzie indziej”.
- **Pytanie badawcze 1:** „Jaki jest wpływ ergonomii mostka na efektywną pracę nawigatora?”;

- **Pytanie badawcze 2:** „Jaki jest poziom świadomości nawigatorów w zakresie wpływu ergonomii na ich pracę?”;
- **Pytanie badawcze 3:** „Jakie są możliwości i koszt automatycznej poprawy czynników ergonomicznych na mostku stosownie do panujących warunków?”.

Pod koniec rozdziału 1 autor skupił się na czynniku ludzkim opisując problemy ergonomiczne na mostku nawigacyjnym, a w szczególności problem oświetlenia pomieszczenia i światła zewnętrznego, problem wyświetlaczy urządzeń i ich jasności, problem hałasu i akustyki, problem zmęczenia obsady mostka nawigacyjnego, problem wibracji oraz postawy nawigatora podczas pracy stojącej i siedzącej.

W **rozdziale 2** autor opisał metody i założenia badań zrealizowanych w toku ocenianej rozprawy doktorskiej. Uzasadnił dobór narzędzi badawczych, wymienił ograniczenia badań i opisał proces gromadzenia danych. W rozdziale tym autor dokonał również przeglądu literatury i przepisów dotyczących projektowania mostków nawigacyjnych (wykaz literatury obejmuje 292 pozycje bibliograficzne), opisał wywiady eksperckie (przeprowadzone niestety na grupie zaledwie 5 ekspertów) oraz badania ankietowe przeprowadzone z udziałem 200 nawigatorów.

Narzędziem badawczym była w tym przypadku autorska ankieta numer 1, zawierająca 20 pytań na temat warunków pracy na mostku oraz świadomości ergonomicznej nawigatorów. Kwestionariusz został opracowany w oparciu o zalecenia MSC/Circ.982, Konwencję STCW, obserwacje z własnych wizyt autora na różnych statkach towarowych oraz konsultacje z doświadczonymi kapitanami. Pełne kwestionariusze w języku polskim i angielskim przedstawiono w załączniku A. Pytania miały umożliwić osiągnięcie założonych celów, czyli pozwolić na poznanie:

- poziomu komfortu w miejscu pracy, jakiego doświadczali nawigatorzy na swoich statkach;
- problemów związanych z doświadczaniem bólu przez nawigatorów w trakcie pracy lub bezpośrednio po niej;
- warunków pracy na mostkach w kontekście środowiska pracy;
- możliwego wpływu ergonomii mostka na przeciążenie obowiązkami i zmęczenie pracą;
- świadomości ergonomicznej nawigatorów;
- potencjalnego wpływu na lojalność nawigatorów wobec firmy w przypadku dostosowania mostka do ich indywidualnych potrzeb ergonomicznych oraz
- opinii nawigatorów na temat przestrzegania przez nich zasad ergonomii w praktyce.

Analizy przeprowadzono przy użyciu języka R (wersja 4.1.1), czyli bezpłatnego, otwartego oprogramowania. W ramach przeprowadzonej analizy przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$, co oznacza akceptację 5-procentowego ryzyka popełnienia błędu pierwszego rodzaju, czyli odrzucenia prawdziwej hipotezy zerowej. Istotność różnic pomiędzy średnimi dwóch niezależnych grup dla zmiennych numerycznych określono za pomocą testu sumy rang Wilcoxona. Dla trzech lub więcej niezależnych grup zastosowano test sumy rang Kruskala-Wallisa. Istotność różnic pomiędzy parami grup badano za pomocą testu Dunna. W przypadku dwóch zmiennych kategoriycznych istotność badano za pomocą testu chi-kwadrat Pearsona lub dokładnego testu Fishera. Test porównań wielokrotnych (post-hoc) przeprowadzono natomiast metodą Benjaminiego i Hochberga.

Ankieta badawcza numer 2 dotyczyła oceny satysfakcji nawigatorów z proponowanych rozwiązań ergonomicznych. Kwestionariusz do badania przygotowany został zgodnie z założeniami opracowanymi przez Kano i in. Zawarto w nim 22 pytania, tworzące pary i umożliwiające ocenę 11 rozwiązań lub ich cech. Potencjalne zmiany w zakresie ergonomii stanowiska pracy zaproponowane nawigatorom to: „energetyczna” muzyka na mostku; automatyczna regulacja głośności radia GMDSS; regulowane ergonomiczne krzesło; siedzenie z amortyzacją wstrząsów; osobne krzesło dla każdego nawigatora (bez potrzeby regulacji przy każdej zmianie wachty); automatyczna regulacja jasności urządzeń i oświetlenia pomieszczenia; ręczna regulacja temperatury pomieszczenia; szkolenia z ergonomii dla nawigatorów; równomiernie oświetlony mostek; przypomnienia o właściwej ergonomii podczas wachty oraz łatwe i krótkie zapoznanie się z nowym sprzętem lub rozwiązaniem.

Respondentom zadawane były pytania jednokrotnego wyboru dotyczące odczuć, gdy jakaś funkcja jest obecna oraz gdy jej nie ma. Dla każdego pytania istniało pięć możliwych, alternatywnych odpowiedzi: podoba mi się to, oczekuję, że tak będzie, mam neutralny stosunek, mogę z tym żyć, nie podoba mi się to. Dla każdego respondenta przeprowadzana była klasyfikacja każdej cechy. Następnie, wszystkie odpowiedzi były sumowane i ostateczną kategorią każdej cechy była ta, która występowała najczęściej w danej grupie. W wyniku przeprowadzonych badań, proponowane rozwiązania doktorant przypisał do jednej z wymienionych poniżej kategorii:

- Atrakcyjna (A) – wdrożenie prowadzi do satysfakcji, jednak jego brak nie powoduje niezadowolenia, ponieważ nie oczekiwano tego. Zaleca się uwzględnienie dużej liczby atrakcyjnych atrybutów;
- Jednowymiarowa (O) – jeśli to rozwiązanie jest zaimplementowane, wpływa na zwiększenie satysfakcji, natomiast jego brak powoduje niezadowolenie. Zaleca się uwzględnienie dużej liczby atrybutów jednowymiarowych;
- Obowiązkowa (M) – brak tej cechy powoduje niezadowolenie, natomiast obecność nie zwiększa satysfakcji. Oczekuje się, że będzie ona zapewniona;
- Obojętna (I) – wywołuje neutralne odczucia, wdrożenie nie powoduje zwiększenia ani zadowolenia, ani niezadowolenia;
- Odwrotna (R) – obecność powoduje niezadowolenie, a brak – satysfakcję. Jest to zwykle wczesne wykrycie niewłaściwego kierunku prac. Zaleca się unikania atrybutów z tej kategorii;
- Wątpliwa (Q) – jest wynikiem sprzecznych odpowiedzi, gdyż przeciwstawne kryteria uznano za wywołujące te same silnie pozytywne lub silnie negatywne odczucia. Duża liczba odpowiedzi przypadających do tej kategorii może sugerować, że pytanie zostało niewłaściwie sformułowane, respondenci źle je zrozumieli lub często mylili się przy zaznaczaniu odpowiedzi.

Pełny kwestionariusz Ankiety badawczej numer 2 w języku polskim i angielskim autor zamieścił w załączniku B ocenianej rozprawy doktorskiej.

Kolejnym badaniem opisanym w rozdziale 2 był eksperyment polegający na obserwowaniu oficerów i ich poruszanie się podczas wacht morskich na statkach handlowych. Obserwacje odbywały się na czterech statkach wyposażonych w ECDIS jako podstawowy i rezerwowy środek prowadzenia nawigacji. Na żadnym statku nie używano map papierowych, jednakże podróż dokumentowano w papierowych dziennikach pokładowych. Zgodnie z Rekomendacją nr 95 wydaną przez IACS, w normalnych warunkach eksploatacyjnych statków, na wodach przybrzeżnych, powinno być wykorzystywane stanowisko nawigacji i manewrowania. Na wodach ograniczonych powinno być użytkowane także stanowisko monitorowania. W 30 sekundowych odstępach, przez pierwsze 60 minut od objęcia wacht, notowano pozycję oficera i przypisywano ją do zaznaczonego kwadratu. W przypadku braku ruchu (np. podczas wypełniania dziennika pokładowego lub podczas siedzenia/stania) uznawano pozycję za statyczną (S) i kwadrat ten oceniano na 10 punktów. Pozycję określano jako dynamiczną (D), gdy nawigator poruszał się, wtedy przypisanemu kwadratowi przyznawano 2 punkty, ale do wszystkich sąsiednich pól dodawano także 1 punkt. Przy tej częstotliwości rejestrowania, w przewidzianym czasie przypisywano 120 pozycji, dwa razy dziennie dla każdego oficera na każdym statku. Uzyskując takie bazy danych, zliczono łączną liczbę punktów, a następnie podzielono ją przez liczbę wykonanych na danym statku obserwacji, uzyskując tym samym średnie wartości przypisane do pól. Do zobrazowania wyników eksperymentu wykorzystano mapy cieplne.

Eksperyment przeprowadzono niestety na stosunkowo małej próbie (4 statków), jednak posłużył on do przetestowania metod zbierania danych i wizualizacji wyników, a także do wstępnej weryfikacji hipotez. Jest mało prawdopodobne, aby sytuacja nawigacyjna była taka sama na różnych statkach i w różnych obszarach lub fazach podróży. Podczas obserwacji oficerowie wykonywali wiele zadań mogących mieć wpływ na proces decyzyjny i ogólną świadomość sytuacyjną. Aby zminimalizować ryzyko stronniczości, zdecydowano się skonsolidować obserwacje dla każdego statku i porównać całe obsady na danych mostkach, a nie zachowania poszczególnych oficerów.

Kolejny eksperyment opisany w pracy doktorskiej to badanie symulacyjne wpływu czynników ergonomicznych na nawigatora. Eksperyment przeprowadzono na pełnozadaniowym symulatorze mostka nawigacyjnego (model: K-SIM NAVIGATION od firmy Kongsberg Digital). Ćwiczenie przygotowane na potrzeby eksperymentu miało na celu uwzględnienie warunków ergonomicznych panujących w pomieszczeniu, a nie skupienie się wyłącznie na projekcji obrazu. Sala, w której znajdował się symulator, wyposażona była w głośniki, oświetlenie sufitowe, a także klimatyzację z funkcją zadania temperatury. Podczas przygotowania i realizacji ćwiczenia korzystano z narzędzi do pomiaru czynników ergonomicznych: sonometr (miernik poziomu ciśnienia akustycznego) Benetech GM1356 (zakres pomiaru 30 dB–130 dB z dokładnością $\pm 1,5$ dB); miernik natężenia światła UNI-T UT382 (zakres pomiaru 0–20000 lx, z dokładnością $\pm(3\%+8)$); miernik temperatury i wilgotności powietrza CEM DT-91 (zakres pomiaru od -20°C do 60°C i 0%–100% WW (wilgotności względnej) z dokładnością $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ w zakresie 0°C – 40°C i $\pm 3,5\%$ w zakresie 20%–80% WW). Obszarem, który wybrano do realizacji tego ćwiczenia był Kanał La Manche. Na ECDIS wyświetlona była zaplanowana trasa, która składała się z tylko jednego etapu (planowany kurs drogi nad dnem to 043° przez 20 mil morskich), tak by statek poruszał się w właściwym torem kierunkowym w ogólnym kierunku ruchu toru w obrębie systemu rozgraniczenia ruchu z prędkością cała naprzód 15,6 węzła (prędkość statku nad dnem i po wodzie, kierunek wiatru 270° , prędkość wiatru 20 węzłów, brak prądów morskich, fale wiatrowe w kierunku południowo-zachodnim, o wysokości 2,24 m, fala martwa w kierunku zachodnim, o wysokości 2,5 m). Ćwiczenie zostało podzielone na trzy etapy, każdy trwający około 15 minut. W celu zapewnienia powtarzalności oraz równych szans dla wszystkich biorących udział w eksperymencie, wszystkie jednostki, poza własną, poruszały się według zadanego im indywidualnego schematu. Na każdym etapie występowała ta sama liczba obiektów wokół własnego statku, a były to: 2 duże statki handlowe (nieoświetlone), 4 małe jednostki (żaglówki, kutry rybackie, motorówki), 1 tratwa ratunkowa z rozbitkiem trzymającym flarę ręczną oraz 1 helikopter. W zależności od ustawienia parametrów środowiskowych na symulatorze, a także oświetlenia pomieszczenia, przygotowano trzy warianty warunków, które mogą panować podczas wykonywania ćwiczenia (gęstość mgły, zmienne natężenie światła słonecznego, gęstość chmur, natężenie deszczu, poziom głośności silnika, jasność ekranów, natężenie dźwięku itp.).

Normalne warunki charakteryzowały się brakiem występujących w pomieszczeniu zakłóceń związanych z oświetleniem i natężeniem dźwięku niższym niż dopuszczalny dla mostków nawigacyjnych, który jest wskazany w Kodeksie dotyczącym poziomu hałasu na statkach ($65\text{ dB(A)} \geq$). Wariant ćwiczenia z hałasem polegał na zwiększeniu natężenia dźwięku powyżej tego poziomu, do 70 dB(A) . Niewłaściwe oświetlenie było wariantem, w którym światło pochodzące z oświetlenia sufitowego o zwiększonym natężeniu odbijało się na ekranach urządzeń nawigacyjnych oraz szybach wizyjnych. Badanie przeprowadzono w 2024 roku na symulatorze mostka nawigacyjnego, w jednej z certyfikowanych Morskich Jednostek Edukacyjnych w Polsce. Łącznie 30 nawigatorów wzięło udział w ćwiczeniu, które każdy z nich wykonał samodzielnie. Próba badawcza składała się z 12 kadetów (studentów), 9 oficerów wachtowych, 6 starszych oficerów i 3 kapitanów. Uczestnicy badania otrzymywali krótkie wprowadzenie w celu zapoznania się z układem pomieszczenia, typem dostępnych urządzeń nawigacyjnych, a także z założeniami ćwiczenia. Byli oni informowani, że znajdują się na mostku sami, podczas rutynowej wachty w ciągu dnia, na co pozwalają przepisy. Do postawionych im zadań, poza prowadzeniem bezpiecznej nawigacji, należało także raportowanie ustnie wszystkich zauważonych wzrokowo obiektów wokół statku. Wyłączono na mostku możliwość korzystania z Systemu Automatycznej Identyfikacji (ang. AIS – *Automatic Identification System*), który był natomiast dostępny na stanowisku instruktora. Nawigatorzy mieli możliwość korzystania ze wszystkich funkcji dostępnych urządzeń nawigacyjnych (poza dostosowywaniem z góry zadanej im jasności ekranów), a także do zmian kursu zgodnie z ich uznaniem. Parametry środowiskowe w ćwiczeniu zostały wybrane tak, by zakres widzialności stale utrzymywał się na wartości 4 mil morskich, niezależnie od typu warunków, jednakże nawigatorzy nie byli o tym informowani. Czas, w którym obiekt pojawiał się w zasięgu widzialności był odnotowywany. Po ukończeniu ćwiczenia, każdy uczestnik wypełnił

kwestionariusz, oceniając w nim poziom uciążliwości wykonywania obowiązków i wykrywania wzrokowo obiektów w różnych scenariuszach symulacyjnych (normalnych warunkach, niewłaściwym oświetlaniu i hałasie). Do oceny użyta została 9-stopniowa skala, gdzie 1 oznaczało brak jakichkolwiek uciążliwości, a 9 oznaczało bardzo wysoki dyskomfort i uciążliwość. Analizy przeprowadzono przy użyciu języka statystycznego R (wersja 4.3.3) przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$. Oszacowanie wpływu wielu czynników na zmienne wynikowe przeprowadzono z wykorzystaniem modeli wieloczynnikowych. W przypadku danych dotyczących pomiarów powtarzanych zastosowano modele mieszane. Dla zmiennej wynikowej dychotomicznej (binarnej) wykorzystano model regresji logistycznej, natomiast dla zmiennej ciągłej przyjęto rozkład normalny.

Badanie wpływu ergonomii mostka na wykrycie obiektów zostało przeprowadzone, uwzględniając trzy różne zmienne wynikowe. W modelu analizowano wpływ warunków symulacyjnych na wykrycie obiektów w ramach określonego etapu eksperymentu trwającego 15 minut. W tym przypadku każde wykrycie obiektu w późniejszych etapach eksperymentu było traktowane jako brak wykrycia. Zbadano wpływ ergonomii mostka na czas reakcji, czyli czas od pojawienia się obiektu w zakresie widzialności do jego wykrycia przez uczestnika. W tym przypadku, przed analizą wyeliminowano obserwacje, w których nie doszło do wykrycia obiektu w trakcie trwania eksperymentu. Oszacowano również wpływ ergonomii mostka na odczuwany poziom uciążliwości podczas wykrywania obiektów wokół statku w oparciu o ocenę uczestników badania eksperymentalnego, na podstawie odpowiedzi, których udzielili oni w ankiecie po wykonaniu ćwiczenia.

W **rozdziale 3** doktorant przedstawił wyniki analizy literatury i obowiązujących przepisów oraz rezultaty badań, przeprowadzonych zgodnie z metodologią opisaną w rozdziale 2. Rozdział ten zawiera również opinie ekspertów na temat ergonomii mostka nawigacyjnego i pokrewnych problemów

Rozdział 4 to dyskusja i omówienie wyników przeprowadzonych badań w kontekście pytań i hipotez badawczych. Nie wszystkie uzyskane rezultaty odnoszą się jednak do tych aspektów, gdyż zebrany materiał okazał się znacznie obszerniejszy, dostarczając także dodatkowych obserwacji wykraczających poza pierwotne cele badawcze. W przypadku hipotez dodatkowych, związanych z przeprowadzonym badaniem poruszania się nawigatorów podczas wacht, niewielka próba badawcza uniemożliwia ich jednoznaczne zweryfikowanie. Dokonano natomiast ich wstępnej weryfikacji, czyli oceniono, czy dana hipoteza dodatkowa nie daje podstaw do jej odrzucenia i jest warta sprawdzenia w badaniu na większą skalę. Każdy z podrozdziałów poświęcono osobnemu badaniu. W dyskusji nie uwzględniono jednak wywiadów eksperckich, które odegrały istotną rolę w procesie projektowania innych badań, lecz ich wyniki nie są traktowane jako oddzielny, pełnoprawny materiał badawczy. W rozdziale 4 opisano znaczenie przeglądu przepisów i literatury naukowej w kontekście problemów badawczych. Na podstawie ankiety badawczej numer 1 określono świadomość nawigatorów w zakresie ergonomii i czynników ryzyka, a na podstawie ankiety badawczej numer 2 z wykorzystaniem modelu Kano określono współczesne potrzeby ergonomiczne nawigatorów. W rozdziale 4 potwierdzono zasadność pytań badawczych numer 1 i 2 oraz pozytywnie zweryfikowano hipotezy badawcze numer 1 i 4. Przeprowadzone badania potwierdziły przy tym negatywną weryfikację hipotez badawczych numer 2 i 3. Autor słusznie zauważył, że świadomość ergonomiczna nie może ograniczać się jedynie do samej znajomości definicji. Przywołane wyniki sugerują, że świadomość ergonomiczna nawigatorów jest na stosunkowo wysokim poziomie, co stanowi odpowiedź na pytanie badawcze numer 2.

Rozdział 5 zatytułowany „Rozwiązania problemów ergonomicznych na mostku i wspomaganie nawigatora” ma charakter wdrożeniowy, a jego celem było przedstawienie rozwiązań problemów związanych z ergonomią mostka nawigacyjnego, zgłoszonych przez Polską Żeglugę Morską P.P. Część wdrożeniowa rozprawy pełni funkcję praktycznego katalogu możliwych działań dla tego oraz innych armatorów, doświadczających podobnych problemów. W toku prac autor koncentrował się na ergonomii związanej z warunkami panującymi w pomieszczeniu (z ang. *work environment*). Tym samym głównymi problemami, którym starał się przeciwdziałać były te związane z warunkami klimatycznymi w pomieszczeniu, hałasem i akustyką, wibracjami, oświetleniem pomieszczenia i

jasnością ekranów oraz zmęczeniem i postawą ciała. Ze względu na złożoną problematykę związaną z ergonomią mostka nawigacyjnego, proponowane rozwiązania autor podzielił na 3 kategorie:

- 1) Rozwiązania szkoleniowe (polegające na szerzeniu świadomości ergonomicznej załóg),
- 2) Rozwiązania wyposażeniowe (polegające na zaopatrzeniu mostków w ergonomiczny sprzęt),
- 3) Rozwiązania systemowe (polegające na automatyzacji czynności związanych z utrzymaniem odpowiedniej ergonomii podczas pracy).

W ramach rozwiązań szkoleniowych doktorant zasugerował wdrożenie dodatkowych szkoleń dla obsady mostka (głównie oficerów) dotyczących utrzymywania poprawnej postury w pozycji siedzącej i stojącej, ćwiczenia oczu oraz opracował zadanie symulacyjne uświadamiające nawigatorom wpływ niekorzystnych warunków ergonomicznych na ich funkcjonowanie i komfort pracy. Proponowane rozwiązania wyposażeniowe to szyby fotochromowe (rozwiązanie odrzucone), zasłonki przeciwsłoneczne, panele akustyczne, ergonomiczne krzesła na stanowisku nawigacji i manewrowania, podłogowe maty przeciw-zmęczeniowe oraz nawilżacze powietrza. W ramach proponowanych rozwiązań systemowych doktorant przygotował algorytm wyznaczający wzniesienie Słońca i rzeczywisty azymut w celu automatyzacji procesów sterowania (rozwijania i zwijania) zasłonek przeciwsłonecznych w różnych sektorach mostka nawigacyjnego, zaproponował system aktywnego tłumienia hałasu (rozwiązanie odrzucone), automatyczne dostrajanie głośności radia GMDSS (rozwiązanie odrzucone), automatyczną regulację oświetlenia pomieszczenia (rozwiązanie odrzucone), automatyczne dostrajanie luminacji ekranów na mostku, „energetyczną muzykę” (rozwiązanie odrzucone) oraz automatyczną pracę wycieraczek. Pod koniec rozdziału 5 autor przeanalizowała również możliwości wdrożenia proponowanych wcześniej rozwiązań do floty handlowej.

Rozdział 6 poświęcono ocenie zasadności implementacji proponowanych rozwiązań ergonomicznych na mostkach nawigacyjnych. Autor słusznie jednak zauważył, że ze względu na bardzo duże zróżnicowanie statków pod względem typu konstrukcji, roku ich budowy czy obszaru eksploatacji, niemożliwym może okazać się wskazanie jednoznacznie, które rozwiązania należy przyjąć, a które odrzucić. Doktorant zaproponował zatem metodę umożliwiającą armatorowi ocenę zasadności implementacji poszczególnych rozwiązań w jego flocie, która stanowi metodę wsparcia decyzyjnego w podjęciu lub odrzuceniu inwestycji w ergonomię mostka nawigacyjnego. Przeprowadzenie takiego oszacowania za pomocą zaproponowanej metody autorskiej doktoranta jest niemal bez kosztowe i możliwe do zrealizowania w krótkim czasie. Z uwagi na trudności w oszacowaniu wpływu danej inwestycji na policzalne korzyści, przy opracowywaniu sposobu do oceny zasadności wprowadzania nowych rozwiązań ergonomicznych na mostkach doktorant kierował się zdaniem samych nawigatorów. Głównymi czynnikami, które autor brał pod uwagę był współczynnik zadowolenia i niezadowolenia wobec proponowanego rozwiązania, a także koszt implementacji obliczony na podstawie średniego wynagrodzenia, które może otrzymać oficer nawigacyjny na statku u danego armatora. Proponowane rozwiązania podzielił on na rozwiązania konieczne (z rekomendowaną implementacją przy najbliższej możliwości), rozwiązania zalecane (rekomendowane do implementacji przy najbliższej, dogodnej możliwości, np. pobycie statku w stoczni), rozwiązania neutralne (których implementacja zależna będzie od sytuacji armatora, jego możliwości finansowych i polityki firmy) oraz rozwiązania niepotrzebne, których implementacja jest zbędna.

Rozdział 7 to podsumowanie wyników przeprowadzonych badań w kontekście weryfikacji postawionych hipotez i odpowiedzi na pytania badawcze. Autor pozytywnie zweryfikował hipotezy badawcze numer 1 i 4, negatywnie natomiast zweryfikował hipotezy badawcze numer 2 i 3. W dalszej części autor udzielił wyczerpujących odpowiedzi na postawione wcześniej pytania badawcze numer 1, 2 i 3 oraz hipotezy dodatkowe numer 1 i 2. Reasumując powyższe można zatem uznać, że autor zrealizował podstawowe cele swojej pracy doktorskiej. Na podstawie przeprowadzonych badań dokonał on weryfikacji wszystkich hipotez oraz odpowiedział na wszystkie pytania badawcze. Tym samym osiągnął on pierwszy główny cel rozprawy doktorskiej, polegający na ocenie skali wpływu warunków ergonomicznych na efektywność pracy nawigatora. Autor dokonał również oceny konieczności i stopnia wspierania nawigatorów w zakresie utrzymywania odpowiedniej ergonomii na mostku realizując drugi

z dwóch głównych celów ocenianej rozprawy doktorskiej. Uzyskane wyniki i poznane ograniczenia mogą posłużyć jako punkt wyjściowy do dalszych badań i analiz w tematyce ergonomii mostka nawigacyjnego. Autor nakreślił kilka kierunków potencjalnych prac badawczych w przyszłości, a w szczególności badania związane z poruszaniem się nawigatorów na mostkach, badania nad optymalnymi wartościami luminancji ekranów urządzeń nawigacyjnych, badania związane z automatyzacją pracy świateł nawigacyjnych na statku, ćwiczenia symulacyjne uczące kontrolowania warunków ergonomicznych na mostku a także zbadanie problemów i potrzeb ergonomicznych maszynistów w transporcie kolejowym.

Rozdział 8 to wnioski końcowe. Autor w swojej pracy wykazał, że istnieje luka w przepisach, dotycząca środowiska pracy na mostku. Z wyjątkiem ograniczenia hałasu od 2012 roku, istnieją tylko zalecenia, wytyczne i inne nieobowiązkowe dokumenty dotyczące środowiskowych czynników ergonomicznych. Luka regulacyjna istnieje również w zakresie szkolenia marynarzy. Zgodnie z konwencją STCW, nawigatorzy nie są uczeni kontrolowania środowiska pracy, w tym odpowiedniej regulacji głośności, jasności ekranów i oświetlenia sterówki. W związku z tym, konieczne mogą być dodatkowe działania wspierające ergonomię, w tym rozszerzenie zakresu szkolenia oficerów. Badania przeprowadzone za pomocą autorskiej ankiety pozwoliły lepiej poznać świadomość ergonomiczną zawodowych nawigatorów. Jak się okazało, jest ona na stosunkowo wysokim poziomie, jednak często wiedza ta nie jest wykorzystywana w praktyce. Właściwie zastosowana ergonomia na mostku nawigacyjnym może skutkować nie tylko poprawą komfortu, ale także zwiększeniem wydajności człowieka, co jest uważane za kluczowy element unikania kolizji i bezpiecznego przeprowadzenia statku. W pracy autor wykorzystał model Kano do badania satysfakcji nawigatorów z proponowanych im rozwiązań ergonomicznych. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie kierunku działań wdrożeniowych, nadając priorytety poszczególnym rozwiązaniom. W toku pracy zweryfikowano wszystkie stawiane hipotezy oraz udzielono odpowiedzi na pytania badawcze. Oprócz tego, zbadano także szereg innych zależności, w tym wpływ ergonomii mostka na człowieka w stopniu wykraczającym poza założenia pracy. Autor słusznie jednak zauważył, że potrzebne są dalsze badania w tym zakresie.

3. Geneza i waga zagadnienia naukowego rozpatrywanego w pracy

Ergonomia według Encyklopedii PWN (gr. *εργον*, czyt. *ergon* – 'praca' i *νομος*, czyt. *nomos* – 'prawo') to nauka o pracy; dyscyplina naukowa zajmująca się przystosowaniem narzędzi, maszyn, środowiska oraz warunków pracy do anatomicznych i psychofizycznych możliwości człowieka. Jej celem głównym jest polepszanie warunków pracy człowieka, które obejmuje dostosowanie ich do możliwości pracownika oraz właściwy dobór pracownika do danej pracy i jego edukację, obejmującą specyfikę stanowiska. Ergonomia ma zatem na celu humanizowanie pracy poprzez taką organizację układu „człowiek – maszyna – warunki otoczenia”, aby wykonywana ona była jak najefektywniej i przy możliwie niskim koszcie biologicznym, co uzyskuje się m.in. poprzez eliminację źródeł chorób zawodowych.

Wyniki tej rozprawy mogą znaleźć zastosowanie na kilku poziomach. Przede wszystkim stanowią źródło wiedzy dla armatorów, którzy mogą wykorzystać część wdrożeniową pracy do lepszego dostosowania mostków do potrzeb nawigatorów w celu podniesienia ich efektywności i zmniejszenia obciążenia pracą. Identyfikacja problemów i ich wpływ na wykonywanie obowiązków mogą być użyteczne dla samych nawigatorów, wspierając ich w bardziej świadomym kształtowaniu własnego środowiska pracy. Z rezultatów tej rozprawy mogą skorzystać także projektanci mostków, tak by podczas tworzenia przestrzeni nawigacyjnych uwzględniać rzeczywiste potrzeby i zachowania użytkowników końcowych.

Reasumując powyższe trzeba zatem przyznać, że oceniana tu rozprawa doktorska stanowi solidne i obszerne opracowanie problematyki ergonomii mostka nawigacyjnego. Część propozycji wdrożeniowych wymagałaby jednak większego krytycyzmu, silniejszego osadzenia w realiach eksploatacyjnych oraz uwzględnienia różnorodności typów statków i kultur organizacyjnych armatorów.

4. Wkład własny autora w rozwój dyscypliny

Ergonomia jest nauką interdyscyplinarną. Korzysta z dorobku takich nauk lub dziedzin naukowych jak: psychologia pracy, socjologia pracy, fizjologia pracy, higiena, medycyna pracy, organizacja pracy, antropometria oraz nauk technicznych, np. budowy maszyn. Wyróżnia się ergonomię koncepcyjną (wprowadzanie zasad ergonomii podczas opracowania koncepcji oraz projektowania) i ergonomię korekcyjną (korektę warunków pracy na drodze modernizacji już funkcjonujących stanowisk pracy z użyciem maszyn, urządzeń. Problematyka ta, w związku z postępującym rozwojem technologicznym w branży morskiej, zyskuje zatem również na znaczeniu w transporcie morskim, gdzie odpowiednia ergonomia np. na mostkach nawigacyjnych, może znacznie wspomóc człowieka w ocenie sytuacji i przetwarzaniu otaczających go informacji, zwiększając tym samym bezpieczeństwo statku. Praca wpisuje się zatem w rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria lądowa, geodezja i transport”.

Doktorant jest współautorem jednej publikacji naukowej za 70 pkt z listy MNiSW (wkład autora 80%) oraz autorem trzech innych publikacji naukowych (za 70 pkt., 140 pkt. i 100 pkt z listy MNiSW). Doktorant uczestniczył również w trzech międzynarodowych konferencjach naukowych z branży morskiej, w dwóch jako prelegent, w jednej jako uczestnik.

Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej przeprowadził studia literaturowe i analizę przepisów, dwa badania ankietowe wśród 200 marynarzy, obserwował poruszanie się oficerów podczas wacht morskich na czterech wybranych statkach handlowych, a także zamodelował ćwiczenie na symulatorze mostka nawigacyjnego, które zostało wykonane przez 30 nawigatorów.

Rozprawa zawiera opracowane rozwiązania problemów ergonomicznych na mostkach, weryfikację możliwości ich wdrożenia, a także metodę oceny zasadności ich implementacji. Opracowane rozwiązania systemowe składają się na System Wspomagania Ergonomii Mostka Nawigacyjnego, który stanowi autorską koncepcję opracowaną w ramach ocenianej rozprawy doktorskiej. Wyniki badań autora wskazują, że ergonomia sterówki wpływa na pracę nawigatora w różnorodny sposób, a inwestowanie w nią może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa statku oraz do zwiększenia przywiązania wykwalifikowanych oficerów do firmy.

5. Uwagi ogólne i szczegółowe

Uwagi ogólne:

Rozprawa porusza ważną i aktualną problematykę ergonomii mostka nawigacyjnego oraz jej potencjalnego wpływu na efektywność pracy nawigatora i bezpieczeństwo statku. Autor wykazuje się bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu oraz obowiązujących przepisów, a zakres przeprowadzonych badań jest szeroki i zróżnicowany.

Jednocześnie jednak część wniosków i tez zawartych w rozprawie budzi wątpliwości co do ich nowości oraz stopnia uzasadnienia empirycznego. Stwierdzenia dotyczące wysokiej świadomości ergonomicznej nawigatorów, wpływu hałasu czy oświetlenia na komfort pracy mają charakter raczej potwierdzający wiedzę powszechnie znaną w środowisku morskim niż odkrywczy. Również teza, jakoby ergonomia mostka miała istotnie wpływać na lojalność pracowników wobec firmy, wydaje się zbyt daleko idąca i niedostatecznie udokumentowana – w praktyce bowiem na decyzje kadrowe nawigatorów wpływa wiele innych czynników, takich jak system pracy, wysokość wynagrodzeń, relacje międzyludzkie czy warunki socjalne.

Pewnym ograniczeniem pracy jest także dobór próby badawczej. Badania koncentrują się głównie na oficerach pracujących na statkach towarowych, podczas gdy w żegludze pasażerskiej oraz na nowoczesnych jednostkach specjalistycznych (dynamicznie pozycjonowanych) operujących w sektorze *offshore* ergonomia mostka nawigacyjnego jest od lat traktowana priorytetowo i regulowana przez procedury armatorskie. Najlepsi fachowcy budują wstępne modele konsoli sterowniczych mostka, aby maksymalnie wyeliminować wszelkie możliwe błędy projektowe. Z tego względu możliwość uogólniania części wniosków na całą branżę morską może być ograniczona i myląca. W pracy zabrakło przy tym wizyt studyjnych w pracowniach biur projektowych specjalizujących się w zabudowie mostków nawigacyjnych.

W kilku miejscach pracy pojawiają się również dyskusyjne założenia dotyczące praktyki nawigacyjnej. Dotyczy to m.in. rozważań na temat zakazu siadania podczas wachty, który obecnie (szczególnie na nowoczesnych statkach) w dużej mierze stracił już na aktualności, jak również sugestii dotyczących lokalizacji stanowisk obserwacyjnych, nie zawsze zgodnych z rozwiązaniami stosowanymi na najnowszych mostkach zintegrowanych. Podobnie, pominięcie perspektywy marynarzy wachtowych (sterników), którzy również prowadzą obserwację i sterują statkiem, można uznać za istotną lukę badawczą.

Najwięcej kontrowersji budzi jednak część wdrożeniowa rozprawy. Część proponowanych rozwiązań, takich jak szkolenia z „korzystania z krzesła”, ćwiczenia wzroku czy symulacyjne uświadamianie efektów odbić światła, może sprawiać wrażenie działań nadmiernie paternalistycznych wobec doświadczonych, wykwalifikowanych nawigatorów, którzy na co dzień podejmują samodzielne decyzje dotyczące własnego dobrostanu i sposobu pracy. Również postulaty daleko posuniętej automatyzacji (np. automatyczne sterowanie zasłonkami przeciwsłonecznymi czy automatyczna regulacja jasności ekranów) nie zawsze uwzględniają złożoność warunków pogodowych, indywidualne preferencje użytkowników oraz potencjalne ryzyko wynikające z błędnego działania systemów automatycznych.

Wątpliwości budzą także pewne uogólnienia interpretacyjne, np. łączenie poziomu wykształcenia z szybkością detekcji obiektów bez jednoznacznej weryfikacji tego parametru wśród respondentów czy wnioskowanie, że brak akceptacji dla tzw. „energetycznej muzyki” oznacza całkowity brak zainteresowania muzyką jako elementem środowiska pracy. Takie uproszczenia mogą prowadzić do nie w pełni trafnych konkluzji.

Podsumowując, rozprawa stanowi solidne i obszerne opracowanie problematyki ergonomii mostka nawigacyjnego, jednak jej największą wartością jest systematyzacja istniejącej wiedzy oraz zebranie doświadczeń praktyków, a nie przełomowy i mało odkrywczy charakter wniosków końcowych. Część propozycji wdrożeniowych wymagałaby większego krytycyzmu, silniejszego osadzenia w realiach eksploatacyjnych oraz uwzględnienia różnorodności typów statków i kultur organizacyjnych armatorów.

Mimo wskazanych powyżej uwag krytycznych, przedłożoną do recenzji **pracę oceniam pozytywnie**. Praca ta może stanowić wartościowy punkt wyjścia do dalszych, bardziej wyspecjalizowanych badań w obszarze ergonomii mostków nawigacyjnych w strukturach transportu morskiego.

Uwagi szczegółowe:

1. W wielu miejscach ocenianej pracy doktorskiej tym np. w ankiecie numer 2 (punkt numer 3) oraz na str. 92 autor używa sformułowania: „*Najbardziej oczekiwane przez nawigatorów jest regulowane, ergonomiczne krzesło na mostku (punkt numer 3), który ma najwyższy współczynnik satysfakcji (CS+)*.” Proszę wyjaśnić jakie parametry powinno mieć takie krzesło? Jak wygląda krzesło sternika? Czy na mostku wystarczy taboret, czy raczej powinien być to komfortowy fotel? Jaka powinna być wysokość takiego krzesła, aby zapewnić obsadzie mostka odpowiednią obserwację obiektów usytuowanych wokół statku? Czy krzesło może mieć kółka, aby zapewnić lepszą mobilność użytkownika, czy raczej zwykłe nogi? W jaki sposób odnoszą się do tego armatorzy statków?
2. Str.95: „IMO zalecało, aby mostki były wyposażone w takie krzesła już w 2000 roku [48], jednak nawet po tylu latach nie zawsze jest to egzekwowane. Zgodnie z wytycznymi MSC/Circ.982, krzesło na stanowiskach na mostku powinno być obrotowe, z blokowanym podnóżkiem, regulacją wysokości i możliwością przymocowania do podłogi, lecz także odsunięcia z obszaru stanowiska. Na str. 112 autor dodaje, że „Z uwagi na wysokość paneli nawigacyjnych i konieczność obserwacji otoczenia przez okna, wysokość siedziska powinna być regulowana w zakresie 630–920 mm (dla porównania, zakres regulacji dla krzesła biurowego to 350–550 mm). Proszę opisać krzesło

pilotowe. Czy jest ono obrotowe? Jaka jest jego wysokość? W jaki sposób odnoszą się do tego armatorzy statków i wymienione powyżej przepisy?

3. Na str. 93 autor użył sformułowania: „*możliwość korzystania z „energetycznej” muzyki podczas pełnienia obowiązków na mostku*”. Co Pan rozumie pod pojęciem „muzyki energetycznej” i dlaczego taka sugestia pojawiła się w ankiecie? Słuchanie jakiegokolwiek muzyki podczas pełnienia wacht nawigacyjnych jest surowo zabronione i podyktowane jest to aspektami bezpieczeństwa. Odnosi się do tego między innymi konwencja COLREG oraz tzw. wytyczne Państw Bandery.
4. Na stronie 48 opisano ćwiczenia symulacyjne przygotowane dla Kanału La Manche, w których nie uwzględniając prądów morskich. Kanał La Manche jest akwenem, gdzie występują nie tylko silne prądy morskie, ale również silne prądy pływowe. Rozumiem, że badanie symulacyjne miało na celu ocenę wpływu ergonomii mostka nawigacyjnego na bezpieczeństwo żeglugi i komfort pracy nawigatorów, a nie realizację typowych zadań nawigacyjnych przy oddziaływaniu realistycznych zakłóceń zewnętrznych. Osobiście uważam, że wyniki badań symulacyjnych byłyby bardziej atrakcyjne, gdyby oddawały warunki rzeczywiste (realistyczne zakłócenia zewnętrzne panujące w danym akwenie), uwzględniające zakłócenia ruchu statków nie tylko od oddziaływania wiatru, ale również i prądów wodnych. W symulacji uwzględniono: kierunek wiatru 270°, prędkość wiatru 20 węzłów, brak prądów morskich, fale wiatrowe w kierunku południowo-zachodnim, o wysokości 2,24 m oraz falę martwą w kierunku zachodnim, o wysokości 2,5 m.
5. Autor w pracy dość często używa zwrotów potocznych lub tzw. skrótów myślowych, które nie powinny znaleźć się w pracach naukowej pisanych w języku polskim, m.in.:
 - a) Na str. 43 w rozdziale „wizyty na statkach” autor powszechnie używa słowa „tankowiec” do określenia zbiornikowców przeznaczonych do przewozu ropy naftowej i produktów ropopochodnych. Jest to żargon z języka angielskiego od słowa „*tanker*”. Poprawną formą w języku polskim jest „zbiornikowiec” i w pracach naukowych taka forma powinna być używana.
 - b) Na str. 46 autor użył sformułowania „Mostek tego symulatora ma pole wizji w zakresie 270° (180° do przodu i 90° do tyłu)”, to określenie jest niejednoznaczne i mało profesjonalne. Powinno być np. „Mostek tego symulatora ma pole widoczności w zakresie 270° (od kierunku w przód na dziób po 135° na lewą i prawą burtę statku” lub „Mostek tego symulatora ma pole widoczności w zakresie 270° (od kierunku w przód na dziób po 90° na lewą i prawą burtę statku oraz od kierunku w tył na rufę po 45° na lewą i prawą burtę statku”).
 - c) Na str. 48 autor użył sformułowania „polecenie na telegraf maszynowy: cała naprzód (nawigacyjna)”. Na telegrafie maszynowym nie stosuje się wskazań prędkości „cała naprzód (nawigacyjna)”, a jedynie „cała naprzód” (w domyśle „manewrowa”) (z ang. *Full Ahead* - FAH) oraz „cała naprzód morską” (z ang. *Ship's Sea Speed Full Ahead* - SFAH).
6. W pracy pojawiły się drobne błędy edytorskie (głównie tzw. literówki):
 - a) np. str. 72, tabela 3.2 dzieli się na dwie strony, a mogłaby zmieścić się na jednej stronie;
 - b) na str. 78 w zdaniu „szansa skutecznego wykrycia przez osoby większym doświadczeniem zawodowym...” brakuje litery „z” po słowie „osoby”;
 - c) na str. 98 w sformułowaniu „Jest to odpowiedzią na Pytanie Badawcze 1” w słowie „odpowiedzą” brakuje literki „i”;
 - d) str. 111, w zdaniu „Z założenia, najbardziej wydajna będzie amortyzacja aktywna, która na podstawie czujników ruchu statku na fali i steruje pracą silowników” należy usunąć literkę „i” po słowie „fali”.
 - e) na str. 118 w zdaniu „Jeśli mostek nawigacyjny posiada już możliwość kontroli tych czynników, nie ma konieczności wyposażania go dodatkowe urządzenia.”, zabrakło literki „w” przed słowem „dodatkowe”.

7. W rozdziale 5.1 w zdaniu: „*Rozwiązania szkoleniowe koncentrują się na zwiększeniu wiadomości ergonomicznej wśród załóg oraz na praktycznym wdrażaniu dobrych nawyków podczas codziennej nawigacji*”, przed słowem „nawigatorów” prawdopodobnie brakuje słowa „pracy” a zamiast słowa „wiadomości” powinno być prawdopodobnie „świadomości”.

8. Na str. 102 zdanie: „*Takie ćwiczenie zachęca do spontanicznego odruchu mrugania, wywołując rozluźnienie mięśni oka i poprawia jego naturalne.*”, wydaje się być przerwane (prawdopodobnie zabrakło słowa „krążenie”).

Proszę ustosunkować się poniższych pytań:

1. Oryginalność i wkład własny: Które elementy rozprawy autor uważa za swój najistotniejszy wkład naukowy, a które za potwierdzenie już znanych zależności funkcjonujących w praktyce morskiej?
2. Ergonomia a lojalność nawigatorów: Na jakich podstawach autor opiera wniosek, że poprawa ergonomii mostka może znacząco wpłynąć na lojalność nawigatorów wobec armatora, w zestawieniu z innymi czynnikami organizacyjnymi i społecznymi?
3. Zakres i reprezentatywność badań: Czy autor uważa, że wyniki badań prowadzonych głównie wśród oficerów statków towarowych mogą być bezpośrednio odniesione do statków pasażerskich i jednostek specjalistycznych, gdzie standardy ergonomiczne są często odmienne?
4. Czynnik ludzki vs. ergonomia techniczna: Jak autor ocenia znaczenie atmosfery na mostku i relacji międzyludzkich w porównaniu z czynnikami stricte ergonomicznymi, takimi jak oświetlenie czy regulacja stanowiska pracy?
5. Automatyczna regulacja jasności ECDIS: Jak autor odnosi się do argumentu, że automatyczna regulacja jasności ekranów może w niektórych sytuacjach stwarzać dodatkowe zagrożenie, a indywidualna regulacja jest bezpieczniejsza?
6. Propozycje szkoleniowe: Jak autor odniósłby się do opinii, że proponowane szkolenia ergonomiczne (np. ćwiczenia wzroku czy korzystanie z krzesła) mogą być postrzegane jako mało adekwatne do poziomu doświadczenia zawodowych nawigatorów?
7. Praktyczna użyteczność rozwiązań: Które z proponowanych rozwiązań autor uznaje za rzeczywiście najbardziej realne do wdrożenia na współczesnych statkach i dlaczego?
8. Automatyzacja świateł nawigacyjnych: Czy w ocenie autora automatyzacja włączania świateł nawigacyjnych rzeczywiście wnosi wartość dodaną, biorąc pod uwagę, że na wielu statkach światła te są używane w sposób ciągły?
9. Komunikacja między skrzydłami mostka: Autor określa scenariusze wymagające komunikacji między skrzydłami mostka jako mało prawdopodobne. Jak odniósłby się do praktyki manewrowania statkami pasażerskimi i ro-ro w ciasnych portach bez asysty holowników?

6. Wniosek końcowy

Praca doktorska przedstawiona przez mgr. inż. Michała Stopę porusza ważną i aktualną problematykę ergonomii mostka nawigacyjnego oraz jej potencjalnego wpływu na efektywność pracy nawigatora i bezpieczeństwo statku. Autor wykazuje się bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu oraz obowiązujących przepisów, a zakres przeprowadzonych badań jest szeroki i

zróżnicowany. Rozprawa zawiera opracowane rozwiązania problemów ergonomicznych na mostkach, weryfikację możliwości ich wdrożenia, a także metodę oceny zasadności ich implementacji.

Przedstawiony poligon badawczy oraz przeprowadzona dyskusja wyników wskazuje na dużą wiedzę merytoryczną doktoranta. Doktorant swobodnie porusza się w obszarze wiedzy z zakresu transportu wodnego, a w szczególności wpływu ergonomii mostka nawigacyjnego na efektywną pracę nawigatorów, zna narzędzia i metody stosowane w analizie ryzyka eksploatacji statków, oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego statków, sprawnie posługuje się narzędziami programistycznymi i wykorzystuje dostępną poza macierzystą Uczelnią aparaturę badawczą.

Wykazuje przy tym bardzo duży zasób wiedzy z zakresu transportu morskiego, ergonomii, socjologii i nauk pokrewnych. Sposób realizacji pracy pokazuje umiejętność posługiwania się narzędziami współczesnego badacza oraz umiejętnością formułowania zadań oraz problemów badawczych, a następnie ich rozwiązywaniem.

Zaprezentowane badania jak i rozwiązywany problem badawczy dotyczy transportu wodnego (*Wpływ czynników ergonomicznych na mostku nawigacyjnym na efektywną pracę nawigatora i bezpieczeństwo statku*) można go zatem zaliczyć do dyscypliny naukowej *inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

Przedłożoną do recenzji **rozprawę doktorską**, mimo wskazanych wcześniej kilku uwag krytycznych **oceniam pozytywnie**. Moim zdaniem przedstawiona do recenzji rozprawa odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim, określonym w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowym i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r., nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). **Wobec powyższego, stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport na Politechnice Gdańskiej o dopuszczenie Pana mgr. inż. Michała Stopy do dalszych etapów procedowania doktoratu.**

Z wyrazami szacunku i uznania

Kierownik
Katedry Nawigacji

dr hab. inż. kpt.z.w. Grzegorz Rutkowski
Grzegorz Rutkowski