



## **PUBLIKACJA INFORMACYJNA 30/I**

### **WYTYCZNE DOTYCZĄCE PROJEKTOWANIA OKRĘTÓW WOJENNYCH**

wrzesień  
2022

Publikacje I (Informacyjne) wydawane przez Polski Rejestr Statków S.A.  
mają charakter instrukcji lub wyjaśnień przydatnych przy stosowaniu  
Przepisów PRS.

GDAŃSK

*Publikacja 30/1 – Wytyczne dotyczące projektowania okrętów wojennych – wrzesień 2022*, stanowi rozszerzenie wymagań, wytycznych i zaleceń *Części I – Zasady klasyfikacji, Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych* oraz wszystkich innych *Przepisów*, w których jest przywołana, a ponadto wyjaśnia wiele kwestii związanych ze stosowaniem innych części *Przepisów*, w aspekcie filozofii projektowania okrętów wojennych.

Niniejsza *Publikacja* została zaakceptowana przez Dyrektora Okrętowego Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 28 września 2022 roku.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2022

# SPIS TREŚCI

	Str.
<b>0 Ogólne wytyczne projektowania okrętów wojennych</b> .....	5
0.1 Wstęp.....	5
0.2 Aspekty prawne i organizacyjne budowy okrętów dla MW RP w obecnym stanie prawnym .....	6
0.3 Systemowe podejście do podjęcia decyzji o budowie okrętu.....	12
<b>1 Postanowienia ogólne</b> .....	17
<b>2 Architektura okrętu</b> .....	25
2.1 Postanowienia ogólne. Ramowe wytyczne.....	25
2.2 Środowisko operacyjne. Warunki klimatyczne .....	28
2.3 Załoga i warunki bytowe.....	29
<b>3 Koszty</b> .....	32
<b>4 Realizacja Projektu okrętu wojennego</b> .....	33
<b>5 Rezerwy projektowe</b> .....	42
<b>6 Niewykrywalność okrętu – technologia stealth</b> .....	47
6.1 Postanowienia ogólne .....	47
6.2 Pole radiolokacyjne .....	49
6.3 Pole termiczne .....	49
6.4 Pole hydroakustyczne oraz hydrodynamiczne .....	50
6.5 Pole elektryczne.....	51
6.6 Pole magnetyczne.....	52
<b>7 Dowodzenie i kierowanie okrętem. organizacja okrętu</b> .....	53
<b>8 Uzbrojenie</b> .....	55
<b>9 Modułowość okrętów</b> .....	58
<b>10 Konstrukcja okrętu. Kadłub</b> .....	59
<b>11 Materiał konstrukcyjny</b> .....	60
<b>12 Wytrzymałość konstrukcji</b> .....	61
<b>13 Stateczność i niezatapialność</b> .....	62
<b>14 Właściwości morskie</b> .....	64
<b>15 Odporność uderowa okrętu</b> .....	65
<b>16 Odporność przeciwbalistyczna</b> .....	67
<b>17 Wymagania ogólne w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej i hydroakustycznej okrętu. RADHAZ (Radiation Hazards)</b> .....	68
<b>18 Obrona przeciwko broni masowego rażenia (OPBMAR). Wymagania ogólne</b> .....	70
<b>19 Układ napędowy. instalacje i systemy pomocnicze</b> .....	77
16.1 Wymagania wstępne, ogólne.....	77
16.2 Układy napędowe. Rodzaje.....	79
<b>20 Elektrownia. Rozdział energii elektrycznej</b> .....	82
<b>21 Żywotność okrętu</b> .....	83
<b>22 Wyposażenie pokładowe i ogólnookrętowe</b> .....	90

<b>23</b>	<b>Wyposażenie. Wymagania ogólne .....</b>	<b>91</b>
<b>24</b>	<b>Wymagania dotyczące wyposażenia w środki i urządzenia ratunkowe.....</b>	<b>92</b>
<b>25</b>	<b>Wymagania dotyczące wyposażenia w urządzenia radiowe .....</b>	<b>93</b>
<b>26</b>	<b>Wymagania dotyczące wyposażenia w urządzenia nawigacyjne.....</b>	<b>93</b>
<b>27</b>	<b>Wymagania dotyczące wyposażenia w środki sygnałowe .....</b>	<b>94</b>
<b>28</b>	<b>Wyposażenie przeciwpożarowe .....</b>	<b>94</b>
	28.1 Dokumentacja techniczna.....	94
	28.2 Konstrukcyjna ochrona przeciwpożarowa .....	94
	28.3 Stałe instalacje gaśnicze .....	95
	28.4 Sprzęt pożarniczy i uciezkowy .....	95
<b>29</b>	<b>Wyposażenie medyczne.....</b>	<b>95</b>
<b>30</b>	<b>Okrętowa infrastruktura lotnicza. Śmigłowce.....</b>	<b>98</b>
<b>31</b>	<b>Uzupełnianie zapasów – system zaopatrywania.....</b>	<b>101</b>
<b>32</b>	<b>Ochrona środowiska.....</b>	<b>101</b>
<b>33</b>	<b>Wymagania dotyczące rodzajów zabezpieczeń, w tym logistycznego .....</b>	<b>102</b>
<b>34</b>	<b>Systemy wodowania łodzi abordażowych, roboczych oraz dronów nawodnych oraz podwodnych .....</b>	<b>102</b>
	<b>Załącznik 1 .....</b>	<b>104</b>
	<b>Załącznik 2 .....</b>	<b>105</b>

## 0 OGÓLNE WYTYCZNE PROJEKTOWANIA OKRĘTÓW WOJENNYCH

Niniejsze wytyczne stanowią materiał wprowadzający do projektowania okrętów wojennych, ujmujący w sposób syntetyczny ogólne zasady i prawidła, a także próbujący przybliżyć specyfikę i filozofię projektowania okrętów wojennych. Ujęte w Wytycznych zapisy stanowią uzupełnienie postanowień zawartych w poszczególnych częściach Przepisów (szczególnie zaznaczone w Części II – Kadłub, rozdz. C – Wymagania dodatkowe związane z zadaniami okrętu i wymagania specjalne), a ponadto pokazują kilka aspektów prawnych i organizacyjnych związanych ze sposobem procedowania procesu budowy jednostek dla odbiorcy budżetowego w obecnej sytuacji prawnej w naszym kraju. Aspekt ten ma istotne znaczenie i kształtuje cały system zamawiania, nadzorów, odbiorów i prób, szczególnie okrętów dla MW RP.

Celem zasadniczym budowy okrętów jest, oprócz spełnienia wymagań nałożonych przez zamawiającego, uzyskanie interoperacyjności sił morskich i integracji ze strukturami sojuszniczymi. Kwestie związane ze specyficznymi wymaganiami dla określonych typów jednostek i ich specjalnego wyposażenia zawsze będą przedmiotem dodatkowych uzgodnień, wymagań i decyzji. Będzie to stanowiło element wyróżniający, stanowiący uzupełnienie opracowywanych projektów i przepisów. Będzie zawsze obejmował studia i analizy wymagań i proponował rozwiązania dotyczące zwiększenia odporności okrętu na oddziaływanie bojowe nieprzyjaciela np. odporności udarowej, drgań, wybuchów nawodnych i podwodnych oraz wewnątrz kadłuba, OPBMAR oraz odporności balistycznej na oddziaływanie broni małokalibrowej i odłamków oraz potencjalne zagrożenia eksploatacyjne, takie jak wejście na mieliznę, pływanie w lodach, zderzenia itp. Często wymagania te, w świetle obecnej sytuacji na rynku żeglugowym i potencjalnych na nim zagrożeniach, stają się tożsame dla obu rodzajów jednostek pływających, tj. statków i okrętów.

### 0.1 Wstęp

Projektowanie okrętu wojennego zdeterminowane jest uzyskaniem jak najwyższej efektywności bojowej, a zwłaszcza jego siły uderzeniowej oraz odporności bojowej. Projektowanie okrętu stanowi istotną część procesu przygotowania jego produkcji. Powinno być planowane, organizowane i zarządzane przez kompetentne zespoły, dając możliwość przejrzystego śledzenia i kontroli postępu prac we wszystkich fazach jego realizacji, poczynając od założeń, poprzez studia, analizy, prace przedprojektowe i inne kolejne etapy, kończąc na zbudowaniu i próbach okrętu. Podstawę podejmowania decyzji o przyjętych rozwiązaniach, a także sam proces podejmowania decyzji prowadzi się w oparciu o wykonane analizy ryzyka w aspekcie taktycznym, technicznym, eksploatacyjnym, finansowym oraz zarządzania projektem jako wieloaspektowym narodowym procesie inwestycyjnym o wielkiej skali. Projektowanie ma na celu, niezależnie od przyjętej filozofii projektowania, opartej na zatwierdzonych założeniach, określenie w szerokim zakresie cech projektowanego i planowanego do wcielenia okrętu oraz niezbędnych warunków technicznych, organizacyjnych i finansowych gwarantujących realizację tego zamierzenia, tj.:

- określenie funkcji okrętu w ujęciu systemowym z uwzględnieniem skuteczności działania w określonych strukturach i warunkach;
- określenie podstawowych parametrów taktyczno-technicznych i ekonomicznych projektowanego okrętu;
- wypracowanie i optymalizację rozwiązań funkcjonalnych i konstrukcyjnych, określenie zasadniczych parametrów okrętu, jego struktury i elementów składowych oraz ich zintegrowanie w określone systemy pod względem fizycznym i funkcjonalnym;
- zaprojektowanie realnej technologii wykonania;
- wypracowanie strategii i programu pozyskania i wdrożenia okrętu w aspekcie:
  - zdefiniowania występujących problemów, ich klasyfikacji i hierarchizacji oraz przygotowanie poprawnych propozycji ich rozwiązania;
  - określenia nakładów na realizację programu i próby ich minimalizacji;

- opracowania i optymalizacji planu organizacyjnego realizacji;
- opracowania harmonogramu realizacji z wyznaczeniem drogi krytycznej i dróg obejścia;
- zbudowanie okrętu i przeprowadzenie wszelkich prób i badań potwierdzających wymagane parametry;
- przygotowanie dokumentacji eksploatacyjnej okrętu w celu zapewnienia:
  - właściwego użytkowania;
  - bazowania;
  - konserwacji i napraw oraz
  - utylizacji (złomowania okrętu) po zakończeniu służby.

Projektowanie okrętu jest procesem, który ma charakter cykliczny, schematycznie zobrazowany przy pomocy tzw. spirali projektowej. Określa ona etapowe osiągnięcie celów i zadań projektowych zgodnie z założoną sekwencją i poziomem dokładności rozwiązania. Projektowanie okrętu związane jest często z wykorzystaniem wyników prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych prowadzonych równoległe z projektowaniem i budową okrętu, jak również prac przyszłościowych, pozwalając doskonalić właściwości taktyczno-techniczne okrętu i systemu jego obsługi na poziomie daleko wykraczającym poza okres wdrożenia okrętu do linii.

## **0.2 Aspekty prawne i organizacyjne budowy okrętów dla MW RP w obecnym stanie prawnym**

Formalne podstawy prawne sprawowania nadzoru nad budową jednostek dla SZ RP w Polsce opierają się na następujących najistotniejszych dokumentach:

- Konwencja Narodów Zjednoczonych o prawie morza. Montego Bay. 1982.12.10. Porozumienie w sprawie implementacji części XI Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawie morza z 10.12.1982 r., Nowy Jork 28.07.1994 r. (Dz.U. 2002.59.543 z dnia 2002.05.20 – status: akt obowiązujący),
- Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich RP i administracji morskiej (Dz.U.2017.2205 z dnia 2017.11.29 – status: akt obowiązujący),
- Ustawa z dnia 18 września 2001 r., Kodeks morski (Dz.U. 2016.66 z dnia 2016.01.15 – status: akt obowiązujący),
- Ustawa z dnia 26 października 2000 r. o Polskim Rejestrze Statków Dz.U. 2017.2036 z dnia 2017.11.03 – status: akt obowiązujący),
- Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. o bezpieczeństwie morskim (Dz.U. 2016.281 z dnia 2016.03.04 – status: akt obowiązujący),
- Zarządzenie Porządkowe Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 16 października 2007 r. (Pomor.2007.154.2878) w sprawie bezpieczeństwa żeglugi statków udających się w podróże próbne – na podstawie art. 48 ust.1 i 2 ustawy o obszarach morskich i administracji morskiej – status: akt obowiązujący).

Zgodnie z art. 28 Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawie morza:

„Okręt wojenny oznacza okręt należący do sił zbrojnych państwa, noszący zewnętrzne znaki wyróżniające okręty posiadające przynależność tego państwa, dowodzony przez oficera marynarki pozostającego w służbie tego państwa i którego nazwisko znajduje się na liście oficerów lub w równoważnym dokumencie, z załogą podlegającą normalnej dyscyplinie wojskowej”.

Ponadto, zgodnie z art. 94 Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawie morza w zakresie obowiązków państwa bandery stwierdza się:

„Każde państwo skutecznie wykonuje swoją jurysdykcję i kontrolę w dziedzinie administracyjnej, technicznej i socjalnej nad statkami podnoszącymi jego banderę”.

Te dwa kluczowe postanowienia określają status okrętu w budowie w stoczni oraz kwestie jurysdykcji organów Państwa w stosunku do budowanych jednostek. Kwestie te poruszono szerzej w p. 0.2.1 oraz 0.2.2.

### 0.2.1 Upoważnienie dla PRS

PRS jako narodowe towarzystwo klasyfikacyjne, uznana organizacja (RO), upoważnione przez Ministra właściwego ds. gospodarki morskiej opracowuje i publikuje przepisy klasyfikacyjne stanowiące podstawę projektowania, budowy i eksploatacji statków, które spełniają wymagania Konwencji SOLAS. PRS jako RO wystawia w imieniu Administracji Morskiej Państwa dokumenty bezpieczeństwa.

PRS sprawuje ponadto na mocy upoważnienia Rządu w odniesieniu do statków pod polską flagą funkcję nadzoru technicznego, wystawiając dla potrzeb Administracji Morskiej Państwa stosowne dokumenty bezpieczeństwa, w tym dokumenty klasyfikacyjne, stanowiące podstawę do wystawienia przez ten organ dokumentów dopuszczających statki do pływania w obszarach morskich.

Klasyfikacja okrętu przez PRS lub inne towarzystwo klasyfikacyjne to proces oceny zgodności konstrukcji, wykonania i stanu technicznego okrętu (kadłuba, urządzeń maszynowych, elektrycznych, instalacji i wyposażenia) z właściwymi wymaganiami przepisów PRS lub innego towarzystwa.

Wymiernym efektem klasyfikacji jest nadanie okrętowi Świadectwa klasy, będącego potwierdzeniem, że zaprojektowany i zbudowany pod nadzorem i w oparciu o stosowne przepisy okręt posiada co najmniej minimalny wymagany przepisami i konwencjami poziom bezpieczeństwa technicznego.

Uzasadnione podwyższenie kryteriów projektowych i nadzoru na etapie projektowania, co często ma miejsce dla okrętów wojennych, w zakresie jego żywotności bojowej i eksploatacyjnej, powoduje uzyskanie wyższego poziomu bezpieczeństwa okrętu, załogi i ochrony środowiska.

Jest to wyższy poziom spełnienia wymagań Zamawiającego i potencjalnego użytkownika i operatora. Przeprowadzenie procesu klasyfikacji oraz zastosowanie w wyniku właściwego doboru przez armatora urządzeń, instalacji i rozwiązań technicznych sprzyjają osiągnięciu przez załogę okrętu (przy właściwym, stałym jej szkoleniu) maksymalnego poziomu bezpieczeństwa życia na morzu.

Klasę nadaje się po przeprowadzeniu szczegółowego nadzoru podczas projektowania, budowy oraz prób. Nadzór obejmuje sprawy istotne dla żywotności okrętu i prowadzonej obrony przeciwwawaryjnej okrętu (OPA). Jeżeli w zamówieniu na budowę okrętu określone są dodatkowe wymagania techniczne, to proces nadzoru również je obejmuje, w obszarze określonym przez Zamawiającego, na zgodność ze wskazanymi standardami. Uważa się, iż wymagania dodatkowe nie mogą być traktowane mniej restrykcyjnie jak te egzekwowane w procesie klasyfikacji.

Z faktu przeprowadzenia klasyfikacji okrętu przez PRS i posiadania klasy PRS wynikają bieżące i przyszłe korzyści eksploatacyjne i ekonomiczne:

- Odbiory u producentów maszyn, urządzeń i wyrobów, nadzór nad projektowaniem, budową i próbami przez niezależną od projektantów, producentów, budowniczych, inwestorów i innych zainteresowanych stron krajową instytucję ekspercką o nieposzlakowanej reputacji daje gwarancję rzetelnie przeprowadzonego nadzoru, odbiorów i oceny jakości. Instytucja o uznaniu międzynarodowym bierze na siebie odpowiedzialność za wykonane czynności.
- Okręt przez okres co najmniej 5 lat posiada wszystkie wymagane dokumenty klasyfikacyjne, wymagające corocznych potwierdzeń, upoważniające do zawijania do portów, przechodzenia przez akweny ograniczone, etc.
- Okręt spełnia odpowiednie normy i przepisy międzynarodowe, w tym wymagania konwencji IMO agendy morskiej ONZ, co może być potwierdzone wystawieniem przez PRS Świadectw

zgodności pozwalających działać jednostkom na wodach międzynarodowych i wewnętrznych wodach sojuszników i partnerów w sposób bezpieczny, zgodny z konwencjami IMO. W sytuacji, gdy istnieje potrzeba wystawienia aktualnych świadectw pomiarowych, kanałowych etc., sporządzenie ich nie wymaga długiego czasu ani wysokich nakładów.

- Okręt można bezpiecznie użytkować w obszarze polskich portów, baz i korzystać w sposób bezpieczny z każdej odpowiedniej infrastruktury portowej na świecie, bez kłopotów i zastrzeżeń.
- Posiadanie klasy nie musi generować kosztów i skutków w przyszłości, gdyż kwestie sprawowania nadzoru nad okrętami przez towarzystwa klasyfikacyjne są wyłączną i suwerenną decyzją marynarek wojennych. Towarzystwa mogą sprawować nadzór całkowity nad budową i eksploatacją, jak w Polsce w przypadku np. MOSG, lub ograniczony tylko do obszaru określonego zleceniem armatora, np. MW RP.
- Systemy dowodzenia, kierowania, łączności oraz inne systemy specyficzne dla marynarek wojennych nie podlegają klasyfikacji, z wyjątkiem spełnienia przez okręt niektórych wymagań ogólnych w zakresie bezpieczeństwa żeglugi i ratowania życia na morzu, które obligatoryjnie muszą spełniać wszyscy użytkownicy morza, w tym marynarki wojenne.
- Korzystne dla marynarek wojennych jest włączenie towarzystwa klasyfikacyjnego do odbiorów etapowych i docelowych u producentów wyposażenia technicznego okrętów. Skorzystanie z doświadczenia niezależnego towarzystwa pozwoli na uzyskanie pełnej, zweryfikowanej dokumentacji źródłowej z procesu projektowania, doboru, wykonania i odbioru materiałów i wyrobów, produkcji podzespołów i prób kompletnych urządzeń, a także zagwarantuje uzyskanie pełnej dokumentacji, m.in. materiałowo-konstrukcyjnej i technologicznej, od zagranicznych dostawców, co zwykle nie ma miejsca przy zastępczym odbiorze zagranicznym.
- Uzyskanie znacznych upustów cenowych i korzystnych stawek ubezpieczeniowych w sytuacji, gdy zaistnieje potrzeba ubezpieczenia okrętu i załogi na czas trwania misji, szczególnie poza granicami kraju. Podobne zyski uzyskuje się z tytułu opłat kanałowych i standardowego wyposażenia okrętu w sprzęt i wyposażenie specjalne wymagane na przejścia przez wody ograniczone.
- PRS posiada akredytację do wydawania świadectw międzynarodowych oraz posiada upoważnienie wielu Administracji morskich oraz uznanie Unii Europejskiej do występowania w ich imieniu i kontroli stanu technicznego statków morskich, w tym okrętów wojennych na specjalne życzenie oraz wydawania stosownych certyfikatów. PRS może wykonać przeglądy i wydać stosowne świadectwa na zlecenie armatorów budżetowych w zależności od ich potrzeb operacyjnych.
- PRS posiada ściśle i sprawdzone w praktyce procedury nadzoru i odbiorów, a także system permanentnego szkolenia inspektorów i okresowej weryfikacji ich kompetencji. Wszystko to jest objęte certyfikowanym przez CCJ WAT i potwierdzonym przez Międzynarodowe Zrzeszenie Instytucji klasyfikacyjnych IACS systemem zarządzania jakością.
- Prowadzenie nadzoru klasyfikacyjnego przez PRS nad okrętami w eksploatacji, niezależnie od nadzoru sprawowanego przez użytkownika/armatora, daje zobiektywizowaną ocenę stanu technicznego jednostki, weryfikuje zakresy napraw, remontów, uzupełnienia wyposażenia, części zamiennych oraz wykonanie określonych procedur i posiadanie stosownych dokumentów warunkujących bezpieczną eksploatację jednostki, m.in. w aspekcie spełnienia wymagań Administracji morskiej Państwa oraz wymagań konwencji. PRS pełni funkcję niezależnego audytora w stosunku do zadań służb nadzoru eksploatacyjnego i jakościowego armatora/ użytkownika, wskazując w bezpośredni sposób obszary wymagające ciągłego nadzoru w okresach między przeglądami klasowymi oraz przeglądami okresowymi. Pozytywny wynik takich przeglądów daje podstawę do wystawienia dokumentu zgodności, tj. Świadectwa klasy, potwierdzającego, że okręt spełnia wszystkie wymagania standardów bezpieczeństwa żeglugi oraz certyfikatów potwierdzających spełnienie przez okręt wymagań międzynarodowych konwencji ratyfikowanych przez rząd RP.



- Przy sprzedaży jednostek wycofanych z eksploatacji w MW RP, a wcześniej nadzorowanych i posiadających klasę towarzystwa klasyfikacyjnego można uzyskać zdecydowanie wyższe kwoty, z uwagi na mniejszy zakres czynności potrzebnych do dostosowania jednostki do nowego przeznaczenia i łatwość uzyskania bądź przedłużenia dokumentów jednostki potwierdzających zgodność z wymaganiami międzynarodowymi, konwencjami oraz przepisami Administracji morskiej. Trudności lub niemożność spełnienia takiego wymogu w wielu przypadkach uniemożliwia lub ogranicza zbycie sprzętu morskiego przez stosowną agendę MON, np. Agencję Mienia Wojskowego.

Bardzo często w odniesieniu do umów, gdzie zamawiającym jest Skarb Państwa, PRS wykonuje szerszy zakres nadzoru technicznego, którego elementem są nadzory klasyfikacyjne i konwencyjne. Ten rodzaj nadzoru zwykle określony jest w umowie lub prowadzony jest w trakcie realizacji budowy, szczególnie na etapie zatwierdzania dokumentacji technicznej jednostki. Szczegółowość nadzoru ma bezpośredni wpływ na jakość rozwiązań oraz kształt wytworzonego wyrobu oraz poziom spełnienia wymagań zamawiającego. Często jest on elementem działalności rzeczoznawczej i doradczej.

Działalność PRS w zakresie działalności nadzorczej oparta jest głównie na podstawowym dokumencie systemu jakości PRS – „Zasady działalności nadzorczej”. „Zasady” ustalają zakres i sposób wykonywania czynności nadzorczych PRS, sposób korzystania z Przepisów, tryb zatwierdzenia dokumentacji technicznej, tryb i formy prowadzenia nadzoru oraz rodzaj wystawianych dokumentów. PRS prowadzi także certyfikację systemów zarządzania (w dziedzinach pozaokrętowych) i certyfikację wyrobów na warunkach określonych w Zasadach certyfikacji, opracowanych i opublikowanych przez PRS.

Nadzór techniczny PRS prowadzony jest w celu potwierdzenia, że przedmiot nadzoru odpowiada wymaganiom określonym w odpowiednich przepisach i innych mających zastosowanie zbiorach wymagań oraz zatwierdzonej i/lub przyjętej do wiadomości i uzgodnionej dokumentacji technicznej. Zasadniczą formą prowadzenia nadzoru technicznego jest kontrola wyrywkowa, z wyjątkiem takich przypadków, dla których ustalono inne postępowanie wynikające ze specyfiki danego rozwiązania. PRS współpracuje z organami nadzoru zamawiającego, nadzoru państwowego oraz zakładu, w sposób niezależny w oparciu o wspomniane „Zasady”.

Zakres nadzoru na etapie przygotowania do budowy, w trakcie budowy i prób obejmuje w szczególności operacje ważne dla prawidłowego procesu budowy i uzyskania wyrobu zgodnego z zamówieniem, spełniającego kryteria bezpieczeństwa, a także ocenę ryzyka realizacyjnego inwestycji:

- kontrolę i akceptację miejsca budowy, w tym sprawdzenie kwalifikacji spawaczy i świadectw materiałów używanych do budowy jednostek;
- kontrolę konstrukcji podczas spawania;
- bieżące odbiory prac produkcyjnych, w tym FAT;
- końcową inspekcję i akceptację budowanego kadłuba, w tym próby szczelności;
- nadzór nad instalacją urządzeń i wyposażenia;
- udział w próbach portowych HAT;
- końcową inspekcję i akceptację w pełni wyposażonego kadłuba;
- udział w rejsach próbnych, w tym podczas prób zdawczo-odbiorczych SAT.

Kontrola prowadzona jest we wszystkich miejscach zgłoszonych przez Wykonawcę jako miejsca wykonywania elementów przedmiotu nadzoru w sposób uzgodniony z Wykonawcą.

Podczas analiz i dyskusji dotyczących określenia klasy okrętu oraz przepisów i innych standardów przyjmuje się kluczowe wskazania projektowe oraz najważniejsze wymagania mające wpływ na jakość rozwiązań projektowanego okrętu, w tym materiałowych, jako niezależnie od bezwzględnej konieczności wykonania zadania głównego zgodnie z przeznaczeniem, również możliwość jego obrony przed każdego rodzaju uderzeniem przeciwnika (mimo, że okręt może nie być

uzbrojony, np. jednostki wsparcia, pomocnicze itp.), możliwość przetrwania pierwszego uderzenia, a następnie utrzymania całkowitej lub przynajmniej wystarczającej zdolności bojowej, rozumianej jako utrzymanie zdolności ruchu i manewrowości okrętu, możliwości zasilania elektrycznego podstawowych odbiorników energii ważnych dla funkcjonowania okrętu, sprawności podstawowych środków samoobrony okrętu i istotnych dla prowadzenia działań podsystemów dowodzenia i kierowania okrętem.

Dla każdego okrętu może być wydany Certyfikat bezpieczeństwa okrętu wojennego zgodnie z postanowieniami Kodeksu Bezpieczeństwa Okrętu Wojennego ANEP-77 zaleconym do stosowania w siłach morskich NATO dokumentem STANREC 4807 i przyjętym do stosowania w MON. Przegląd do wystawienia Certyfikatu zgodności z ANEP-77 powinien zostać dokonany przez Administrację Marynarki Wojennej, względnie MW może powierzyć prowadzenie inspekcji i przeglądów uznanej organizacji (Recognized Organisation), w kraju narodowej organizacji działającej z upoważnienia Rządu w oparciu o Ustawę o PRS, Polskiemu Rejstrowi Statków. Kwestie te przedstawiono w PKiBOW, Cz.I, rozdz.13.

## **0.2.2 Status okrętu w budowie w stoczni. Uwagi dotyczące podjęcia decyzji o budowie okrętów seryjnych**

- .1 Okręt budowany jest w oparciu o umowę dostawy/kontrakt w stoczni wybranej w ramach procedur wyboru zgodnych z prawem zamówień publicznych lub wg innej uznanej procedury Państwa. Podstawę merytoryczną i przedmiot umowy stanowiący podstawę późniejszego odbioru zazwyczaj stanowią założenia lub wymagania taktyczno-techniczne opisujące przedmiot zamówienia/specyfikację przedmiotu zamówienia. W założeniach lub w umowie określa się zazwyczaj sposób sprawowania nadzoru oraz stosowne przepisy i organa nadzoru technicznego zobowiązane do wydania określonych prawem dokumentów zgodności potwierdzających, że okręt został zbudowany zgodnie z obowiązującym prawem oraz przepisami, a także że spełnia wszystkie warunki bezpieczeństwa żeglugi, w tym bezpieczeństwa konstrukcji, załóg i ochrony środowiska.
- .2 Kontrakt na nadzór z towarzystwem klasyfikacyjnym zawiera dostawca okrętu zobowiązany umową do dostarczenia zamawiającemu obiektu spełniającego wszystkie wymagania Administracji Morskiej Państwa lub Administracji Marynarki Wojennej RP, względnie innej upoważnionej instytucji Państwa. W dokumencie tym specyfikuje się wszystkie Przepisy, które stanowią będą merytoryczną podstawę projektowania, nadzoru i odbiorów, niezależnie od innych dokumentów kontraktowych, w tym głównie wymagań zamawiającego okręt, a także wystawione dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań kontraktowych, w tym Świadectwo klasy oraz na żądanie Zamawiającego Certyfikat zgodności z ANEP-77.
- .3 Okręt zgodnie z aktualnym stanem prawnym w okresie budowy w stoczni traktowany jest jak statek, który musi spełniać wszystkie wymagania Administracji Morskiej Państwa w zakresie bezpieczeństwa żeglugi. Do czasu powołania formalnego ustawowego organu Administracji MW ten stan prawny obowiązuje w kraju i nakłada określone prawem obowiązki i odpowiedzialność na wszystkie instytucje biorące udział w pozyskaniu nowej jednostki.
- .4 Okręt w budowie podlega wszystkim procedurom nadzoru wynikającym z dokumentów systemu jakości PRS oraz dodatkowych wymagań zamawiającego. Nadzór sprawowany jest w synergii z organami nadzoru wojskowego wykonywanego przez: przedstawiciela wojskowego i urzędy: nadzoru metrologicznego oraz dozoru technicznego, przy czym orzeczenia tych organów są przez siebie wzajemnie uznawane.

- .5 Okręt po zakończeniu badań wstępnych, o ile jest realizowany w ramach prac b+r, po zainstalowaniu systemów walki i ich podłączeniu oraz zintegrowaniu, jest platformą w rozumieniu standardów projektowych.
- .6 W normalnych warunkach realizacji budowy okręt podczas testów i prób jest sprawdzany na zgodność z wymaganiami „Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych PRS”, ZTT i ANEP-77 przez uznany organ nadzoru państwowego nad jednostkami pod polską banderą/flagą, który po zakończeniu ich z wynikiem pozytywnym potwierdza zdolność okrętu do bezpiecznej żeglugi na morzu w świetle wymagań Administracji Morskiej Państwa (bezpieczeństwo żeglugi, wyposażenia, konstrukcji, bezpieczeństwo załogi i ochrona środowiska). Organ ten nie ocenia i nie wydaje żadnych dokumentów potwierdzających gotowość okrętu do działalności strictly bojowej.
- .7 Podniesienie bandery MW RP na okręcie powoduje zmianę statusu jednostki i stanowi włączenie okrętu w skład floty i rozpoczęcie cyklu szkolenia, zgrywania załóg okrętów, systemów bojowych itp. w celu włączenia okrętu do linii, tj. uzyskania przez okręt i jego załogę gotowości do wykonywania zadań zgodnie z przeznaczeniem i podporządkowaniem organizacyjnym. Fakt podniesienia bandery MW RP stanowi przejście w stan floty zgodnie z prawem morza i regulacjami narodowymi – okręt w pojęciu prawa przestaje być statkiem w rozumieniu przepisów prawa. Z chwilą podniesienia bandery wojennej okręt przechodzi pod jurysdykcję Naval Administration (Dowództwo MW RP działające w tym zakresie w imieniu MON), podobnie jak w innych krajach, przy czym zgodnie z obowiązującymi przepisami w SZ RP musi on spełniać postanowienia konwencji związanych z bezpieczeństwem żeglugi i ochroną środowiska morskiego, mimo braku takiego formalnego wymagania konwencyjnego.
- .8 Budowa jednostki seryjnej, a zwykle i prototypowej, przebiega wg schematu uproszczonego, tj. prób HAT, SAT i zdawczo-odbiorczych (rys. 0.3.2-1).
- .9 Towarzystwa klasyfikacyjne nie tworzą przepisów klasyfikacyjnych dotyczących systemów dowodzenia, łączności oraz innych systemów bojowych okrętu i ich działalność nie jest przedmiotem nadzoru klasyfikacyjnego w tym obszarze, poza oceną mas, stateczności okrętu, weryfikacji kątów ostrzału w zakresie oceny pola ciśnień gazów wylotowych, wpływu na strukturę i konstrukcję okrętu, instalacje i urządzenia ogólnookrętowe zapewniające ich właściwą pracę i bezpieczną obsługę przez załogę, nadzory nad instalacjami do tzw. ostatniej skrzynki systemowej elektrycznej lub innych mediów, fundamentowanie, obliczenia obciążeń od strzału itp. W systemy strictly bojowe towarzystwa klasyfikacyjne nie ingerują, chyba że działają w zespołach kierowanych przez struktury wojskowe na wyraźne ich zlecenie i zapotrzebowanie.
- .10 Przepisy klasyfikacji i budowy okrętów wojennych oraz statków morskich PRS opracowuje i wdraża na mocy ustawy o PRS, zaś Administracja morska (Urzędy Morskie), uznając wszystkie dokumenty PRS jako wiążące i zgodne z prawem międzynarodowym, dopuszcza jednostki do pływania w polskich i zagranicznych obszarach morskich i portach. Wydane dla stoczni dokumenty opracowane przez PRS pozwalają uzyskać dokumenty podróży dla okrętów nienoszących jeszcze bandery MW RP, jak dla statków: zgodę na przeholowania, ruch w obrębie portów itp.

### 0.3 Systemowe podejście do podjęcia decyzji o budowie okrętu

#### 0.3.1 Uogólnione wymagania techniczne i operacyjne

Projektowanie okrętu wojennego zdeterminowane jest uzyskaniem jak najwyższej efektywności bojowej, a zwłaszcza jego siły uderzeniowej i odporności bojowej. Odporność bojowa określona jest poziomem obrony biernej, a więc niezatapialnością, odpornością na przebicia i uderzenia skoncentrowaną energią, małą wrażliwością na działanie środków masowego rażenia, korzystnym z punktu widzenia żywotności rozplanowaniem urządzeń napędowo-energetycznych i uzbrojenia, a także niskim poziomem pól fizycznych oraz odpowiednim zasięgiem pływania oraz niezależnością od bazy (autonomicznością). Siłę uderzeniową okrętu determinuje jego prędkość, dzielność morską/właściwości morskie, niezawodność napędu i środków technicznych zapewniających ruch i zasilanie, stabilizację kołysania okrętu i systemów dowodzenia, kierowania uzbrojenia i walki. Z tych względów okręty powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem wszystkich czynników minimalizujących pola fizyczne, zwiększając przez to odporność bojową okrętu. Wysiłek projektowy skierowany na uzyskanie maksymalnego efektu niewykrywalności powinien osiągać racjonalne granice określone prawami fizyki oraz kosztami. Kierunki i środki zwiększenia odporności okrętu muszą być brane pod uwagę i dobrze przeanalizowane już w fazie wstępnej projektowania. Zakładany czas życia okrętu i rozwój technologii militarnych powinny wymuszać w trakcie prac analitycznych i studiów szerokie spojrzenie w przyszłość oparte na głębokiej analizie techniczno-operacyjnej, która powinna określać: ewentualnego przeciwnika, jego potencjał bojowy i wynikające z tego zagrożenia dla okrętów, przewidzieć możliwe do użycia środki bojowe, wytypować i rozpoznać potencjały sił, sprecyzować potencjalne rejony działań i zdefiniować warunki środowiskowe, w tym warunkujące propagację fal elektromagnetycznych itp. Taki sposób podejścia do projektowania okrętów wymaga rozpatrzenia możliwych scenariuszy wykorzystania okrętu/ów w przewidywanym okresie ich przewidywanej eksploatacji. Te i inne informacje pozwolą na wstępne rozważenie relacji zasięgów środków bojowych i systemów stron potencjalnego konfliktu, co może przyczynić się do racjonalnego określenia poziomu niewykrywalności okrętu oraz określenia przewidywanych do zastosowania zabiegów technicznych, aby ten poziom osiągnąć. Drugim istotnym etapem analizy jest zbudowanie hierarchicznego drzewa różnorodnych możliwych wariantów zagrożeń od środków bojowych przeciwnika oraz optymalizowanie doboru i konfiguracji własnego uzbrojenia wraz z systemami kierowania. Proces ten musi dążyć w kierunku uzyskania możliwie najwyższej skuteczności i pewności obrony od wykrycia celów do ich zniszczenia. Kolejność analiz możliwych zagrożeń musi dać odpowiedź i określić niezbędny poziom niewykrywalności okrętu: od strony zmniejszenia jego podatności na wykrycie i zniszczenie w stanach pośrednich i nieokreślonych stanach zagrożeń (środki i czas wykrycia) oraz efektywności środków aktywnego przeciwdziałania. Celowe jest również dokonanie analizy emisji elektromagnetycznej własnych środków okrętu.

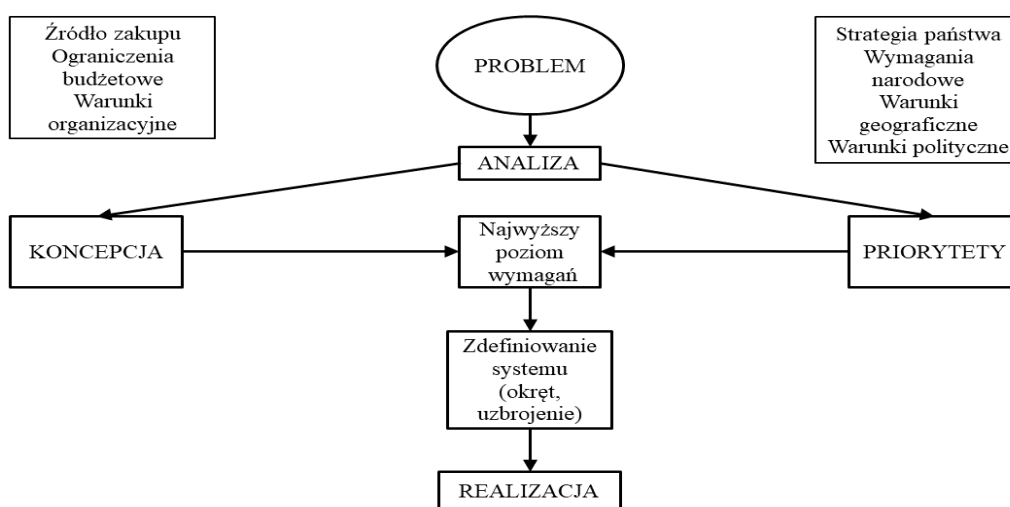
Analiza techniczno-taktyczna powinna obejmować dwa zasadnicze aspekty implikujące niewykrywalność: gwałtowny rozwój technologiczny zawsze wywołuje równe oddziaływanie potencjalnego przeciwnika oraz fakt, że do końca nie wiadomo kto będzie przeciwnikiem, i dlatego konieczny jest wymóg przewidywania dużej podatności modernizacyjnej okrętu.

#### 0.3.1 Specyfika rozwiązania systemowego problemu projektowania okrętu i jego podsystemów (rys. nr 0.3.1-1)

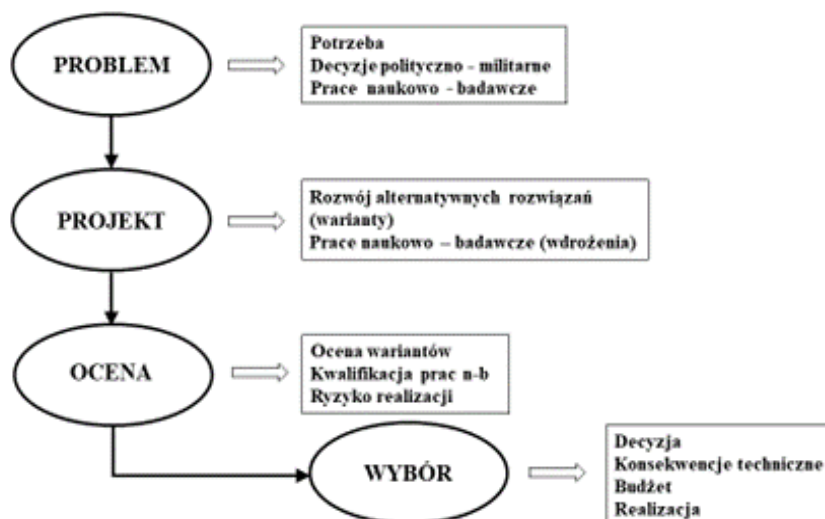
Podjęcie decyzji o budowie okrętu poprzedzone jest zawsze analizą potrzeb strategicznych Państwa wynikających z ciągłych studiów zagrożeń, kierunków rozwoju gospodarczego, kierunków i rodzajów importu dóbr niezbędnych gospodarce, wymiany handlowej, rozwoju techniki, źródeł i kierunków zaopatrywania w surowce itd.

Z uwagi na fakt, że strategię Państwa opracowuje się w długim horyzoncie czasowym liczonym w dziesiątkach lat (30 do 50) w systemie krocącym i jako proces ciągły, a żywotność okrętu jako potencjalnego środka zapewnienia potrzeb obronnych Państwa i ochrony jego interesów na morzu i rejonach przybrzeżnych wynosi co najmniej 30-40 lat, decyzja o jego pozyskaniu musi z natury uwzględniać wszystkie obszary wymagań narodowych, warunków geograficznych, sytuacji politycznej, budżetu i dostępności środków, potencjału przemysłu, zaplecza projektowego i naukowo-badawczego itp. kwestii. W wyniku tych analiz określa się i definiuje problem, określa się czym chce się zrealizować zamiar obrony, określa się priorytety narodowe i zobowiązania sojusznicze, definiuje się wymagania organizacyjne, finansowe, techniczne, niezbędne zasoby intelektualne, skutki dla kraju i wiele innych czynników kluczowych dla podjęcia decyzji o rozwiązaniu problemu i ocenie ewentualnych skutków w różnych obszarach działalności Państwa.

Specyfikę rozwiązania systemowego problemu projektowania okrętu i jego systemów przedstawiono na rys. 0.3.1-1 oraz w sposób uproszczony na rys. 0.3.1-2.



Rys. 0.3.1-1 Specyfika rozwiązania systemowego problemu projektowania okrętu i jego podsystemów



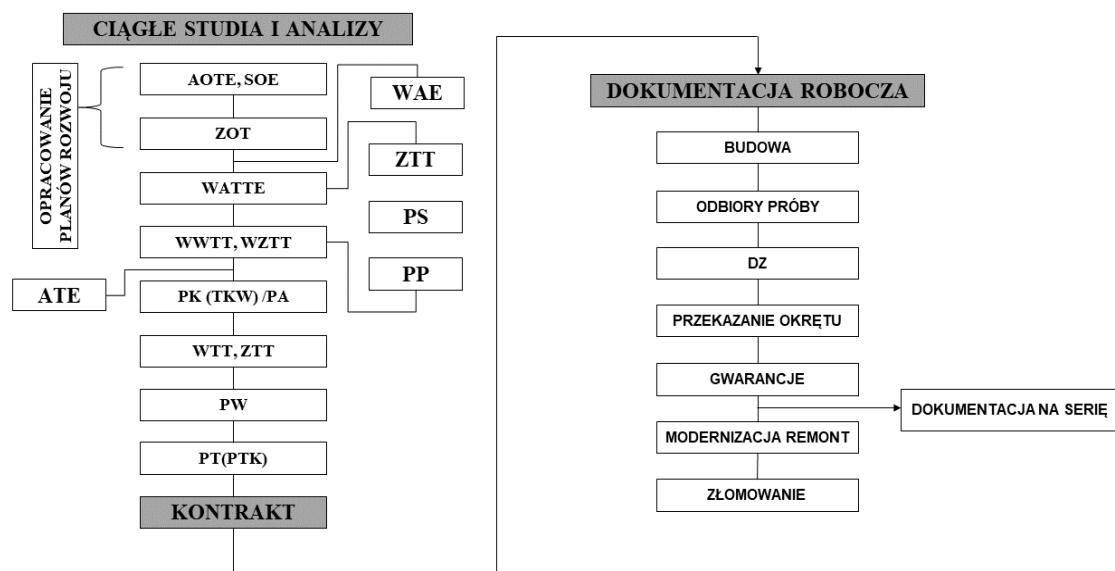
Rys. 0.3.1-2 Uproszczony schemat obrazujący specyfikę rozwiązania systemowego problemu projektowania okrętu i jego systemów



### 0.3.2 Typowy schemat przebiegu cyklu życia okrętu – etapy projektowania

W zależności od złożoności projektu okrętu oraz kwestii racjonalności wypracowania decyzji o wyborze konkretnego typu i rodzaju techniki wojskowej do rozwiązania problemów strategicznych prowadzi się zwykle wielowariantowe analizy i studia mające na celu wypracowanie optymalnych z punktu widzenia kosztów, czasu, możliwości itp. cech, rozwiązań alternatywnych podsystemów, wariantów projektowych i wymagań taktyczno-technicznych. Prace te wymagają określonego czasu i nakładów, ale w ostatecznym rachunku pozwalają na świadomy i uzasadniony wybór rozwiązań spełniających wymagania w planowanym okresie eksploatacji okrętu. Dla rozpoznanego rynku możliwe jest skracanie okresów oraz uproszczenie procesu budowy, nie mniej prace analityczne i studia wszystkie kraje prowadzą w sposób ciągły, prowadząc wieloletnie planowanie strategiczne oparte o analizę zagrożeń, rozwój środków walki, zasoby itd.

Typowy schemat przebiegu cyklu życia okrętu od zamysłu do jego utylizacji przedstawiono w dwóch wariantach na rys. 0.3.2-1. Etapy projektowania okrętów omówiono również w *Części I Przepisów konstrukcji i budowy okrętów wojennych* oraz w punkcie.4 niniejszych Wytycznych.



a) Wariant standardowy, typowy, uogólniony

Oznaczenia:

AOTE, SOE – Analiza operacyjno-taktyczno-ekonomiczna, Studium operacyjno-ekonomiczne

ZOT – Zadanie /Założenia operacyjno-taktyczne

WAE – Wstępna analiza ekonomiczna

WATTE – Wojskowa analiza taktyczno-techniczno-ekonomiczna

WWTT, WZTT – Wstępne wymagania taktyczno-techniczne, Wstępne założenia taktyczno-techniczne

ATE – Analiza techniczno-ekonomiczna

PK(TKW)/PA – Projekt koncepcyjny (Techniczna koncepcja wyjściowa)/Projekt akwizycyjny

WTT, ZTT – Wymagania taktyczno-techniczne, Założenia taktyczno-techniczne

PW – Projekt wstępny

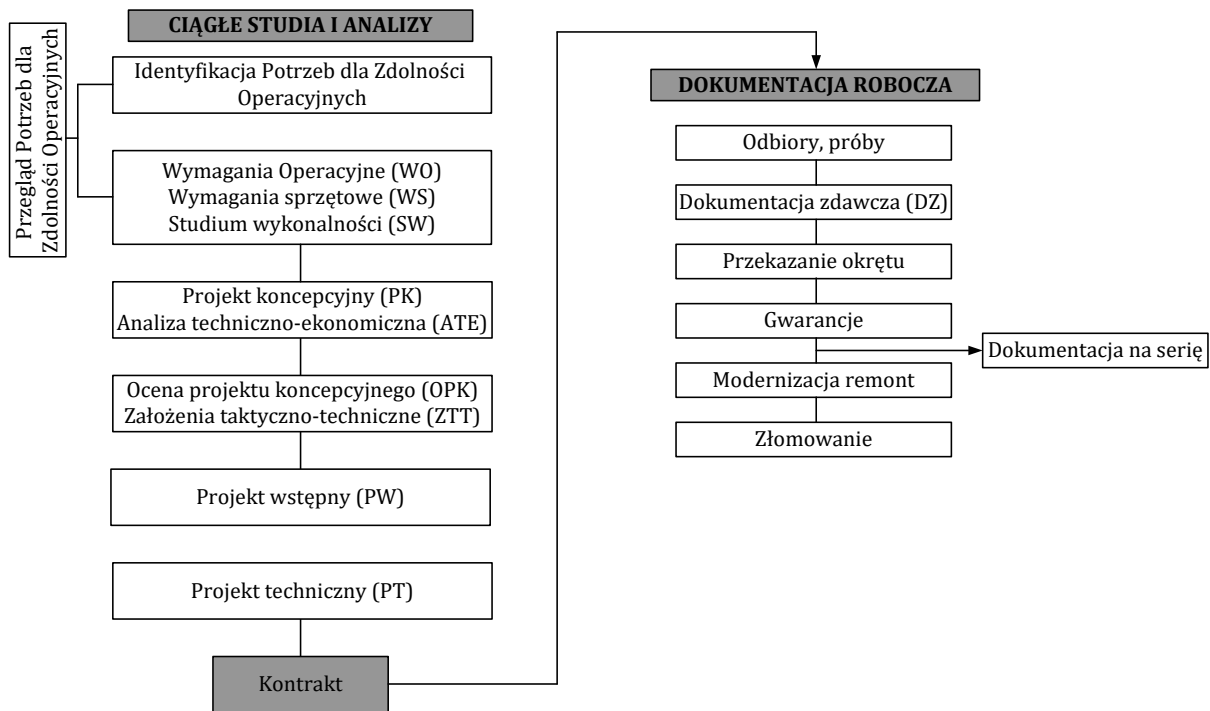
PT(PTK) – Projekt techniczny (Projekt techniczno-kontraktowy)

DZ – Dokumentacja zdawcza

ZTT – zadanie taktyczno-techniczne

PS – Projekt studyjny

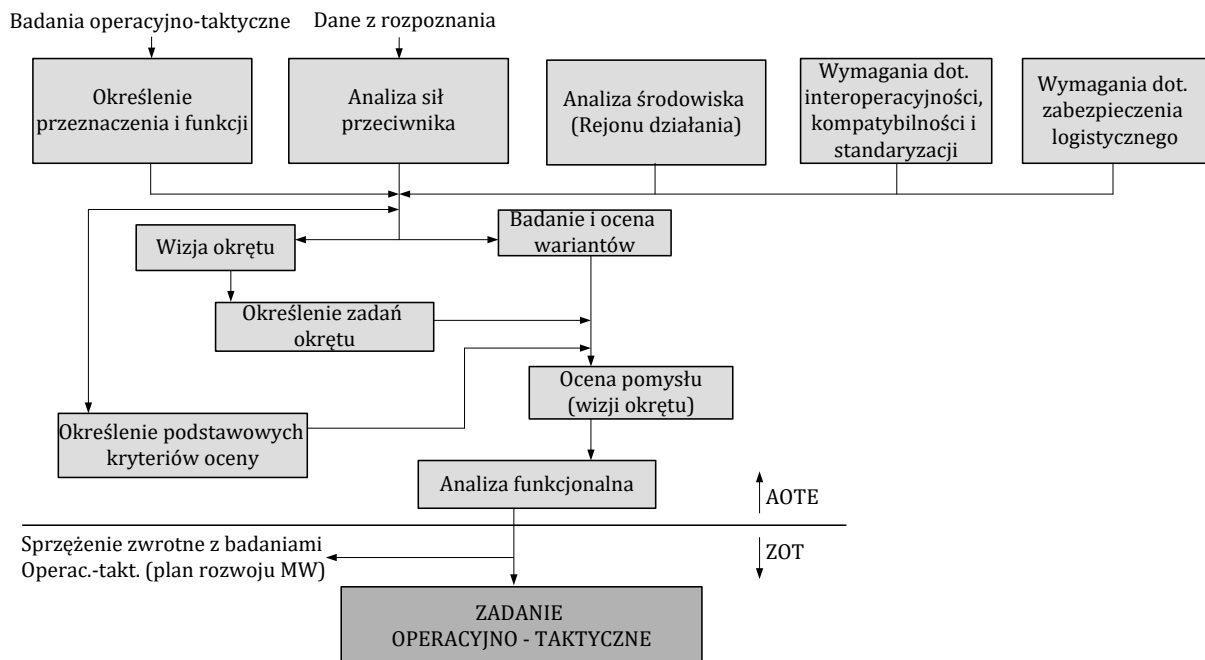
PP – Projekt podstawowy/Przyszłościowy



b) Wariant zgodny z aktualnie obowiązującymi w SZ RP stosownymi Decyzjami MON

Rys. 0.3.2-1 Typowy schemat przebiegu cyklu życia okrętu

Wypracowanie decyzji oraz określenie parametrów przewidywanego do budowy okrętu opiera się na analizach mających na celu wypracowanie zadań dla okrętu. Przykład uproszczonego procesu przedstawia rys. 0.3.2-2.



Rys. 0.3.2-2 Przykład procesu wypracowania zadania operacyjno-taktycznego dla okrętu

Ocena jakości projektu oraz spełnienia wymagań i zdefiniowania problemów do rozwiązania w trakcie projektowania wymaga przeprowadzenia analizy tzw. matrycy działań operacyjnych okrętu (rys. 0.3.2-3). Obejmuje ona dla wszystkich obiektów poddanych ocenie ryzyka i różnych zagrożeń w zasadniczych 4 stanach działania okrętu, tj. na morzu i w porcie oraz w okresie wojny i w okresie pokoju.

<b>POKÓJ</b>	<b>WOJNA</b>
<b>MORZE</b>	<b>PORT</b>

Rys. 0.3.2-3 Matryca działań operacyjnych

Z tymi obszarami działania związane jest zapewnienie bezpieczeństwa okrętów na morzu, w miejscach ich bazowania i podejść do nich, co wiąże się z koniecznością zdefiniowania charakteru potencjalnych zagrożeń eksploatacyjnych i bojowych, jak również określenia minimalnego akceptowalnego poziomu odporności okrętu i jego otoczenia na te oddziaływania. Te aspekty muszą być brane pod uwagę w procesie projektowania okrętu.

Właściwość obiektu jakim jest okręt definiowana jest jego odpornością na powstanie sytuacji zagrażających realizacji zadań i funkcji/przeznaczenia oraz działań mających na celu przywrócenie jego zdolności operacyjnej.

Aspektami bezpieczeństwa uwzględnianymi w procesie projektowania i mającymi znaczny, a nie raz decydujący wpływ na proces budowy są również, najogólniej ujmując następujące kwestie:

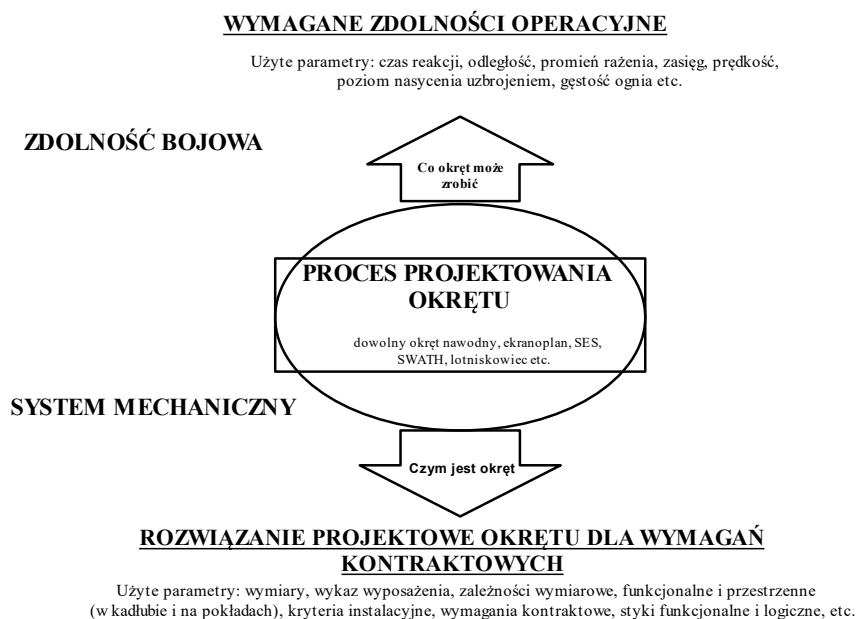
- techniczne, w tym ratownicze i walki o żywotność;
- psychofizyczne załóg, w tym odporność na stres i zmęczenie;
- czynnik ekonomiczny/finansowy;
- czynnik środowiskowy oraz
- społeczny/polityczny.

Projektowanie musi odpowiedzieć na zagrożenia okrętów wcześniej określone i wymaga przeprowadzenia dogłębnej wieloaspektowej analizy ryzyka obejmującej zagrożenia eksploatacyjne (zderzenia, awarie, mielizny) i bojowe, w tym:

- wewnętrzne stwarzane przez okręt i jego załogę oraz
- zewnętrzne oddziaływanie środowiska naturalnego, w tym hydrometeorologicznego, żeglugi, potencjalnego nieprzyjaciela, miejsc bazowania.

Rodzaje i poziom zagrożeń wynika z bieżącej działalności okrętów w warunkach pokojowych, w stanie zagrożenia i w działaniach bojowych. Proces projektowania i opracowany finalnie projekt okrętu, a właściwie ostatecznie zbudowany okręt, musi również odpowiedzieć na zasadnicze kwestie: czym tak naprawdę jest okręt i co on może zrobić. Niejako problem ten opisuje poniższy rysunek nr 0.3.2-4 określający zdolność operacyjną okrętu.





Rys. 0.3.2-4 Zdolność operacyjna okrętu

Zasadniczym celem budowy okrętów jest, oprócz spełnienia wymagań nałożonych przez zamawiającego, uzyskanie interoperacyjności sił morskich i integracji ze strukturami sojusznicy. Kwestie związane ze specyficznymi wymaganiami dla określonych typów jednostek i ich specjalnego wyposażenia zawsze były i będą przedmiotem dodatkowych uzgodnień, wymagań i decyzji. Stanowi to element wyróżniający, będący uzupełnieniem opracowanych wspólnie standardów realizacji procesu projektowania i budowy okrętów. Obejmuje zwykle formułowanie wymagań i propozycje rozwiązań dotyczących zwiększenia odporności okrętu na oddziaływanie bojowe nieprzyjaciela np. odporności udarowej, drgań, wybuchów nawodnych i podwodnych oraz wewnątrz kadłuba, OPBMAR oraz odporności balistycznej na oddziaływanie broni małokalibrowej i odłamków oraz potencjalne zagrożenia eksploatacyjne, takie jak wejście na mieliznę, praca w lodach, zderzenia itp. Często wymagania te, w świetle obecnej sytuacji na rynku żeglugowym i potencjalnie występujących na nim zagrożeniach, stają się tożsame dla obu rodzajów jednostek pływających, tj. statków i okrętów.

## 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

**1.1** Projektowany okręt, we współczesnym projektowym ujęciu systemowym, stanowi platformę służącą do przeniesienia w określony rejon, z zadaniem prawdopodobieństwem, uzbrojenia i technicznych środków prowadzenia działań i wykonanie zadania mimo przeciwdziałania przeciwnika i niesprzyjających warunków hydrometeorologicznych. Przeznaczenie i zadania główne oraz dodatkowe okrętu określa się w formalnych dokumentach na jego projektowanie, tj. założeniach i wymaganiach taktyczno-technicznych.

**1.2** Projektowanie okrętu jest badaniem natury techniki okrętowej, zjawisk fizycznych towarzyszących okrętowi w różnych stadiach badań i rozwoju, zasady projektowania okrętów, ich wytwarzania, utylizacji, wpływu na życie człowieka (załogi) i otaczającego go środowiska (naturę), a to wszystko w oparciu o wiedzę, doświadczenia, eksperymenty, badania i pokrewne dyscypliny naukowe, a także intuicję, wrażliwość i odczucia, w tym estetyczne.

**1.3** Różnica między statkiem i okrętem wojennym wynika z innego przeznaczenia, wykonywanych zadań i co istotne, noszonego i użytkowanego uzbrojenia i wyposażenia specjalnego. Specyfika projektowania okrętu wojennego uwzględnia inny model użytkowania jednostki oraz inaczej zdefiniowane środowisko okrętu związane z prognozowanymi zagrożeniami bojowymi i eksploatacyjnymi samego okrętu, jak i warunków jego bazowania oraz obsługi.

**1.4** Okręt jest jedynym w siłach zbrojnych obiektem wojskowej techniki morskiej, w którym mieszkają załogi wykonujące zadania codzienne i bojowe.

**1.5** Podstawowymi czynnikami gwarantującymi wykonanie zadania przez okręt są ogień, środki rozpoznania i walki elektronicznej, manewr (ruch). By sprostać temu warunkowi, okręt należy zaprojektować uwzględniając problemy związane ze zdolnością do unikania uszkodzeń (czas wykrycia zagrożenia, czas reakcji, zasięg uzbrojenia, szybkostrzelność oraz sposób i charakter przeciwdziałania) oraz odpornością na uszkodzenia bojowe i eksploatacyjne (konstrukcja i materiały konstrukcyjne, zintegrowany system walki o żywotność, podział na kompleksowo wyposażone strefy pożarowe, stacje OPA, rezerwowanie zasilania i systemów, separacja urządzeń i instalacji, obrony pasywne i aktywne okrętu, wyjścia ewakuacyjne, zamknięcia i izolacja źródeł zagrożeń, pływalność, stateczność itd.).

**1.6** Z uwagi na to, że podstawowym zadaniem okrętu jest walka, to rozmieszczenie uzbrojenia, systemów kierowania ogniem itd. musi gwarantować maksymalną ich efektywność przy minimalnym narażeniu na zniszczenie przez przeciwnika. Nawet najlepsze uzbrojenie, sensory i systemy kierowania przy niewłaściwym i niekorzystnym ich rozmieszczeniu i powiązaniu będą nieefektywne i nie zapewnią wykonania zadania. Należy pamiętać o naczelnej zasadzie projektowania i budowy systemów bojowych, że im zagrożenie i przeciwdziałanie przeciwnika jest silniejsze i bardziej wyrafinowane, tym reakcja okrętu i jego systemów musi być bardziej zdecydowana, a czas reakcji zdecydowanie krótszy.

**1.7** Zasadnicze aspekty projektowania i budowy okrętu wojennego:

- należy zapewnić ten sam poziom żywotności wszystkich ważnych elementów i wyposażenia okrętu, przy założeniu wytrzymałości całego okrętu w granicach np. bezpiecznego promienia wybuchu jądrowego, miny, torpedy, innego ładunku bojowego itp. (kryterium doboru wiązań konstrukcji okrętu, ciągłości wiązań, podziału konstrukcyjnego okrętu i podziału funkcjonalnego oraz jego wyposażenia);
- aby okręt mógł efektywnie wykorzystać uzbrojenie, pewność i niezawodność działania okrętu musi być nie mniejsza niż uzbrojenia na nim zainstalowanego (wytrzymałość konstrukcji okrętu, właściwe materiały konstrukcyjne i wyposażenie, przyjęta technologia wykonania i architektura okrętu, stateczność i żywotność okrętu);
- środki obrony okrętu przed oddziaływaniem potencjalnego przeciwnika powinny być odpowiednie do środków przeciwnika (osłony balistyczne, konstrukcja okrętu, zastosowane materiały konstrukcyjne i maskujące, pasywne i aktywne środki przeciwdziałania itd.).

Najważniejszym wymaganiem mającym wpływ na jakość rozwiązań projektowanego okrętu, w tym materiałowych, jest możliwość jego obrony przed każdym rodzaju uderzeniem przeciwnika, możliwość przetrwania pierwszego uderzenia, a następnie utrzymania całkowitej lub przynajmniej wystarczającej zdolności bojowej, rozumianej jako utrzymanie zdolności ruchu i manewrowości okrętu, możliwości zasilania elektrycznego podstawowych odbiorników energii ważnych dla funkcjonowania okrętu, sprawności podstawowych środków samoobrony okrętu i istotnych dla prowadzenia walki podsystemów dowodzenia i kierowania okrętem.

**1.8** Miarą zdolności przeżycia okrętu jest jego charakterystyka żywotnościowa obejmująca różne typy obrony, spośród których wyróżnia się odporność okrętu na oddziaływanie fali uderzeniowej od jądrowego wybuchu powietrznego, wybuchu podwodnego, IEM, penetracji balistycznej, dymu, ognia, broni masowego rażenia, a także zdolności zapewnienia pływalności i niezatapialności. Przyjęte w projektowaniu okrętu rozwiązania funkcjonalne, materiałowe i konstrukcyjne muszą zapewnić właściwy poziom odporności na zagrożenia bojowe okrętu, których skutki są miarą odporności na zagrożenia bojowe oraz eksploatacyjne (kolizje, wejście na mieliznę, slamming, lód itp.). We wszystkich propozycjach projektowych należy zapewnić w maksymalnie możliwym stopniu zabezpieczenie załogi przed możliwymi do zdefiniowania i sparametryzowania skutkami ataku potencjalnego nieprzyjaciela.

**1.9** Projektowanie okrętu, w tym jego architektury i konstrukcji, a także propozycje rozwiązań organizacyjnych, technologicznych i materiałowych muszą być podporządkowane następującym kryteriom:

- konstrukcja okrętu zaprojektowana na obciążenia bojowe i eksploatacyjne musi zapewnić zdolność okrętu do wykonywania zadań na poziomie co najmniej minimalnym, wynikającym z wystarczającej zdolności bojowej (p. 1.7), po doznaniu uszkodzeń, nawet w skrajnych warunkach środowiskowych;
- poziom obsługi technicznej w procesie eksploatacji należy przyjmować na poziomie średnim;
- konstrukcja okrętu i przyjęte rozwiązania technologiczno-materiałowe muszą gwarantować wysoki poziom podatności remontowej, rozumianej jako dostosowanie konstrukcji okrętu, wyposażenia i zastosowanych materiałów do nowoczesnych przemysłowych i bazowych systemów remontowych. Zamawiający (MW RP) w stosownych wymaganiach powinien zdefiniować możliwości swojego zaplecza remontowo-naprawczego, zapewniającego bieżącą eksploatację okrętu oraz ewentualne wykonywanie napraw awaryjnych;
- zastosowane materiały i rozwiązania konstrukcyjne powinny zapewnić wysoką niezawodność, długie okresy międzyremontowe oraz długą żywotność docelową;
- należy dążyć do uzyskania relatywnie niskiego kosztu budowy i użytkowania okrętu, szczególnie przy zwykle ograniczonych środkach finansowych uczestników procesu budowy i wdrażania, poprzez optymalizację rozwiązań techniczno-organizacyjnych oraz finansowych całego procesu projektowania, budowy i przewidywanego okresu eksploatacji okrętu;
- zaprojektowany okręt musi charakteryzować się niskim poziomem pól fizycznych lub wysoką podatnością na zabiegi obniżające ich poziom (demagnetyzacja, maskowanie, pokrycia lakiernicze, specjalne warstwy klejone itp.);
- okręt musi posiadać wysoką stateczność kształtu niezależną od wpływu temperatury i obciążeń, w tym udarowych;
- zaprojektowany okręt oraz zastosowane na nim rozwiązania techniczno-organizacyjne oraz zainstalowane urządzenia i wyposażenie powinny zapewnić załodze całkowite bezpieczeństwo użytkowania i napraw;
- zastosowane do budowy okrętów materiały i rozwiązania konstrukcyjno-technologiczne nie mogą powodować wtórnej fragmentacji elementów konstrukcji i wyposażenia pod wpływem dynamicznych obciążeń balistycznych;
- materiały i wyposażenie zastosowane do budowy okrętu nie mogą być toksyczne w stanie normalnej eksploatacji oraz w warunkach uszkodzenia lub awarii (pożaru);
- materiały i wyposażenie zastosowane do budowy okrętu musi być odporne na starzenie, korozję i obrastanie lub muszą być podatne na zabiegi temu przeciwdziałające;
- kadłub, nadbudówki oraz wyposażenie zainstalowane na pokładach otwartych muszą być odporne na oddziaływanie środków odkażających;

- okres docelowej eksploatacji będący miernikiem żywotności konstrukcji kadłuba i jego elementów jest parametrem rzutującym na przyjęte rozwiązania konstrukcyjne kadłuba (grubość poszycia) i wyposażenia oraz warunki eksploatacji i konserwacji okrętu. W projektowaniu należy przyjmować ten okres na nie mniej niż 30 lat.

**1.10** Inicjatywa projektantów w poszukiwaniu lepszych rozwiązań w procesie projektowania i budowy okrętów powinna wynikać z hierarchii kryteriów uwzględniających wymagania zawarte w punkcie 1.9, a także:

- z wysokiej efektywności bojowej okrętu, tj. zdolności do wykonywania zadań oraz odporności na oddziaływanie przeciwnika i warunki hydrologiczno-meteorologiczne w przewidywanym rejonie pływania;
- z funkcjonalności eksploatacyjnej, tj. łatwości obsługi, nadzoru, napraw i odtwarzania gotowości bojowej i eksploatacyjnej wynikającej m.in. z prostoty wykonania, krótkiego czasu na odtworzenie gotowości bojowej (uzupełnienie zapasów bytowych, amunicji i mediów płynnych), przeprowadzenie napraw (stosowanie napraw metodą wymiany agregatowej lub modułów wyposażenia);
- z optymalizacji rozwiązań technicznych w aspekcie spełnienia wymagań taktyczno-technicznych dotyczących okrętu jako całości, a także jego systemów, wyposażenia etc.
- z możliwości i prostoty wykonania;
- minimalizacji kosztów wytwarzania i eksploatacji;
- ograniczenia do niezbędnego minimum zakupu systemów i urządzeń, uzbrojenia i innych urządzeń oraz wyposażenia z importu poprzez inicjowanie szeroko rozumianej współpracy i korzystnej kooperacji przemysłu krajowego z firmami obcymi, nie tylko w ramach offsetu;
- z powszechnego stosowania modułowości wyposażenia pozwalającego zmieniać funkcję okrętu i dostosowywać do określonych misji (kontenery specjalizowane, technologie modułowe wyposażenia specjalnego i uzbrojenia) w krótkim czasie w warunkach „polowych” bez dostępu do stoczni i specjalizowanych baz;
- stosowania właściwych środków ochrony kadłubów i wyposażenia poprzez stosowanie ochrony katodowej, odpowiednio dobranych zestawów malarskich itp. zapewniających długie okresy między dokowaniami oraz wynikające z tego ograniczone zabiegi konserwacyjne pod względem zakresu i kosztów.

**1.11** W celu zminimalizowania skutków uszkodzeń bojowych i eksploatacyjnych, obejmujących uszkodzenia lub(i) zniszczenia struktury okrętu o dużych rozmiarach (kadłuba, nadbudówek oraz wyposażenia), skutków działania ognia i jego czynników wtórnych (dym, okopcenie itp.) oraz skażenia środkami NBC – okręt należy podzielić na strefy, mając na uwadze:

- uniknięcie utraty zdolności bojowej przez systemy ważne dla żywotności okrętu w wyniku wystąpienia pojedynczego ataku nieprzyjaciela;
- ograniczenie rozprzestrzeniania ognia, dymu, wody, fali udarowej wewnątrz kadłuba (przejścia grodziowe, włazy, odcinanie odcinków rurociągów na grodziach i przegrodach) oraz skutków oddziaływania broni małokalibrowej i odłamków;
- uniknięcie utraty głównych funkcji systemu Obrony Przeciwwawaryjnej Okrętu (OPA), a szczególnie systemów sterowania, regulacji, kierowania i łączności.

**1.12** Okręt należy dzielić na strefy (przedziały):

- pożarowe, izolowane w celu zmniejszenia rozprzestrzeniania ognia, dymu, toksycznych gazów itd. Strefy należy wyposażać w środki gaśnicze, uszczelniające, urządzenia oddymiające, ratownicze, ewakuacyjne i inne zapewniające izolowanie źródeł ognia, ewakuację ludzi oraz walkę z ogniem. Podział na strefy pożarowe może pokrywać się z podziałem konstrukcyjnym – wodoszczelnym okrętu;

- walki o żywotność okrętu, zapewniające rozpoczęcie przez odpowiednio wyposażone grupy awaryjne walki z wodą, ogniem i ewentualne naprawy mające na celu przywrócenie do działania istotnych dla funkcjonowania okrętu konstrukcji, urządzeń i instalacji. Podział ten może pokrywać się z podziałem wodoszczelnym i pożarowym okrętu. W obszarze tego podziału, w jego części centralnej może znajdować się główne stanowisko dowodzenia OPA;
- gazoszczelne obejmujące przedziały, systemy i urządzenia zapewniające izolację załóg od czynników broni NBC;
- obszary niebezpieczne obejmujące magazyny, zbiorniki, uzbrojony sprzęt bojowy w ładowniach i inne zawierające materiały wybuchowe, łatwo zapalne i inne.

**1.13** W zakresie środków technicznych i organizacyjnych wprowadzanych dla uzyskania właściwej żywotności okrętu należy przewidywać:

- autonomiczną pracę układów napędowych i energetycznych;
- rozproszenie/separację układów napędowych i energetycznych poprzez rozdzielenie siłowni i rozmieszczenie ich w niezależnych odseparowanych przedziałach wodoszczelnych i jeśli to możliwe – wydzielenie zespołów prądotwórczych oraz tablic rozdzielczych w oddzielnych pomieszczeniach/przedziałach poza siłowniami, w tym nad wodnicą pływania, z możliwością prowadzenia kabli w strefach odpornych na uszkodzenia i zalanie (wzdłużniki denne w PS lub w pobliżu, stępki skrzynkowe, na zabezpieczonych torach kablowych itp.);
- zastosowanie, o ile jest to możliwe, kontenerowych obudów silników napędu głównego i zespołów prądotwórczych;
- w projektowaniu siłowni okrętów należy uwzględnić wszystkie znane zasady i metody mające na celu zapewnienie najkorzystniejszych parametrów bojowych, eksploatacyjnych i żywotnościowych okrętu, gwarantujących wykonanie przewidzianych zadań. Powinny one uwzględniać uzyskanie wymaganych parametrów pól fizycznych okrętu, zapewnić rezerwowanie napędu, autonomiczność systemów i układów napędowych, sterowania awaryjne, podział na przedziały wodoszczelne, zastosowane materiały i technologie, kompleksowo wyposażone kontenerowe obudowy silników głównych i zespołów prądotwórczych itp.;
- modułowy system zasilania w energię elektryczną (przy rezerwowaniu i zapasie mocy wynikającej z wymagań i przepisów, w tym zapasu na modernizację okrętu), rezerwowanie (dublowanie) GTR, niezależne tablice w poszczególnych przedziałach wodoszczelnych, zasilania awaryjne szczególnie ważnych i odpowiedzialnych systemów i urządzeń. Zespoły prądotwórcze należy rozmieścić w dwóch oddzielnych przedziałach wodoszczelnych zapewniając ich autonomiczny ruch i możliwość podawania zasilania do odbiorów ważnych liniami zasilania awaryjnego. Zastosowanie zespołów awaryjnych oraz ich rozmieszczenie powinno być poprzedzone analizą ryzyka, analizą żywotności i zapotrzebowania energii (bilans energetyczny) dla stanów awaryjnych i walki o żywotność okrętu (OPA);
- kable okrętowe niezależnie od zasadniczych wymagań elektrycznych powinny: być lekkie, łatwe w instalowaniu i wymianie, posiadać dużą wytrzymałość mechaniczną, powinny być odporne na oddziaływanie paliwa, olejów i wody, a także powinny być odpornymi na palenie, posiadać niską dymotwórczość połączoną z niską emisją trujących gazów. Tym samym warunkom muszą odpowiadać przejścia grodziowe, złącza kablowe i ich izolacje, a ponadto powinny zapewnić zasilanie ważnych odbiorów w okresie walki o żywotność, bez zwarć, również w warunkach zalanego przedziału;
- instalacje rurociągowo wewnętrzne okrętu należy prowadzić w sposób zapewniający dostęp w trakcie remontu i napraw w normalnej eksploatacji oraz usuwania uszkodzeń bojowych. Podobnie jak tory kablowe nie należy ich zabudowywać, dokładnie je oznakowując i przystosowując do montażu awaryjnych odcinków wykonanych z materiałów elastycznych i szybkoemocujących. Z pokładów powinna być łatwo usuwana woda przy pomocy przepustów i rurociągow spustowych. Rurociągi powinny być tak prowadzone by zapewnić ich drożność i gotowość do natychmiastowego użycia w warunkach niskich temperatur i zalodzenia okrętu;



- należy zapewnić sterowanie głównymi zespołami napędowymi z dwóch zdalnych stanowisk (CSS i zapasowego) oraz sterowanie awaryjne z pomieszczeń siłowni;
- układ napędowo-energetyczny okrętu oraz instalacje i systemy pomocnicze obsługujące go powinny zapewnić: zasilania z właściwą rezerwą mocy oraz możliwość awaryjnego zasilania w stanach awarii (uszkodzeń) ze źródeł zewnętrznych;
- rozmieszczenia pomieszczeń dowodzenia i kierowania (SD, BCI, OPA itp.) w miejscach zapewniających maksymalną ochronę przed bezpośrednim udarem i odłamkami, przy jednoczesnym ich rozproszeniu;
- rozmieszczenie zbiorników paliwa (zaleca się stosowanie zbiorników niskich lub dennych), magazynów uzbrojenia, systemów energetycznych, rurociągów i instalacji bezpośrednio wpływających na bezpieczeństwo okrętu w taki sposób, by maksymalnie chronić je przed odłamkami, udarami, ogniem itp.;
- ograniczenie potrzeby przemieszczania się ludzi między strefami w warunkach prowadzenia walki poprzez optymalne usytuowanie stanowisk, przy jednoczesnym zapewnieniu właściwej bezkolizyjnej komunikacji na okręcie, zapewniającej zrównoważone strumienie/potoki ludzi w układach komunikacyjnych, szczególnie dla jednostek transportowych, desantowych, szpitalnych itp. Kwestie standardu komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej okrętu (wymiarów, prześwity, wysokości, osprzęt i wyposażenie ciągów komunikacyjnych, korytarze, schodnie, włazy, drzwi, poręcze itp.) wynikają z zasadniczych wytycznych przepisowych, Konwencji SOLAS, ANEP-77, przepisów bhp oraz standardów projektowych i nie będą tutaj omawiane z uwagi na ich oczywiste przeznaczenie, zadania i wymogi;
- zastosowanie modułowego systemu przeciwpożarowego (np. kontenerowego lub przewoźnego) i niezależnej instalacji gaśniczej dla specyficznych systemów okrętowych, np. dla ładowiska śmigłowca;
- zapewnienie środków ochrony przed wybuchami środków napadu, jak również własnych zapasów bojowych (zraszanie, zatapianie komór i magazynów, klapy nadmiarowe, awaryjny zrzut za burtę itp.);
- kompleks przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych związanych z walką z wodą;
- system automatycznego monitoringu zniszczeń i uszkodzeń, stanu systemów przeciwdziałania uszkodzeniom i walki o żywotność okrętu, a także zdalnego sterowania tymi systemami, pozwalający na analizę zagrożeń oraz optymalne sterowanie podstawowymi systemami walki o żywotność;
- ochrona najważniejszych dla okrętu i zachowania jego zdolności bojowej podczas ataku pomieszczeń, miejsc i urządzeń poprzez lokalne opancerzenie burt, grodzi, ścian i przegród przed skutkami trafienia pocisków z broni małokalibrowej i odłamków. Na konstrukcję okrętu i jego wyposażenia nie należy stosować materiałów ulegających defragmentacji powodującej wtórne uszkodzenia. W przypadku potrzeby ich zastosowania należy je osłonić w sposób racjonalny osłonami balistycznymi.

**1.14** System komunikacji na okręcie powinien zapewnić bezpieczny i bezkolizyjny dostęp do miejsc wykonywania obowiązków służbowych załozce, transport amunicji, środków materiałowych, transport rannych i chorych na noszach itd. Korytarze powinny być ciągłe bez uskoków, powinny zapewniać dobrą organizację systemu zabiegów specjalnych NBC, najkrótsze drogi z pokładu otwartego do magazynów żywnościowych, z kuchni do miejsc konsumpcji, z pomieszczeń mieszkalnych i rekreacyjnych do stanowisk bojowych, walki o żywotność okrętu, środków ratunkowych i ratowniczych itp. Wszystkie włazy, szyby i inne drogi komunikacyjne muszą zapewnić ewakuację załogi z miejsc zagrożonych awarią, pożarem, czy też innymi typami zagrożeń bojowych i eksploatacyjnych, służąc zarazem jako drogi transportowe do wymiany mechanizmów i urządzeń na okręcie. Wszystkie drogi i włazy muszą zapewnić obronę przed środkami NBC, a także walki z pożarami, wodą i innymi zagrożeniami. Muszą one być wyposażone w specjalne

zamknięcia (o ile są wymagane) oraz oznakowanie zgodne ze standardem MW RP lub NATO. Korytarze i pokłady powinny być pokryte wykładzinami przeciwślizgowymi lub pokryte pokryciami malarskimi o zwiększonej szorstkości, przy czym powinny być łatwe w utrzymaniu i higieniczne.

Kwestie standardu komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej okrętu (wymiary, prześwity, wysokości, osprzęt i wyposażenie ciągów komunikacyjnych, korytarze, schodnie, włazy, drzwi, poręcze itp.) wynikają z zasadniczych wytycznych przepisowych, Konwencji SOLAS, ANEP-77, przepisów bhp oraz standardów projektowych i nie będą tutaj omawiane z uwagi na ich oczywiste przeznaczenie, zadania i wymogi.

**1.15** Strukturę organizacyjną walki o żywotność okrętu należy budować, bazując na głównym stanowisku kierowania OPA rozmieszczonym w Centrum Sterowania Siłownią (CSS) oraz w zależności od wielkości okrętu na co najmniej 2, odpowiednio wyposażonych grupach awaryjnych OPA (dziób i rufa). Standard wyposażenia stanowisk i grup powinien być zgodny z przyjętym w MW RP.

**1.16** W projektowaniu i techniczno-organizacyjnym oraz finansowym przygotowaniu budowy okrętów należy posługiwać się, oprócz przepisów szczegółowych i standardów stosowanych w MW RP, m.in. następującymi publikacjami i standardami NATO dotyczącymi okrętów nawodnych:

- NATO/PfP Working Paper/15 – (rev. D – ANEP w przygotowaniu) – Small Ship Design;
- ANEP – 11 Standardized Wave and Environments for NATO Operational Areas;
- ANEP – 11/SUPP – 1 Seasonal Climatology of the North Sea (5 – Year Statistics);
- ANEP – 15 Supplement 1 to STANAG 4154 – General Criteria and Common Procedures for Seakeeping Performance Assessment – Fast Patrol Boat;
- ANEP – 16 Supplement 2 to STANAG 4154 – General Criteria and Common Procedures for Seakeeping Performance Assessment – Mine Counter Measures Vessels;
- ANEP – 17 Supplement 3 to STANAG 4154 – General Criteria and Common Procedures for Seakeeping Performance Assessment – Hydrofoils;
- ANEP – 21 Procedure for Ship Manning for NATO Surface Ships;
- ANEP – 22 Human Factors Considerations for the Determination of Automation Policy;
- ANEP – 24 Guidelines for Shipboard Habitability;
- ANEP – 25 Guidelines for Environmental Factors in NATO Surface Ships;
- ANEP – 26 Ergonomic Data for Shipboard Space Design in NATO Surface Ships;
- ANEP – 41 Ship Costing;
- ANEP – 43 Ship Combat Survivability;
- ANEP – 46 STANAG 4154 Supplement – List of References on Seakeeping Performance Assessment;
- ANEP – 47 Guidelines for Developing Criteria for Surface Effect Ships Seakeeping Performance Assessment, supplements 1,2 and 3;
- ANEP – 49 Ship Costing Ways to Reduced Costs of Ships;
- ANEP – 52 The Application of Costing and Operational Effectiveness Methods for the Selection of Hull Types;
- STANAG 1008 Characteristics of Shipboard Electrical Power Systems in Warships of NATO Navies;
- STANAG 1065 ATP – RAS;
- STANAG 1136 Standards for Use When Measuring and Reporting Radiated Noise;
- STANAG 4141 Shock Testing of Equipment for Surface Vessels;
- STANAG 4142 Shock Resistance Analysis of Equipment for Surface Ships;
- STANAG 4154 Common Procedures for Seakeeping in the Ship Design Process;

- STANAG 4194 Standardized Wave and Wind Environments and Shipboard Reporting of Sea Conditions;
  - STANAG 4293 Guidelines for the Acoustical Environment in NATO Surface Ships;
  - STANAG 4586 Common Standards for a NATO Unmanned Air Vehicle (UAV);
- oraz konwencjami międzynarodowymi i wytycznymi sojuszniczymi w zakresie uzgodnionym z Organem Nadzoru.

**1.17** Generalnie w projektowaniu i budowie okrętów należy opierać się na uznanych przez Zamawiającego/Administrację Marynarki Wojennej normach i standardach oraz *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*. W przypadku zapisu w ZTT, wymagania zgodności z *Kodeksem bezpieczeństwa okrętów wojennych* (Kodeks NSC – ANEP-77), należy spełniać odpowiednie cele i wymagania eksploatacyjne zawarte w Kodeksie i zastosować rozwiązania zalecane przez Kodeks bądź alternatywne rozwiązania równoważne. Wymagania *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych* PRS spełniają w swoim zakresie wymagania Kodeksu NSC, Edycja G.

Z uwagi na to, iż proces projektowania okrętów zawsze bazuje na doświadczeniu pokoleń oraz dokumentacji wzorcowej (archiwalnej) oraz standardach technicznych powszechnie stosowanych w budownictwie okrętów wojennych, a także na opracowaniach syntetycznych opracowanych w przeszłości dla określonych typów okrętów, instalacji i uzbrojenia, które po dzisiejsze czasy nie utraciło swojej aktualności, w projektowaniu systemów należy korzystać z doświadczenia pokoleń polskich projektantów okrętów, posiadanych zasobów archiwalnych, przepisów i standardów przepisowych opracowanych w latach wcześniejszych w SZ RP we współpracy z zapleczem projektowo-badawczym przemysłu okrętowego, PRS oraz opracowanych jednolitych wymagań w zakresie projektowania okrętów i systemów w ramach przynależności Polski do UW oraz posiadanej niekwestionowanej specjalizacji w budowie i projektowaniu specjalnych typów okrętów wojennych dla RWPG i UW. Wszystkie te ujednolicone wymagania i przepisy budowy okrętów SZ RP, STM i inne posiadają oraz reprezentują wysoki poziom wiedzy i skumulowanych zweryfikowanych doświadczeń, aktualnych i gotowych do zastosowania w nowych projektach oraz standardach technicznych.

**1.18** W procesie projektowania okrętów już od wstępnych etapów konieczne jest wzięcie pod uwagę wymagań wynikających z szeregu standardów morskich, które powinny spełniać nowo budowane okręty. Jednym z nich jest dokument Maritime Forces Standards – MARSTANS opracowany i zatwierdzony przez dowództwa Allied Command Europe i Allied Command Atlantic (SACEUR i SACLAND), dotyczący zadań taktycznych i norm operacyjnych dla podstawowych klas okrętów wojennych. W dokumencie tym znajdują się wytyczne dotyczące standardów związanych z zabezpieczeniem technicznym w trzech obszarach: ogólne standardy operacyjne, standardy materiałowe oraz generalne wymagania sprzętowe.

**1.19** Podział konstrukcyjny i funkcjonalny okrętu powinien zapewnić maksymalną odporność bojową okrętu na uszkodzenia bojowe i eksploatacyjne związane m.in. z walką o żywotność okrętu i jego podsystemów (pożary, zatopienia, skutki wybuchów, oddziaływanie czynników od broni NBC itd.).

**1.20** W projektowaniu i budowie okrętu należy przyjąć otwarty modułowy system jego wyposażenia oparty o standardowe moduły uzbrojenia, wyposażenia wnętrza, palety, bloki itp.

**1.21** Projektowanie kadłuba i nadbudówek powinno zostać zdeterminowane racjonalną minimalizacją ( optymalizacją ) skutecznej powierzchni rozproszenia ze wszystkich możliwych namiarów i wysokości linii obserwacji radarów.



**1.22** Standardy dotyczące budowy i projektowania okrętu powinny być racjonalnym kompromisem pomiędzy standardami militarnymi i cywilnymi, przy czym nadrzędnym warunkiem jest spełnienie wymagań w zakresie parametrów żywotności okrętu, jego możliwości bojowych i zdolności do realizacji nakazanych zadań.

**1.23** W projektowaniu i budowie okrętów wojennych powinny być spełnione wymagania w zakresie eksploatacji, wygody obsługi technicznej, remontów i przechowywania, a w szczególności:

- powinna być zapewniona możliwość prowadzenia w okresie między remontami stocznio- wymi prostych napraw w warsztatach remontowych baz i związków taktycznych w oparciu o zestawy części zamiennych oraz podstawowe materiały i surowce;
- okręt powinien mieć możliwość wykonywania napraw i usuwania niesprawności poprzez wymianę części, w oparciu o wyposażenie warsztatów okrętowych oraz posiadane materiały;
- wszystkie rozwiązania węzłów konstrukcyjnych, instalacji, rurociągów itp. powinny posiadać prostą konstrukcję podatną na wygodny demontaż i montaż w trakcie napraw i remontów, a także na modułową wymianę;
- systemy eksploatacji, remontów i obsług technicznych powinny być zgodne z odpowiednimi przepisami, normami i stosownymi dokumentami obowiązującymi w SZRP (MWRP);
- szczególne znaczenie w trakcie projektowania okrętów należy zwrócić na podatność remontową mechanizmów i urządzeń, ich konstrukcję i wytrzymałość, niezawodność, łatwość w trakcie montażu i demontażu, podatność transportową, a szczególnie przy agregatowym systemie remontów i wymiany zespołów w trakcie eksploatacji;
- w projektowaniu i budowie okrętu należy przyjmować blokowo-modułowy system budowy i wyposażenia okrętu;
- systemy, instalacje i urządzenia muszą być zabezpieczone konstrukcyjnie przed nieprawidłowym montażem, niewłaściwymi podłączeniami rurociągów oraz innymi ewentualnymi błędami załogi w trakcie eksploatacji, obsługi i remontów;
- okręt powinien być wyposażony w zestaw urządzeń zapewniających zdalną automatyzację, nadzory i kontrolę instalacji, węzłów, szczególnie systemów kontrolno-pomiarowych.

**1.24** W zakresie technologiczności budowy okrętu oraz jego podatności technologicznej należy zwracać uwagę na następujące czynniki:

- okręty należy tak projektować, by była zapewniona technologiczność budowy, a dalej eksploatacji i docelowo złomowania;
- cała aparatura i wyposażenie powinno być wykonane jako modułowe, podatne na wymianę, remonty itd.;
- całe wyposażenie, aparatura i urządzenia wyposażenia wnętrza i okrętu powinny przechodzić w zasadniczej konfiguracji (bez demontażu elementów składowych) przez typowe drzwi i włazy;
- należy dokonywać oceny efektywności, kosztów dostaw, zakupu, transportu, eksploatacji itp.;
- w konstrukcji okrętów rozważyć stosowanie konstrukcji bezusztynieniowych, konstrukcje powinny być proste i podatne na naprawy i remonty, należy prowadzić analizy i oceny, a także optymalizację ciężarową, unifikację i standaryzację konstrukcji kadłuba i elementów wyposażenia i uzbrojenia kadłuba.

**1.25** Wymagania technologiczne należy uwzględnić w aspekcie:

- konstrukcyjnym w zakresie uproszczenia technologii wykonania, prostoty kształtów, technologiczności procesów, racjonalności wyboru materiałów, typów i rodzajów usztywnień, rodzaju konstrukcji i zładu, podziału na bloki i sekcje, typizację robót, kwestii unikania deformacji i odkształceń pospawalniczych itd.;

- technologicznym w zakresie obniżenia pracochłonności i utrzymania wysokiej jakości robót, wprowadzenia mechanizacji i automatyzacji prac montażowych i spawalniczych, agregatowych wymian i montażu wyposażenia, sprawnego zarządzania procesem budowy itp.;
- przygotowania technicznego, technologicznego i organizacyjnego stoczni przewidzianej do realizacji kontraktu na budowę i dostawę okrętu;
- warunków eksploatacyjnych, w tym wydłużenia okresów międzyremontowych, uproszczenia obsługi przez średnio wykwalifikowane załogi, podatność obsługową i naprawczą.

## 2 ARCHITEKTURA OKRĘTU

### 2.1 Postanowienia ogólne. Ramowe wytyczne

Architektura okrętu jest dyscypliną naukowo-techniczną obejmującą zagadnienia projektowania, budowy, eksploatacji i użytkowania okrętów wojennych oraz ich wyposażenia, a także powiązania logistyczne z systemami brzegowymi zaopatrywania, obsługi i eksploatacji, uwzględniającą doświadczenie projektowe, badawcze i eksploatacyjne wynikające z zarządzania złożonymi systemami w całym cyklu życia okrętu i jego załogi.

Problemy te dotyczą również etapów związanych z przebudowami, modernizacjami, zmianą przeznaczenia oraz naprawami, kończąc na trwałym wycofaniu jednostek z linii (wyłączenie z eksploatacji związane z utylizacją lub złomowaniem okrętu).

Architektura okrętu obejmuje również kwestie związane z opracowywaniem i wdrażaniem standardów bezpieczeństwa technicznego okrętów, załóg i ochrony środowiska w postaci przepisów, konwencji, certyfikatów itp.

Z uwagi na subiektywną ocenę wyglądu okrętu przedstawiono w niniejszej publikacji niektóre uogólnione uwagi i spostrzeżenia projektantów i architektów – okrętowców dotyczących sylwetki, zasad rozmieszczania nadbudówek itp. Ostateczny kształt części nadwodnej kadłuba okrętu i jego nadbudówek powinien zostać zweryfikowany po przeprowadzeniu badań dotyczących SPO oraz innych parametrów uwzględniających jego funkcję, zadania i przeznaczenie.

Wymagania ogólne dotyczące architektury okrętu:

- nadbudowy powinny być zwarte jako całość i powinny być opisane obwiednią w postaci np. krzywej parabolicznej, Dunna lub linii siły, co miałyby obrazować optyczny obraz potęgi i mocy jednostki. Nie zawsze jest to możliwe i celowe, a często jest to konfliktowe podejście polegające na sprzeczności oczekiwanej potrzeby ładnego wyglądu i braku możliwości zapewnienia jego podstawowej funkcji, szczególnie gdy oddzielne bloki nadbudówki są mocno rozstawione na całej długości pokładu. Dobre rezultaty wraz z optymalnymi parametrami pól fizycznych uzyskuje się przy zwartej, nawet wielokondygnacyjnej bryle nadbudówki z wyraźnymi pochyleniami ścian oraz pochyleniem profilu dziobu i rufy;
- pochylenia powierzchni ścian bryły nadbudowy oraz burt powinny wynikać i być zgodne z zasadami i wymaganiami dotyczącymi SPO, tj. należy pochylić wszystkie ściany nadbudówki, przy czym w rejonie rufy nieco mocniej. Takie pochylenie skutkować będzie warunkami rozmieszczenia wyposażenia wewnątrz okrętu i utratą efektywnej powierzchni i objętości, stąd rozplanowanie i ocena wytrzymałości musi uwzględniać wpływ pochylenia ścian. Wielkość pochylenia ścian zawiera się zwykle w przedziale 8-12°, a nawet 20 lub więcej stopni, zaś pochylenie burt w stosunku do powierzchni wody w zakresie 8-10°. Optymalizację dokonuje się metodami analitycznymi i badaniami modelowymi na wczesnych etapach projektowania i certyfikuje okręt po zbudowaniu, wydając stosowne certyfikaty wartości pól SPO z różnych namiarów i kierunków opromieniowania radiolokacyjnego;

- duże, ciągłe pionowe powierzchnie np. hangarów przechodzące w burty mogą dawać duże odbicia, dlatego należy je załamywać bądź stosować uskoki lub pokrywać materiałami pochłaniającymi lub rozpraszającymi promieniowanie;
- pochylenie dziobu zwykle posiada nachylenie około  $45^\circ$  lub więcej od pionu, zaś rufa, szczególnie pawężowa, znacznie mniejsze, oba wynikające z ogólnego rozplanowania oraz właściwości hydrodynamicznych jednostki i jej dynamiki ruchu na fali. W rozważaniach można rozpatrywać ujemne pochylenie dziobnicy w zależności od wyników prób modelowych, właściwości morskich, manewrowych i SPO;
- kwestie wzniosu dziobowego, kształtu wodnic w rejonie dziobu, pełnotliwości części dziobowej itd. muszą uwzględniać kwestie właściwości morskich, właściwości manewrowych, przyspieszeń pionowych w rejonie posadowienia systemów uzbrojenia, „suchego chodzenia” na fali, tłumienia drgań oraz bezpieczeństwa pływania. Kwestią istotną przy rozpatrywaniu ukształtowania rejonu pokładu dziobowego jest sprawa ujemnych kątów ostrzału armat usytuowanych w rejonie pokładu dziobowego. Może wystąpić konieczność zmiany kształtu poprzez podcięcie dziobówki lub poprzez dokonanie załamania poszycia. Optymalizacji kształtu dziobówki, nachylenia dziobnicy itp. należy dokonać analitycznie i potwierdzić badaniami modelowymi;
- kominy i kanały wylotowe spalin powinny mieć ograniczone wymiary, płaskie powierzchnie optymalizowane wspólnie z nadbudówkami pod względem SPO, a także powinny być badane i optymalizowane podczas prób i badań opływu aerodynamicznego i oceny ich wpływu, w tym temperatury gazów wylotowych, na pracę systemów radiolokacyjnych, śmigłowców, systemów wentylacji itp. Usytuowanie kominów i innych brył nie powinno ograniczać pola obserwacji ze sterówki;
- należy poszukiwać projektowych rozwiązań w celu zminimalizowania „martwych stref” obserwacji widnokregu i pola pokładów. Należy stosować koncepcję zintegrowanych mostków zapewniających łatwe, sprawne i bezpieczne prowadzenie wachty morskiej, a także dowodzenie i kierowanie okrętem w warunkach pokojowych. Generalne rozplanowanie mostka nawigacyjnego i rozmieszczenie wyposażenia, a także jego funkcjonalność podlegają zaleceniom Rezolucji IMO A708(17) i normy ISO 8468, a także przepisom towarzystw klasyfikacyjnych, postanowieniom Międzynarodowych Przepisów o Zapobieganiu Zderzeniom na Morzu, doświadczeniu projektantów i „dobrej praktyce morskiej”. Na pulpity powinny być wyniesione wszystkie istotne wskaźniki dające informację przydatną do kontroli i nadzoru ruchu okrętu i walki o żywotność. Kwestie widzialności, kątów obserwacji itp. parametry określają wspomniane standardy, np. widzialność na dziób nie więcej niż 1,5 długości jednostki, czy jak w MPZZM do 2 długości lub 500 m, a w płaszczyźnie poziomej min.  $225^\circ$ . Zaprojektowanie mostka, jak i innych pomieszczeń na okrętach, w tym kabiny lub wydzielonego stanowiska nawigacyjnego w obrębie mostka, musi podlegać zasadom szeroko pojętej ergonomii oraz wzajemnych powiązań funkcjonalnych. Podstawowym kryterium jest zapewnienie odpowiedniej widoczności wokół okrętu z mostka, racjonalna organizacja i wyposażenie poszczególnych stanowisk w sterówce/na mostku. Usytuowanie okien, pochylenie przeszklonych ścian eliminujące występowanie olśnienia od promieni słonecznych, przy jednoczesnej komunikacji wzrokowej ze skrzydłami pomostu oraz pokładami powinno zapewniać optymalne warunki bezpiecznego prowadzenia okrętu na morzu i manewrowania nim, szczególnie w ograniczonych akwenach, trudnych warunkach pogodowych oraz prowadzenia operacji ratowniczo-ratowniczych;
- kadłub okrętu powinien być maksymalnie niski i właściwie malowany – problem widzialności wzrokowej oraz maskowania (kamouflażu);
- w konstrukcji zewnętrznej okrętu należy unikać tworzenia dwu- i trójściennych odbijaczy kątowych;

- nie należy stosować wieloelementowych struktur architektonicznych w kształtowaniu bryły kadłuba i nadbudówki;
- należy minimalizować liczbę elementów architektonicznych w zewnętrznej konstrukcji okrętu, a elementy uzbrojenia i wyposażenia pokładowego winny być wkomponowane w architekturę okrętu, bądź wykonane w technologii stealth (specjalne kształty) lub powinny być osłonięte konstrukcjami o najprostszym kształcie, wykonanymi z materiałów pochłaniających lub rozpraszających promieniowanie radiolokacyjne, a elementy dominujące powinny być pokryte materiałem pochłaniającym;
- maszty powinny mieć zwartą, jednolitą konstrukcję o przekroju prostokątnym zamkniętym z ewentualnym nachyleniem w kierunku rufy 5 - 8°. Maszty powinny być pokrywane materiałem pochłaniającym, zaś systemy antenowe mogą być ukrywane, podnoszone, zintegrowane itp. w celu uzyskania najlepszej SPO. Celowe jest stosowanie masztów i konstrukcji antenowych zintegrowanych, wykonanych z materiałów kompozytowych o dużym poziomie pochłaniania promieniowania mikrofalowego i przewodności zewnętrznej warstwy laminatów. Stosowanie masztów zintegrowanych obniża pracochłonność robót montażowych i nadzoru eksploatacyjnego, obniża ryzyko uszkodzeń oraz awarii zainstalowanych wewnątrz urządzeń i instalacji, zmniejsza koszty konserwacji i wydłuża żywotność eksploatacyjną urządzeń i systemów, zmniejsza wartość pól fizycznych oraz poprawia kompatybilność elektromagnetyczną okrętu i zainstalowanych środków łączności, rozpoznania, radiolokacji itd.;
- projektowanie pomieszczeń mieszkalnych i węzłów socjalno-bytowych, a także warsztatów, magazynów, posterunków/stanowisk dowodzenia (sterówka, kabina nawigacyjna, radiowa, centrala manewrowo-kontrola/CSS, zasilania awaryjnego itp.) w zasadzie powinny być zbliżone do standardów cywilnych z uwzględnieniem efektu skali i funkcji, a także powinny być organizowane i wyposażone zgodnie z HMI (human machine interface), zapewniając spełnienie wymagań operacyjnego poziomu dowodzenia oraz komfort pracy i obsługi urządzeń.

Praktycznie w projektowaniu sylwetki okrętu odchodzi się od wizualnej strony projektowania, której cechą charakterystyczną była estetyka wyglądu, cechy znamionujące siłę, moc, prędkość i gotowość do boju, co miało i nadal ma psychologiczny i propagandowy efekt, na rzecz preferowania budowy okrętów na podstawie precyzyjnie sformułowanych założeń z zaznaczeniem ich zasadniczych funkcji i przeznaczenia z uwzględnieniem wymagań maskowania i przeciwdziałania. Celem takiego działania jest uzyskanie maksymalnej efektywności bojowej, co wiąże się z uzyskaniem kompromisu architektonicznego, polegającego na połączeniu zasadniczych cech współczesnego okrętu, tj. niewykrywalności i wizualnego oddziaływania psychologiczno-propagandowego. Wizualizację grozy zastępuje świadomość doskonałości i siły, ukrytych pod pokładami i na pokładach systemów i środków walki. Projektanci mogą w szerokim zakresie wpływać na obniżenie parametrów pól fizycznych poprzez odpowiednie kształtowanie bryły okrętu oraz jego wyposażenia pokładowego, uzbrojenia oraz systemów antenowych kierowania i przeciwdziałania.

## 2.2 Środowisko operacyjne. Warunki klimatyczne

Zasadniczym czynnikiem definiującym kluczowy aspekt zdolności operacyjnej okrętu są warunki środowiskowe, w których okręt ma operować. Obejmują one warunki zewnętrzne (stan morza, temperaturę, wilgotność, wiatr, zalodzenie, kurz itp.) oraz wewnętrzne (temperaturę, wilgotność, ruchy okrętu, hałasy itd.). Warunki klimatyczne do obliczeń i doborów urządzeń oraz instalacji należy przyjmować zgodnie z normą BN-81/3730-07 dla rejonu żeglugi okrętu określonego w ZTT. Zasolenie wody zaburtowej - 3,5%, tj. 1,025 t/m<sup>3</sup>, o ile nie określono innej gęstości dla innego rejonu żeglugi.

Do określenia ogólnych wymagań technicznych dotyczących oddziaływania warunków środowiskowych na okręty, aparaturę, urządzenia i wyposażenie o przeznaczeniu wojskowym należy posługiwać się, m.in.:

- NO-06-A103 „Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania środowiskowe”;
- NO-06-A101 „Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Postanowienia ogólne”;
- NO-06-A107 „Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych”;
- NO-06-A503 „Technika wojskowa. Ekstremalne warunki klimatyczne. Dane do opracowania wymagań dotyczących projektowania i badań”;
- AECTP 100 „Environmental Guidelines for Defence Material”
- AECTP 200 „Environmental Conditions”;
- AECTP 300 „Climatic Environmental”;
- ANEP 11 vol. I „Standardized Wave and Wind Environments for NATO Operational Areas”;
- ANEP 11 vol. II „Seasonal Climatology of the North Sea” (5 years statistics);
- ANEP 14 „Seasonal Climatology of the North Sea”.

## 2.3 Załoga i warunki bytowe

**2.3.1** Stan załogi należy określić, jeśli nie sformułowano tego w ZTT lub innym dokumencie, w oparciu o postanowienia Regulaminu Służby na Okrętach Marynarki Wojennej (RSO), wymagania określone przez dostawców wyposażenia oraz w oparciu o poniższe kryteria:

- minimalizować stan załogi z punktu widzenia kosztów, mas, wymaganych objętości, zapasów bytowych itd., której liczba powinna zostać określona optymalnie w oparciu o analizę przyjętej zmienności prowadzenia wachty morskiej, obsad stanowisk bojowych w alarmach, burtach bojowych itp. Dobrana liczba członków załogi powinna zapewnić pełną obsadę stanowisk dowodzenia i stanowisk bojowych, walkę o żywotność okrętu, wykonywanie zadań/misji zgodnych z przeznaczeniem oraz realizowanymi scenariuszami działań, wykonywanie napraw i innych elementów odtwarzania gotowości bojowej i eksploatacyjnej na morzu. Należy zapewnić pełną obsadę uzbrojenia w alarmie bojowym oraz pełną obsadę części uzbrojenia w burcie bojowej, a ponadto pełną obsadę wszystkich zasadniczych i zapasowych SD i SB, utrzymanie w gotowości do natychmiastowego użycia 100% środków uzbrojenia okrętu, zwykle wydzielenie jednej grupy abordażowej w składzie: dowódca i trzech marynarzy oraz co najmniej jednej grupy awaryjnej (zwykle minimum dwie: dziób i rufa);
- dobór składu załogi oraz jej liczebność zwykle jest kompromisem pomiędzy minimalizacją wynikającą z poziomu automatyzacji okrętu a potrzebą szybkiej reakcji określonym zespołem na zagrożenia wynikające z awarii, w tym walki OPA w różnych warunkach eksploatacyjnych oraz w boju;
- liczebność załogi należy określać na wstępnych etapach projektowania okrętu, przy uwzględnieniu pełnej automatyzacji systemu dowodzenia i kierowania uzbrojeniem oraz układem napędowo-energetycznym (zautomatyzowany system pracy siłowni z wachtą w CSS) z założeniem obsługi miejscowej/lokalnej w warunkach awarii lub uszkodzenia. W tej fazie projektowania wykorzystuje się takie narzędzia i podejście jak ACDC (Advanced Concepts for Damage Control) oparte w dużym stopniu na analizie ryzyka, wieloaspektowej walce o żywotność, wydolności psychofizycznej załóg itp.;
- doboru załogi należy dokonywać przy założeniu określonej w ZTT autonomiczności okrętu i możliwości pływania w systemie, np. 2 i 3 wachtowym dla danej autonomiczności, najczęściej określonej wielkością zużywalnych zapasów bytowych, bez zaopatrywania w morzu. Dla małych jednostek często przyjmuje się 5-7 dni, dla większych 10 i więcej, co związane jest często z istniejącym systemem zaopatrywania w MW RP oraz możliwościami psychofizycznymi załogi. Stosowany może być rotacyjny system wymiany załóg, obsady morskie i remontowo-serwisowe, portowe i inne;



- zwykle w projektowaniu okrętu należy przewidzieć miejsce na rozmieszczenie stosownych zapasów dla zwiększonej ilości załogi lub potencjalną możliwość zaokrętowania dodatkowych osób do wykonywania dodatkowych zadań okrętu. Może to dotyczyć grup pływaków, zespołów sił specjalnych, zespołów dowodzenia grupą okrętów itd. Kwestie te powinny być precyzyjnie zdefiniowane w ZTT, łącznie z ich specyfikacją i koniecznością określonej dyslokacji na okręcie wynikającej z przewidywanych dla nich zadań oraz funkcji. Dla okrętów posiadających pokłady do operacji lotniczych należy opcjonalnie przewidzieć możliwość zaokrętowania personelu technicznego i obsługi śmigłowca w zakresie odtwarzania jego gotowości technicznej i bojowej, a także zarezerwować ewentualnie dodatkowo miejsca dla oficerów wykonujących zadania z zakresu dowodzenia i współdziałania w ramach grupy taktycznej – zwykle jest to sumarycznie ok. 20% miejsc dodatkowych. Musi to jednak być jednoznacznie określone w ZTT;
- na każdym projektowanym okręcie należy przewidzieć i stworzyć niezbędne warunki socjalno-bytowe dla kobiet (członków załogi i ewentualnie personelu dodatkowego);
- optymalizacja składu i redukcja liczebności załogi nie może obniżyć jej zdolności do zapewnienia kompleksowej obsługi okrętu w warunkach bojowych, uszkodzeń bojowych i awarii;
- redukcja składu załogi w sposób wyraźny zmniejsza zapotrzebowanie na miejsce i objętość kadłuba i nadbudówek (pomieszczenia mieszkalne i socjalno-bytowe) oraz masę okrętu (wpływ na wyporność), obniża koszty zakupu i eksploatacji, zmniejsza zapasy zużywalne (woda, paliwo, żywność), pozwala na obniżenie wielkości pól fizycznych okrętu itp.

**2.3.2** Załogę okrętu powinno się rozmieszczać w wyposażonych pomieszczeniach, z uwzględnieniem następujących wymagań minimalnych:

- dowódca okrętu – kabina 1-osobowa z autonomicznym węzłem sanitarnym, przy czym na większych okrętach można przewidzieć dodatkowo salon lub biuro;
- oficerowie – kabiny 1-2 osobowe z autonomicznym węzłem sanitarnym;
- podoficerowie – kabiny 2-osobowe, maksymalnie 4-osobowe w miarę możliwości ze stosownym węzłem sanitarnym;
- marynarze – pomieszczenia wieloosobowe z dostępem do zbiorowych węzłów sanitarnych, przy czym dla jednostek większych należy rozważyć zmniejszenie „gęstości” zaludnienia w pomieszczeniach, zwykle nie więcej niż 6 osób.

Pomieszczenia mieszkalne powinny być wyposażone w meble i sprzęt umożliwiający rozmieszczenie typowych zestawów umundurowania, wyposażenia indywidualnego, środków higieny osobistej, pracę biurową i wypoczynek. Większe pomieszczenia lub grupy pomieszczeń muszą posiadać wyjścia awaryjne. Ponadto kabiny kadry powinny być wyposażone w sejfy do przechowywania dokumentów niejawnych.

Dla oficerów i podoficerów należy przewidzieć mesę oraz miejsce do rekreacji dla 100 % stanu, zaś dla podoficerów młodszych i marynarzy służby zawodowej należy przewidzieć możliwość jednoczesnego spożywania posiłków i rekreacji w pomieszczeniach mieszkalnych lub wydzielonych jadalniach dla co najmniej 50 % stanu. Wszystkie te pomieszczenia należy wyposażyć w niezbędny sprzęt i inwentarz gwarantujący stosowne warunki do wypoczynku załogi, prowadzenia zajęć kulturalno-oświatowych oraz realizacji zajęć w grupach hobbyistycznych.

Dla osób dodatkowych lub dochodzących należy przewidzieć kabiny stosownie do rangi stanowiska i znaczenia.

Okręty należy wyposażać w niezbędne pomieszczenia, wyposażenie i inwentarz do przygotowania posiłków (kuchnie, pentry), przechowywania żywności (chłodnie prowiantowe i magazyny), piekarnię, magazyny pościeli i bielizny, pralnie, suszarnie, węzły sanitarne, kantyny, biura i inne niezbędne pomieszczenia zapewniające normalne warunki egzystencji dla pełnego składu załogi w czasie co najmniej równym autonomiczności okrętu, z możliwością:

- przygotowywania posiłków w kuchni dla całej załogi oraz dodatkowych osób w okresie co najmniej autonomiczności okrętu;
- przechowywania prowiantu na okręcie dla warunków jak wyżej;
- dodatkowego przechowywania racji „ZN” dla całej załogi na okres określony w ZTT, względnie 5 dni dla okrętów małych lub 10 dni i więcej dla jednostek dużych.

Okręty w zależności od rangi i wielkości należy wyposażyć i przewidzieć możliwość organizacji przyjęć w warunkach odbywania wizyt w obcych portach z udziałem gości zewnętrznych w różnych warunkach hydro-meteorologicznych. Na okrętach należy przewidywać miejsce do spełnienia posługi duszpasterskiej w porcie i na morzu, a także do prowadzenia mszy ekumenicznych w obcych portach. Rejonem do tych celów, jak również do organizacji spotkań towarzyskich może być wydzielona część pokładu rufowego wyposażona w urządzenie tentowe. Do tych celów można również wykorzystywać hangary dla śmigłowców i inne duże pomieszczenia techniczne oraz inne poddające się specjalnej aranżacji do określonych celów reprezentacyjnych z wygodnym dojściem ludzi oraz transportem żywności/catering. Miejsca te mogą być wykorzystywane do rekreacji załogi. W projektowaniu węzłów socjalno-bytowych należy kierować się wytycznymi Zamawiającego w zakresie organizacji przygotowania posiłków, ich wstępnej obróbki itp., szczególnie jeśli zakłada się system zaopatrzenia konfekcjonowanego typu cateringowego lub wstępnie przygotowanego. Taki system określa inny niż tradycyjny system organizacji węzłów kuchennych, magazynów żywności, przygotowania i wydawania posiłków oraz strukturę jadalni, kafeterii itp., wyposażenie w automaty z podstawowymi użytkownikami itp.

Dla okrętów większych odbywających dłuższe podróże morskie należy ponadto rozważać kwestie rozmieszczenia aresztów, chłodni do transportu zwłok, przewidzieć sale operacyjne, ambulatoria, składy celne, kaplice itp. Ich liczbę oraz wyposażenie powinien wyspecyfikować zamawiający okręt, w uzgodnieniu z projektantem i użytkownikami, w celu spełnienia szczegółowych wymagań wynikających z dodatkowych przepisów i standardów oraz ceremoniału, lecz powinno to być określone w ZTT na okręt.

Kwestie zabezpieczenia medycznego okrętów powinny być wyspecyfikowane w ZTT, zaś ogólne wymagania omówiono w p. 29 niniejszych Wytycznych.

Pomieszczenia specjalne, w tym np.: kancelarie okrętowe muszą spełniać określone wymagania specjalistyczne. Każdy okręt musi posiadać kancelarię okrętową, względnie inne stosowne pomieszczenie, które powinno być wyposażone i zabezpieczone zgodnie z wymogami sprecyzowanymi w Ustawie o ochronie informacji niejawnych oraz w stosownych zarządzeniach i decyzjach Ministra Obrony Narodowej w sprawie szczególnych zasad organizacji kancelarii tajnych, stosowania środków ochrony fizycznej oraz obiegu informacji niejawnych. Kancelarie okrętowe wraz z kancelariami kryptograficznymi podlegają szczególnym warunkom nadzoru i wykonania i są przedmiotem certyfikacji specjalnej w zakresie technicznym, organizacyjnym i zabezpieczenia dostępu.

W celu zapewnienia ochrony tajemnicy należy przewidzieć odpowiednio wyposażone i zabezpieczone wspomniane pomieszczenia wraz z wymaganymi systemami i urządzeniami.

### 2.3.3 Standardy wyposażenia. Normy powierzchniowe

Przy projektowaniu współczesnych okrętów należy przyjąć podwyższony standard wyposażenia pomieszczeń i świadczonych usług bytowych, zgodny ze standardami w innych marynarkach wojennych, a dotyczącymi okrętów podobnej wielkości. Dla jednostek mniejszych i małych standardy wyposażenia oraz normy powierzchniowe powinny jedynie zapewnić wykonywanie podstawowych czynności sanitarnych oraz bytowych w zdefiniowanej autonomiczności jednostki, chyba że postanowiono inaczej. Generalnie należy przyjmować, że podstawowe kryteria powierzchni określają Konwencje ILO nr 92 i 133 oraz przepisy administracji morskich, o ile nie określono tego w ZTT. Zamawiający ma prawo określić standardy powierzchniowe i jakość wyposażenia zgodnie

z przyjętym w MW standardem w ramach posiadanych upoważnień oraz budżetu. Podobna sytuacja dotyczy węzłów sanitarnych. Normy te wynikają również z wymagań Konwencyjnych oraz standardów marynarek wojennych, względnie założeń zawartych w ZTT lub uzgodnionych wymagań na wczesnym etapie analiz przedprojektowych oraz studiów.

Okręty z racji uzawodowienia załóg oraz oczekiwania zwiększonego komfortu pływania oraz potrzeby zwiększenia wydolności fizjologicznej organizmu należy wyposażać w systemy klimatyzacji (możliwość wykonywania zadań w różnych strefach klimatycznych), a ponadto w systemy stabilizacji kołysania, dostęp do internetu i inne możliwe udogodnienia zbliżone do warunków „domowych”. Z racji kołysania, przy braku systemu aktywnej stabilizacji kołysań poprzecznych, należy wszystkie koje w miarę możliwości sytuować wzdłużnie w stosunku do PS, z głową w kierunku dziobu. Praktycznie nie należy rozmieszczać pomieszczeń mieszkalnych w odległości mniejszej niż około 30% długości okrętu od dziobu, w rejonach bezpośrednio przylegających do siłowni i elektrowni, a także w rejonie pędników itp. urządzeń. Należy stosować izolację i inne systemy i rozwiązania zapewniające dobre warunki pracy i wypoczynku.

Standard wyposażenia wnętrza, zastosowane materiały i kolorystyka wnętrza i wyposażenia oraz oświetlenie powinny zapewnić lepsze wykorzystanie wydolności załóg, obniżyć poziom zmęczenia, dawać większą satysfakcję z pracy na okręcie, ułatwiać wypoczynek oraz co istotne zachęcać do służby na okrętach załogi zawodowe, szczególnie przy dłuższych rejsach, stwarzając komfort zbliżony do statków, ale z uwzględnieniem elementów walki o żywotność okrętu (dostęp do poszycia, instalacji, rurociągów itp.). W projektowaniu współczesnych okrętów należy wykorzystywać elementy wyposażenia modułowego, podobnego lub identycznego jak w rozwiązaniach na statkach towarowych, promach itp.

W projektowaniu okrętów pomocą mogą służyć następujące publikacje:

- ANEP – 24 Guidelines for shipboard habitability requirements for combatant surface ships;
- ANEP – 25 Guidelines for environmental factors in NATO surface ships: acoustical, climatic, vibration, colour, illumination;
- ANEP – 26 Ergonomic data for shipboard space design in NATO surface ships;
- Guidelines for environmental the acoustical environment in NATO surface ships.

### 2.3.4 Niezależność od bazy. Zapasy bytowe

Zapasy bytowe na okręcie dla pełnego stanu załogi wraz z przewidywanymi osobami dodatkowymi powinny zapewnić wymaganą niezależność od bazy, bez zewnętrznego zaopatrzenia, za wyjątkiem paliwa. Magazyny okrętowe powinny zapewnić przechowywanie zapasów dla pełnego stanu załogi ze wspomnianą rezerwą. Na okręcie należy przewidzieć magazyny na przechowywanie zużytych produktów żywnościowych i odpadów na co najmniej 10 dób. W projektowaniu należy przyjmować minimalne dobowe normy należności na 1 osobę wynoszące nie mniej niż:

- woda słodka – 30 l,
- żywność – 3,25 kg,

przy czym jest to kryterium minimalne dopuszczalne. Każde inne wielkości wymagają uzgodnienia z zamawiającym lub powinny być zdefiniowane w ZTT, ewentualnie pozostawia się swobodę projektantowi w racjonalnych granicach wynikających z wielkości jednostki, autonomii pływania oraz systemu zaopatrywania i obsługi okrętu, a także, co istotne, nawyków i standardów floty.

## 3 KOSZTY

Szacunek kosztów budowy konstrukcji okrętu (kadłuba i nadbudów) jest funkcją głównie wymiarów głównych okrętu, rozmieszczenia systemów walki, użytych materiałów oraz przyjętego układu napędowo-energetycznego. Dlatego projektowanie okrętu jest optymalizacją mającą na



celu znalezienie kompromisowego rozwiązania w funkcji koszt-efekt, bez obniżenia jego potencjału bojowego. W formułowaniu wymagań i poszukiwaniu rozwiązań projektowych należy optymalizować wielkość wyporności i zainstalowanej mocy, gdyż rzutuje to bezpośrednio na koszty eksploatacyjne okrętu, widoczne szczególnie w dłuższym okresie eksploatacji.

Jednym ze sposobów obniżenia masy okrętu jest stosowanie stali PW i WW, stopów aluminium i laminatów (zbrojonych tworzyw sztucznych) hybrydowych na bazie włókien szklanych, węglowych, aramidowych itp. Zastosowanie zbrojonych włókien sztucznych, niezależnie od relatywnie wyższego kosztu wytwarzania, posiada właściwość powtarzalności elementów konstrukcyjnych, jak również zasadniczą zaletę, szczególnie w konstrukcjach przekładkowych specjalnego typu, zdolność pochłaniania i (lub) rozpraszania promieniowania elektromagnetycznego oraz naturalne właściwości osłabiania penetracji balistycznej oraz odporności udarowej. Poprzez obniżenie masy kadłuba, wynikającej z przyjęcia różnorodnych materiałów konstrukcyjnych, uzyskuje się możliwość zwiększenia jego zdolności bojowej poprzez stworzenie możliwości przyjęcia zwiększonego ładunku użytecznego (uzbrojenia, zapasów bojowych oraz materiałów pędnych i zapasów bytowych) – poprawienie wskaźnika użyczenia wyporności.

Payload factor ( $P_F$ ) – współczynnik (obciążenia, efektywności) wykorzystania wyporności:

$$P_F = \frac{\sum m_i}{D_p}$$

gdzie:

$\sum m_i$  – masa systemów realizujących misję, systemów uzbrojenia, dowodzenia, kierowania (C4I) i amunicji;

$D_p$  – wyporność pełna okrętu.

Współczesne okręty posiadają współczynnik na poziomie 0,09-0,12 (9-12% wyporności). Przyszłościowo oczekuje się uzyskanie wskaźnika powyżej 0,16 (16% wyporności) poprzez obniżenie „kosztów” całkowitych życia okrętu (konstrukcji), w tym ilości załogi, wyposażenia itd.

Dobór konstrukcji kadłuba musi być optymalizowany parametrycznie w funkcji masa-koszt, uwzględniając rodzaj wiązań, odstępów wręgowe, obciążenia lokalne itp., przyjętą technologię budowy, eksploatacji i wyposażenia. W analizach kosztów można oprzeć się na wytycznych zawartych w ANEP – 41 Ship Costing oraz innych dokumentach definiujących koszty obejmujące cały cykl życia okrętu, ekonomiczne aspekty projektowania okrętu, zakupu systemów uzbrojenia (dla średniej wielkości okrętu ok. 35-40% wartości okrętu, a nawet do 60% w skrajnie nowoczesnych rozwiązaniach), wyposażenia systemów napędowo-energetycznych oraz ogólnookrętowych, zwykle udział w przystosowaniu stoczni do budowy okrętu i jego późniejszego serwisowania, koszty szkolenia załóg, zakupu, przechowywania i uzupełniania zestawów części zamiennych oraz narzędzi specjalnych, modernizacji w środku cyklu życia okrętu, bieżącej obsługi eksploatacyjnej i administracyjnej, partycypowania w realizacji towarzyszących prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych itp.

#### 4 REALIZACJA PROJEKTU OKRĘTU WOJENNEGO

Podstawą uruchomienia procedury realizacji pozyskania projektu okrętu wojennego stanowią Wymagania Sprzętowe (WS) (zwane wcześniej Wstępnymi Wymaganiami TT lub Staff Requirements), wypracowane w ramach fazy analityczno-koncepcyjnej przez właściwą jednostkę organizacyjną Sił Zbrojnych (AU – Agencja Uzbrojenia). Wymagania sprzętowe zawierają m.in. wstępne charakterystyki operacyjne i techniczne okrętu, wstępną specyfikację, parametry eksploatacyjne oraz miejsce okrętu w otoczeniu operacyjnym (wymogi interoperacyjności i kompatybilność). Wymagania sprzętowe stanowią podstawę do opracowania projektu koncepcyjnego.

Wymagania sprzętowe (WS) to dokument zawierający wymagania w zakresie parametrów taktyczno-technicznych dla planowanego do pozyskania nowego SpW, w szczególności obejmujący informacje dotyczące:

- a) konstrukcji, przeznaczenia oraz funkcji, jakie ma realizować SpW,
- b) eksploatacji, w tym normowania, strategii i systemów eksploatacji, wsparcia i zabezpieczenia logistycznego, włączając wymóg kodyfikacji oraz niezbędnej infrastruktury ściśle powiązanej z pozyskiwanym SpW i przeznaczoną do montażu lub funkcjonowania SpW,
- c) stref klimatycznych i warunków środowiskowych, w jakich SpW będzie użytkowany,
- d) potrzeb ilościowych, miejsc dyslokacji oraz uwarunkowań czasowych pozyskania SpW,
- e) kompatybilności z innymi systemami,
- f) szkolenia oraz urządzeń szkolno-treningowych,
- g) dokumentacji technicznej,
- h) weryfikacji SpW, w tym w zakresie parametrów krytycznych, obejmującej sprawdzenia weryfikacyjne, testy lub ocenę zgodności w zakresie obronności i bezpieczeństwa,
- i) ochrony informacji niejawnych,
- j) zakresów częstotliwości radiowych – w przypadku urządzeń emitujących energię elektromagnetyczną.

W przypadku okrętu wojennego WS powinny zawierać m. in. następujące wymagania taktyczne i techniczne:

- a) nazwę, typ i klasę okrętu;
- b) kryptonim (dla prac niejawnych);
- c) wymagania taktyczne, dotyczące:
  - przeznaczenia okrętu,
  - uzbrojenia i kierowania środkami walki,
  - wartości parametrów pól fizycznych, środków obrony przeciw broni ABC, maskowania okrętu i odporności udarowej,
  - charakterystyki ogólnej: prędkości, zasięgu pływania, rejonu działania (w tym niezależności od bazy oraz warunków zaopatrywania i obsługi okrętu na morzu i w miejscach bazowania), właściwości morskich (w tym warunków wykorzystania uzbrojenia), stateczności i niezatapialności;
- d) wymagania techniczne, dotyczące:
  - kadłuba okrętu i materiałów na kadłub okrętu,
  - systemu napędowego i elektroenergetycznego okrętu, w tym rozdziału energii sieci, napędu głównego i pomocniczego, sterowania i automatyki itp.,
  - środków dowodzenia, w tym wyposażenia nawigacyjnego, łączności i obserwacji technicznej,
  - liczebności załogi,
  - wyposażenia okrętu: pokładowego, specjalnego i wyposażenia pomieszczeń,
  - środków ratunkowych i ratowniczych,
  - ochrony zdrowia i wyposażenia medycznego,
  - wyposażenia okrętu w zakresie ochrony środowiska naturalnego,
  - docelowego okresu eksploatacji oraz remontów i obsługi,
  - inwentarza i części zapasowych,
  - normalizacji, unifikacji i typizacji;
- e) wymagania dotyczące:
  - etapów prac i czasu ich realizacji,
  - zakresu prób i odbiorów,
  - zapewnienia tajności w procesie projektowania i budowy,
  - zakresu wykorzystania przepisów.

Projekt koncepcyjny opracowany jest przez wykonawcę, z którym Zamawiający (AU) zawarł odpowiednią umowę. Ponieważ projekt koncepcyjny będzie stanowił podstawę do ustalenia szczegółowych Założeń Taktyczno-Technicznych (ZTT) (wcześniej zwanych Wymaganiami TT), powinien być wykonany z należytą starannością, z uwzględnieniem nie tylko bieżących wymagań, ale również trendów w rozwoju danej klasy okrętu.

Projekt koncepcyjny powinien zawierać propozycję rozwiązania technicznego okrętu, spełniającego wymagania ujęte w WS (w razie potrzeby – kilka rozwiązań wariantowych) oraz specyfikację techniczną okrętu zweryfikowaną przez niezbędne analizy, badania, symulacje. Należy wykonać analizę możliwości osiągnięcia parametrów technicznych okrętu ujętych w WS pod kątem dostępnych na rynku technologii, systemów, urządzeń i materiałów.

Należy zidentyfikować problemy dotyczące interoperacyjności, bezpieczeństwa teleinformatycznego, ochrony informacji oraz standaryzacji, w tym koniecznych do zastosowania norm krajowych, międzynarodowych i dokumentów standaryzacyjnych NATO. Projekt koncepcyjny powinien przewidywać zakres redundancji systemów i urządzeń, sposób rozwiązania walki o żywotność okrętu, w tym wyznaczenie pokładu obrony przeciwwawaryjnej.

Należy pamiętać o zapasie wyporności na kolejne etapy projektowania i budowy okrętu oraz na modyfikacje/modernizacje w trakcie długoletniej służby okrętu.

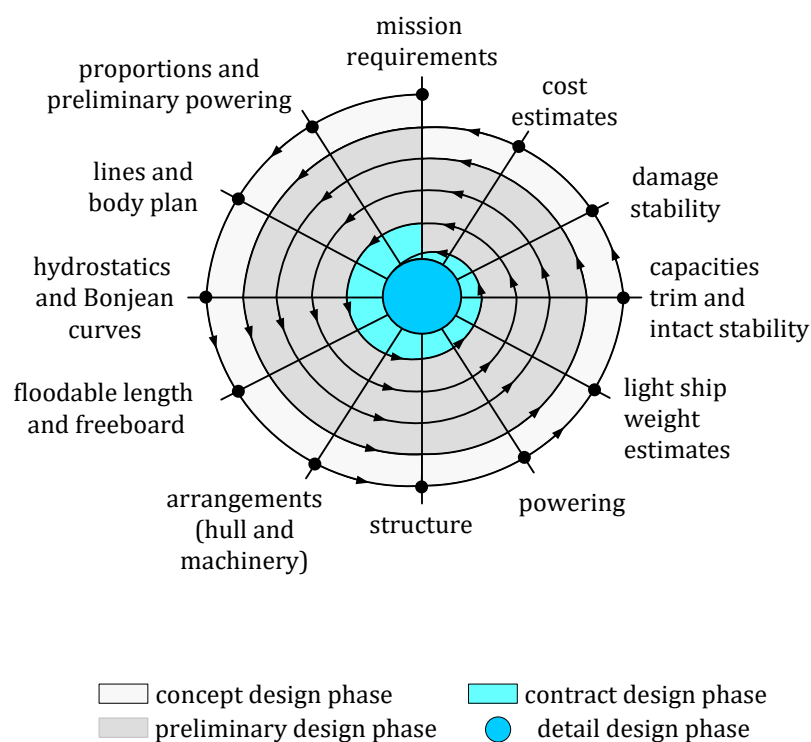
Zwykle na etapie projektu koncepcyjnego opracowuje się kilka wariantów projektu okrętu z różnymi charakterystykami i wykonuje się ich analizę porównawczą.

Różne warianty/rozwiązania okrętu – różniące się np.: typem lub kształtem kadłuba, zastosowaniem ciągłej nadbudówki lub układu wyspowego, rozmieszczeniem i doбором systemu napędowego, układem zaopatrzenia w energię elektryczną, zastosowaniem lub brakiem pokładu zadaniowego, stopniem redukcji pola RSC, akustycznego, termicznego, magnetycznego, kosztami budowy i eksploatacji okrętu – pozwolą na wybór rozwiązania optymalnego z punktu widzenia spełnienia WS, w tym w zakresie kosztów pozyskania (w podejmowaniu decyzji uwzględnienie technologii COTS).

Charakterystyki okrętu w początkowym stadium wczesnego projektowania określa się analitycznie na bazie danych z jednostek podobnych, tj. okrętów przyjętych wstępnie jako punkt odniesienia do projektowania danego okrętu, danych statystycznych, wyników systematycznych badań modelowych itp. Określone w ten sposób wstępne charakterystyki okrętu podlegają procesowi kolejnych uściśleń metodami obliczeniowymi z wykorzystaniem programów komputerowych w tzw. spirali projektowej (klasycznej patrz rys. 4-1 i uwzględniającej fazy projektowania rys. 4-2).



Rys. 4-1 Spirala projektowa – klasyczna



Rys. 4-2 Spirala projektowa uwzględniająca fazy projektowania okrętu

Na wstępie należy przeanalizować dane wejściowe i określić możliwe warianty koncepcji okrętu. Następnie należy ustalić wykaz systemów przewidzianych do zastosowania, tak by spełnić wymagania WS dla okrętu. Wykaz systemów oraz analiza wymagań założeń pozwoli na wyspecyfikowanie niezbędnych pomieszczeń.

Mając wstępnie założony układ napędowy, wyspecyfikowane systemy okrętu, zinwentaryzowane pomieszczenia i zbiorniki oraz określoną w pierwszym przybliżeniu (z wykorzystaniem danych z analizy jednostek podobnych) geometrię okrętu – można wykonać wstępną koncepcję planu ogólnego (najlepiej w kilku wariantach) okrętu i rozpocząć spiralę projektową.

Bazując na koncepcji planu ogólnego i danych z jednostek podobnych określa się wymiary główne okrętu oraz współczynniki kształtu (pełnotliwości) kadłuba i określa się wyporność okrętu.

Opierając się na przyjętej charakterystyce geometrii kadłuba można, drogą analityczną lub projektując wstępne linie teoretyczne kadłuba, dokonać oceny oporów kadłuba, a później po oszacowaniu mas i położenia środka ciężkości – również stateczności jednostki. Zalecane jest wykonanie linii teoretycznych kadłuba ze względu na dostępność odpowiednich programów komputerowych i możliwość bardziej precyzyjnej i kompleksowej oceny oporów i stateczności okrętu.

Następnie przyjmuje się pędniki i określa prędkość jednostki. W kolejnym kroku szacuje się masy kadłuba, maszyn, systemów okrętowych, zapasów paliwa, wody, itp. oraz określa położenie środka ciężkości (masy) okrętu.

We wstępnych obliczeniach związanych z projektowaniem nowej jednostki, mających znaczny wpływ na końcowe wyniki projektowania i spełnienia w efekcie wymagań kontraktowych, szczególne znaczenie ma określenie i obliczenia masy okrętu i szacowanej wysokości położenia środka masy projektowanej jednostki.

Należy w tej początkowej fazie projektowania oprzeć się na dwóch kluczowych rodzajach informacji o masie okrętu (w kategorii „prawdopodobnej masy”):

- parametrycznej, definiowanej przez przeznaczenie i jego charakterystyki, współczynniki i wymagania szczegółowe – ciężary są korelowane tradycyjnymi współczynnikami, w oparciu o wiarygodne dane, zależnymi od objętości, wymiarów głównych oraz mocy,
- szacowanej – masy są obliczane na podstawie planów, wykresów, diagramów systemów jednostek podobnych w oparciu o bogatą bazę danych źródłowych.

Metody te znane są generalnie projektantom i nie wymagają szczególnego omówienia. Istotna w tym procesie jest wiarygodność i jakość materiałów porównawczych oraz źródłowych oparta o projektową bazę danych jednostek podobnych, najlepiej własnych, łącznie z wynikami prób modelowych, obliczeniami oraz pełną dokumentacją techniczną. Dobrze jest dysponować projektem „wzorcowym” jako bazą odniesienia.

Wynikiem pierwszej iteracji projektowej mogą być korekty układu napędowego, wymiarów głównych jednostki, planu ogólnego okrętu i inne.

Następnie wykonuje się procesy kolejnych przybliżeń dla uściślenia parametrów okrętu, zgodnie ze spiralą projektową, w celu uzyskania dobrej zgodności charakterystyk okrętu, które jednocześnie będą spełniać postawione wymagania.

W wyniku powyższego procesu powstaje wersja projektu koncepcyjnego do oceny merytorycznej przez komisję powołaną przez Zamawiającego.

Ocena Projektu Koncepcyjnego oraz uzgodnione i zatwierdzone ZTT stanowią podstawę merytoryczną rozpoczęcia realizacji następnego etapu – Projektu wstępnego.

Projekt wstępny ma na celu uściślenie charakterystyk okrętu, rozwiązanie podstawowych problemów konstrukcyjnych okrętu, doboru i zapewnienia spójności systemów okrętowych oraz określenie zasadniczego wyposażenia okrętu.

Jest to wyjątkowo ważny etap, decydujący o rozwiązaniach technicznych okrętu, które w kolejnych etapach będą tylko uszczegółowiane. Etap ten wymaga od projektantów wyjątkowej staranności i kompleksowości podejścia do proponowanych rozwiązań, a od Zlecającego przemyślanych decyzji, gdyż na etapie projektu technicznego (PT) zwykle nie są możliwe znaczące zmiany lub uzupełnienia rozwiązań przyjętych na etapie projektu wstępnego. Takie modyfikacje nie tylko zwiększają koszty i czas budowy, ale również zwykle powodują zwiększenie wyporności i zanurzenia, zmniejszenie prędkości okrętu i problemy z zapewnieniem wymaganego pasa lodowego na kadłubie.

Aby nie dopuścić do takiej sytuacji należy na etapie projektu wstępnego wykonać szczegółową analizę kompletności wszystkich systemów okrętu, z uwzględnieniem również funkcji niezbędnych do zapewnienia częściowej operacyjności okrętu w sytuacji wystąpienia uszkodzeń zdefiniowanych w ZTT.

Należy pamiętać o wzajemnym zharmonizowaniu podziałów na strefy wodoszczelne, obrony przeciwpożarowej, wentylacji, OPBMAR i prowadzenia działań obrony przeciwawaryjnej, a także o uwzględnieniu konieczności zaopatrzenia tych stref w energię elektryczną, także w sytuacji przewidywanych uszkodzeń okrętu.

Na etapie projektu wstępnego należy wykonać pełne analizy stateczności i niezatapialności. Obliczenia i analizy wytrzymałości konstrukcji okrętu (wytrzymałość ogólna, strefowa, lokalna) należy wykonać w zakresie wystarczającym do opracowania zładu wzdłużnego i poprzecznego oraz oceny wytrzymałości kadłuba w sytuacji uszkodzeń przewidzianych w ZTT. Obliczenia wytrzymałości udarowej konstrukcji należy wykonać w przypadku, gdy wynika to z wymagań ZTT.



Do kompletu projektu wstępnego należą sprawozdania i inne dokumenty z badań modelowych, symulacji, analiz i ocen technicznych, które były wykonane na tym etapie (np. badania oporowo-napędowe, badania sterowności i właściwości morskich, badania modelowe śrub napędowych, badania symulacyjne pól fizycznych okrętu).

Projekt wstępny podlega ocenie przez Zamawiającego.

Na podstawie zaakceptowanego Projektu wstępnego i zaktualizowanych ZTT wykonywany jest projekt techniczny jako zasadniczy projekt zawierający szczegółowe rozwiązania okrętu i jego systemów.

Projekt techniczny jest etapem projektowania mającym na celu ustalenie wszystkich parametrów konstrukcyjnych, rozwiązań i charakterystyk okrętu i jego systemów, opracowania szczegółowych wykazów materiałowych, wykazu urządzeń i mechanizmów, wykazu części zapasowych i inwentarza oraz programu prób i badań. Projekt techniczny najczęściej jest projektem techniczno-kontraktowym, gdyż zwykle jest elementem składowym umowy na dostawę okrętu przez stocznię. Zasadniczymi kryteriami oceny i akceptacji projektu oraz wybranych rozwiązań są: efektywność finansowa (przetargi, innowacyjność rozwiązań, minimalizacja kosztów itp.) oraz efektywność bojowa (interoperacyjność, elastyczność wykorzystania, podatność naprawcza, wysoka żywotność okrętu i jego elementów itp.).

W obecnych warunkach realizacji zamówień nowych okrętów na świecie, dokumentacja często obejmuje następujące zasadnicze etapy projektowe: przedwstępne studium projektowe oceniające założenia, alternatywne koncepcje, kwestie związane z możliwością spełnienia ramowych wymagań i założeń techniczno-taktyczno-ekonomicznych (Prefeasibility Design), projekt/studium wykonalności (Feasibility Design/Studies) obejmujący analizy, studia przedprojektowe itp., projekt koncepcyjny (Concept Design), projekt wstępny (Preliminary Design lub Definition Phase/Project Definition), projekt kontraktowy lub techniczny (Contract Design lub Technical Project) i projekt wykonawczy/roboczy (Detailed Ship Design). W wielu krajach stosowany jest również podział na Exploratory/Concept Design (obejmujący ROM Design, Technology Assessment oraz Analysis of Alternatives i Feasibility Studies), a także Engineering Design (Preliminary Design i Contract Design) i Production Design (Detail Design i Construction). Zasadnicze definicje i pojęcia określone są w dokumencie NATO AAP-20 „Handbook on the Phased Armaments Programming System (PAPS)”, a także w NO-19-A007 (Dokumentacja techniczna. Zasady numeracji i nazewnictwa) oraz NO-19-A001 (Klasyfikacja zagadnień konstrukcyjno-technologicznych okrętu).

W kraju stosowany jest obecnie uproszczony tryb podejmowania decyzji projektowych i o budowie jednostek pływających dla SZ RP/MW RP oparty na kolejnych następujących po sobie etapach: opracowanie wymagań operacyjnych przez Sztab Generalny WP, dalej Agencja Uzbrojenia (grupy zadaniowe) prowadzi prace analityczne, których elementem jest Studium Wykonalności stanowiące podstawę wyboru trybu zamawiania okrętu. Zwykle wybierane są dwie drogi: albo realizuje się zamówienie w ramach Pracy Rozwojowej, tworząc podstawy merytoryczne w postaci ZTT, albo podpisuje się umowę o dostawę okrętu w oparciu o Wymagania sprzętowe (WS), przy czym warunki techniczne, finansowe i organizacyjne zawarte są w opracowanych w AU Specyfikacjach Warunków Zamówienia (SWZ). Kolejnym etapem jest zwykle podpisanie umowy przez AU na dostawę/budowę okrętu z Wykonawcą, najczęściej stocznia, zawierającą specyfikację Projektu Wykonawczego okrętu (PrW), w tym m.in. PW, PT, PR i DZ oraz określającą sposób i tryb sprawowania wojskowego nadzoru jakościowego. Organami nadzoru są zwykle Zamawiający, w tym RPW, WDT, Nadzór metrologiczny i inne wyszczególnione w umowie. Kwestie nadzoru Naval Administration/Administracji MW RP są przedmiotem uzgodnień i określenia delegacji formalnych.

PRS jako instytucja niezależna wykonuje nadzory w ramach umowy z Wykonawcą, pracując na rzecz Zamawiającego poprzez sprawowanie nadzoru specjalistycznego na zgodność ze standardami PRS oraz międzynarodowymi w zakresie bezpieczeństwa żeglugi, załóg i ochrony

środowiska. Jeśli wymaga tego Naval Administration, również na zgodność z ANEP-77 oraz innymi standardami, wystawiając stosowne wymagane prawem dokumenty zgodności dla Wykonawcy, a w istocie dla polskiej Administracji Morskiej odpowiadającej w imieniu Rządu za bezpieczeństwo w polskich i międzynarodowych obszarach morskich i w portach.

Zwykle Dostawca opracowuje projekt techniczny rozszerzony do zakresu wymaganego dla celów klasyfikacyjnych. Zasadniczy zakres wymaganej dokumentacji techniczno-klasyfikacyjnej zawarty jest w Częściach I do X *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*. Zakres projektu technicznego, poza dokumentacją klasyfikacyjną, obejmuje również dokumentację techniczną pozaklasyfikacyjną, w tym dokumentację konwencyjną, a także dokumentację systemów militarnych.

W okresie przygotowawczym do podjęcia decyzji o budowie okrętu oraz w kolejnych etapach projektowania lub podczas oceny projektów przedstawionych do wyboru przez Zamawiającego prowadzi się szereg iteracyjnych analiz i studiów, których celem jest wybranie optymalnego rozwiązania spełniającego wymagania Zamawiającego. Kwestia wyboru wariantu powinna być poddana ocenie według ramowo określonych kryteriów oceny i ramowo wyspecyfikowanych obszarów, przewidywanych do opracowania analizy w ramach zawartej umowy, odpowiednio dla wyspecyfikowanych wariantów lub typów okrętów, przy czym powinny one obejmować co najmniej:

- zdefiniowanie podstaw, celu i przedmiotu analizy w oparciu o załączone do umowy dokumenty odniesienia,
- opracowanie w możliwym zakresie analizy operacyjno-taktycznej dotyczącej propozycji projektowych okrętów,
- opracowanie analizy możliwości realizacyjnych oraz analizy ekonomicznej dotyczącej propozycji projektowych okrętów, w oparciu o przedstawione dokumenty oraz informacje rynkowe.

Wyniki analiz będące oddzielnymi opracowaniami powinny tworzyć podstawę do opracowania końcowej opinii zbiorczej, stanowiącej propozycję stanowiska dla Zamawiającego do podjęcia decyzji w sprawie wyboru propozycji projektowej lub (i) dalszego trybu postępowania, w tym negocjacji z wybranymi partnerami (partnerem), jeśli przyjęto w procesie wyłaniania dostawcy okrętu, względnie tylko projektu, złożenie wielu propozycji od różnych firm.

Kryteria oceny projektów powinny obejmować:

1. zakres spełnienia wymagań,
2. podatność remontową,
3. kompatybilność i interoperacyjność okrętów i ich wyposażenia,
4. koszty pozyskania,
5. koszty eksploatacji,
6. podatność modernizacyjną,
7. uniwersalność i unifikację wyposażenia w aspekcie budowy i eksploatacji okrętów, infrastruktury brzegowej i lotnictwa,
8. architekturę i rozplanowanie (funkcjonalność i logika projektowania, SPR, SAR, RAS, walka o żywotność, obrona okrętu, ewakuacja, ogólne wrażenie, okrętowa infrastruktura lotnicza itp.),
9. właściwości morskie (stany morza, kołysanie, sterowność),
10. żywotność systemów i układów (rozmieszczenie stanowisk dowodzenia, systemy uzbrojenia, kierowania, systemy pożarowe, walki z wodą, dymem, OPBMAR itp.), redundancję systemów, instalacji i urządzeń,
11. załogę (koszt obsługi, zapasy, ścieki, śmieci, koszt wyposażenia, infrastruktura),
12. powszechność występowania (standardy zaopatrzeniowe, bazy),
13. doświadczenie instytucji projektującej,
14. doświadczenie dostawcy – integratora,

15. termin dostawy / harmonogramy / miejsce budowy,
16. jakość opracowania / sposób rozwiązania problemu / kompleksowość propozycji,
17. transfer technologii - offset (zakres, rodzaj, pełność oferty, koncepcja realizacji),
18. rozplanowanie okrętu (funkcjonalność pomieszczeń, wpływ rozplanowania na żywotność bojową okrętu, w tym OPA, komunikacja, warunki przechowywania zapasów, efektywność wykorzystania miejsca, rozplanowanie uzbrojenia i SKW, środków ratunkowych, wyposażenia specjalnego i pokładowego),
19. układ napędowy (koszt zakupu, podatność remontowa, stopień nowoczesności konstrukcji, system monitoringu, koszt eksploatacji, sterowanie, rezerwy międzyremontowe, koszt remontu, baza remontowa, pole fizyczne, masy),
20. elektrownię okrętową, rozdział energii (bilans energetyczny, ocena zapasu mocy, stopień zaawansowania technologicznego, stopień automatyzacji, systemy monitoringu, podatność remontowa, odporność na uszkodzenia bojowe i eksploatacyjne, gotowość do ruchu, masy),
21. systemy obsługujące siłownię i ogólnokrętową (prostota systemów, niezawodność i poziom automatyki, autonomiczność pracy, podatność remontowa, odporność na uszkodzenia),
22. pole fizyczne (technologia wykonania, ocena rodzaju systemów obniżających pole, rodzaj materiału kadłuba, zaawansowanie technologiczne, nowoczesność rozwiązań, systemy monitorujące, ocena napędu – pędniki, silniki napędowe, stosowanie metod izolacji akustycznej, ocena kształtu kadłuba w aspekcie generacji pól, źródła generacji zakłóceń, ochrona przed korozją, wydechy spalin i zużytego powietrza, SPR, środki minimalizacji SPR),
23. brzegową bazę remontowo-obługową (potrzeba stworzenia nowej bazy, zakup części zamiennych i rodzaj bazy szkoleniowej, naprawczej, dokumentacja),
24. zakres dostosowania istniejącej infrastruktury brzegowej (linie cumowania, głębokości akwenów, wyposażenie nabrzeży, ilość załogi – odbiór ścieków, śmieci, zaopatrzenie, zasilanie z lądu),
25. odporność bojową i eksploatacyjną okrętu – ogólna (wykrywalność, odporność),
26. rozmieszczenie środków uzbrojenia i kierowania, a także dowodzenia (rezerwowanie, rozdzielanie, odporność na zniszczenie, rejony rozmieszczenia, skupienie – gęstość rozmieszczenia środków bojowych),
27. kompatybilność i interoperacyjność z nowymi okrętami wdrożonymi do linii w MW RP oraz siłami sojuszniczymi,
28. uzbrojenie, systemy kierowania (zgodność z WTT, interoperacyjność, kompatybilność, podatność na integrację, koszt – efekt, nowoczesność, kompletność dostawy, baza remontowo-obługowa, import, kooperacja w zakresie produkcji, itd.).

Opinie i oceny powinny być oparte na „twardych” danych oraz w oparciu o wiedzę i doświadczenie instytucji uznanych oraz specjalistów z różnych dziedzin okrętowych, w tym konstrukcji, wyposażenia, wytrzymałości, stateczności, walki o żywotność, znajomości konwencji międzynarodowych, przepisów, standardów projektowych narodowych i sojuszniczych, w tym ANEP-77 oraz innych mających zastosowanie publikacji przedmiotowych.

W części, gdzie będzie to jednoznacznie możliwe, analiza powinna posiadać charakter ilościowy – analityczny, w innym przypadku powinna być zastosowana metoda ekspercka – jakościowa w oparciu o opracowane szczegółowe kryteria oceny.

Ponadto powinny zostać opracowane uwagi i zalecenia do dalszych negocjacji skutkujących m.in. ewentualną korektą wymagań w aspekcie optymalizacji kosztów pozyskania okrętów, kosztów ich eksploatacji i przyszłej modernizacji, jak również ramowych systemów szkolenia, planowanie części zamiennych, remontów, zastosowanych procedur i standardów nadzorowania oraz odbiorczych niezależnie od systemów nadzorowania jakościowego SZ RP.



Czynnikiem rzutującym na przyjęte rozwiązania konstrukcyjne (np. grubość elementów konstrukcyjnych, podatność modernizacyjna, podatność remontowa) jest okres docelowej eksploatacji okrętu będący miernikiem żywotności konstrukcji kadłuba i zasadniczych elementów wyposażenia. W projektowaniu okrętów przyjmuje się ten okres od 25 do 30 lat, przy tym zwykle zakłada się, że w połowie okresu eksploatacji będzie dokonana znaczna modernizacja okrętu. Przyjmuje się, że gruntownej modernizacji można poddać jednostki nawet starsze, jeśli uzyska się co najmniej taki sam poziom gotowości technicznej jak przed modernizacją, bez obniżenia parametrów taktyczno-technicznych okrętu, takich jak zasięg, prędkość, stateczność itd. Istotne jest uzyskanie wyższego poziomu odporności na zakłócenia, maskowania, samoobrony i środków aktywnego przeciwdziałania (systemy rozpoznania i WRE, wykrywania i zwalczania celów). Dodatkowym czynnikiem jest koszt modernizacji, który nie powinien w zasadzie przekraczać ok. 50% kosztów budowy nowego okrętu na dzień podejmowania decyzji o gruntownej modernizacji. Decyzje inne niż techniczne mogą być decydujące, gdyż podejmowane są świadomie w reżimie gospodarczo-politycznym, przy jednoczesnym braku możliwości uzyskania niezbędnych dostaw w imporcie i niepewności finansowania inwestycji.

W projektowaniu okrętów istotną rolę mającą wpływ na koszty, walory bojowe i eksploatacyjne mają kryteria wyboru urządzeń i wyposażenia. Zasadniczo powinny to być urządzenia i wyposażenie spełniające wymagania dla techniki militarnej, jednak możliwe jest dopuszczenie urządzeń i wyposażenia dostępnego na rynku komercyjnym. Obecnie powszechnie w świecie, w tym we flotach NATO, stosuje się tę technologię zwaną technologią COTS (Commercial-Of-The-Shelf – komercyjny wzięty z półki). Przyjęcie takiej opcji pozyskania okrętu z racji optymalizacji kosztów dla całego cyklu życia okrętów oraz warunków eksploatacji jednostek pomocniczych i wsparcia flot w aspekcie „koszt – efekt” jest racjonalne i uzasadnione.

Dopuszczenie wyposażenia COTS wynikało z kilku przyczyn. Ważnym aspektem było relatywne zmniejszenie ilości klasycznych okrętów uderzeniowych na korzyść okrętów wsparcia logistycznego, transportowych, zaopatrzeniowych, szpitalnych, baz pływających i innych spełniających funkcje klasycznego „sea lift”.

Inną, równie istotną przyczyną było zmniejszenie budżetów marynarek wojennych, prywatyzacja stoczni produkujących i remontujących, a także związana z tym nowa sytuacja na rynku stoczniowym oraz korzystanie z cywilnych portów, baz zaopatrzeniowych i źródeł zaopatrywania. Należy też zauważyć, że rozwiązania cywilne często osiągają bardzo wysoki poziom techniczny i technologiczny i są one dostępne „od ręki” na rynku. Dotyczy to też urządzeń i systemów typowych do zastosowań dla okrętów bojowych, np. urządzeń hydroakustycznych, urządzeń komputerowych, systemów np. sterowania i kontroli itp.

O zastosowaniu wyposażenia COTS decyduje Zamawiający. W szerszym zakresie możliwość zastosowanie technologii COTS istnieje w przypadku okrętów niebędących jednostkami bojowymi, tj.:

- okrętów projektowanych zasadniczo zgodnie ze standardami militarnymi, lecz niebędących okrętami bojowymi (np. jednostki wsparcia logistycznego, okręty rozpoznawcze, ratownicze, itp.);
- okrętów projektowanych zasadniczo zgodnie ze standardami dla okrętów bez militarnych funkcji (np.: jednostki szkolne, zabezpieczenia, obsługi, transportowe).

Wyroby komercyjne z racji kosztów i dostępności są atrakcyjną alternatywą dla wyrobów projektowanych z założenia wg standardów militarnych. Jednak ich stosowanie musi być podporządkowane zasadzie nieobniżania efektywności bojowej i eksploatacyjnej okrętu.

Mając to na uwadze zakres zastosowania wyrobów komercyjnych w przypadku okrętów z funkcjami militarnymi dotyczy głównie: materiałów o gwarantowanych właściwościach wytrzymałościowych, odporności na korozję, starzenie, kruche pękanie, właściwościach amagnetycznych, wyposażenia kadłubowego, wyposażenia konwencyjnego, elementów systemu i instalacji przeciwpożarowych, okablowania opartego na światłowodach, systemów i instalacji sterowania i kontroli, itp.

Konieczność wyposażenia, szczególnie jednostek większych, w urządzenia specjalnej konstrukcji o specjalnych systemach amortyzacji, poboru powietrza, chłodzenia itp. nie zawsze są uzasadnione, szczególnie w sytuacji obniżenia ogólnego obserwowanego poziomu zagrożenia okrętów. Postanowiono rozpocząć poszukiwanie nowych rozwiązań, tańszych, optymalnych, uwzględniających współczesne metody kształtowania technologii stealth, dostosowywania wyrobów komercyjnych do zastosowań militarnych (technologia COTS), rozwiązań technologicznych, funkcjonalnych i organizacyjnych.

Uznano przy tym, we wszystkich krajach NATO, iż sprawowanie wyłącznie nadzoru wojskowego nad produkcją specjalną, w istocie jednostkową produkcją okrętów, angażuje duże zespoły relatywnie drogiego nadzoru. W wielu krajach podjęto decyzję o zastosowaniu, tam gdzie jest to możliwe i uzasadnione, wyposażenia komercyjnego, zaś nadzory nad produkcją, odbiorami i często eksploatacją powierzono inspektorom cywilnym, m.in. z towarzystw klasyfikacyjnych i instytucji nadzoru państwowego, ściśle współpracujących ze sobą, aczkolwiek niezależnie, z organami nadzoru wojskowego i państwowego różnego typu i rodzaju.

Uzasadnieniem decyzji o przyjęciu technologii COTS do realizacji projektu okrętów dla marynarek wojennych jest fakt podjęcia przez stocznie oraz całe zaplecze projektowo-badawcze przemysłu okrętowego budowy szybkich statków towarowych i pasażerskich (o nietypowych rozwiązaniach konstrukcyjnych kadłubów i systemów transportu, nietypowych rozwiązaniach układów napędowo-sterowych i energetycznych, specjalnych systemów tłumienia drgań i hałasów, obróbki powietrza i ścieków, walki o żywotność, szczególnie z wodą i pożarami i innych sprawdzonych w eksploatacji nowatorskich i śmiałych rozwiązań technologicznych) i wynikających stąd doświadczeniach cywilnego nadzoru nad budową i nadzorowaną eksploatacją tych na wskroś nowoczesnych statków. Zastosowane tam technologie wyposażenia i budowy zostały generalnie przyjęte we wszystkich flotach wojennych świata, jako spełniające wysokie wymagania techniczne i jakościowe. Przyjęte zaś przez towarzystwa klasyfikacyjne standardy odbioru jakościowego zbieżne są z wysokimi wymaganiami marynarek wojennych. Rozpoczęta współpraca tych dwóch (jakościowo i organizacyjnie) podobnych struktur, szczególnie w rygorystycznym podejściu do bezpieczeństwa technicznego okrętu (statku) i jego załogi, zdaje się gwarantować przy synergicznym podejściu do nadzorów wysoki poziom jakości przy optymalnych kosztach.

Trzeba jednak podkreślić, że praktycznie we wszystkich flotach nadzory i odbiory systemów bojowych i specjalnych, istotnych dla realizacji zadań wynikających z przeznaczenia okrętu, wykonywane są przez struktury militarne, często we współpracy z nadzorem „cywilnym” w określonych obszarach.

Należy również zauważyć, że przy wyborze podstaw merytorycznych projektowania, a dalej budowy i nadzoru nad budową, decyzję o przyjęciu standardu nadzoru podejmuje Zamawiający /Armator/Gestor/Operator okrętu w zależności od struktury zamawiania okrętów w poszczególnych krajach, a także co istotne, w oparciu o opracowane przez siebie Założenia/Wymagania taktyczno-techniczne/WS lub Staff Requirements zawarte w CONOPS. Określają one poziom odporności okrętu oraz jego wartość bojową w funkcji kosztów budowy i przyszłej eksploatacji. Wynikiem takich decyzji i analiz w wielu przypadkach polityczno-gospodarczych, mających wpływ na liczbę przewidywanych do budowy jednostek oraz harmonogram dostaw, jest wybór technologii czy raczej filozofii budowy okrętów: bojowy ze wszystkimi skutkami taktycznymi i finansowymi, bądź budowa okrętu w technologii COTS, czyli wg standardów w dużym stopniu komercyjnych, o czym wspomniano wcześniej.

## 5 REZERWY PROJEKTOWE

W klasycznym ujęciu wyporność okrętu składa się z dwóch składników: okręt pustego oraz całkowitego ładunku efektywnego deadweight (DWT), przy czym w wyporności okręt pusty ujmuje się zapas wyporności (margin zwany także reserve). We wstępnych obliczeniach szacunkowych/wskaźnikowych przyjmuje się zwykle zapasy ciężarowe dla wyporności okręt pusty w granicach 3 – 5%, maksymalnie do 8% i wzrost położenia środka ciężkości o około 0,26 – 0,30 m.

Przy opracowywaniu projektu okrętu należy przewidywać zapasy projektowe (rezerwy projektowe – Design Margins) jego charakterystycznych parametrów. Rezerwy te wpływają na wymiary główne, prędkość i koszty budowy oraz utrzymania okrętu. Generalnie rezerwy dzielą się na rezerwy na modernizację (w przyszłości – Future Growth Margins) oraz na rezerwy projektowe i budowlane (Design and Construction Margins), niejako konsumowane w trakcie procesu projektowania i budowy. Zapasy na naturalne przyrosty masowe w trakcie eksploatacji mogą być wliczane do zapasów modernizacyjnych lub pozostawione jako rezerwa po zdaniu jednostki w ramach posiadanej wyporności w stanie przekazania okrętu. W tabeli 5-1 przedstawiono sugestie wynikające z badań statystycznych oraz doświadczeń projektowych, dotyczące zapasów konstrukcyjnych przewidywanych na starcie do realizacji każdego etapu projektowania. Oczywiście w założeniach można, w oparciu o wymagania taktyczno-techniczne przewidujące wyposażenie okrętu w okresie eksploatacji w sprzęt i urządzenia niebędące przedmiotem pełnej kontraktacji lub będące w fazie badawczo-rozwojowej, przyjąć zapasy np. mocy elektrycznej nawet do poziomu wyższego, np. 30%, w tym zapas projektowy na modernizację w wysokości np. 3-5% liczony dla wyporności light ship (okręt pusty). Dla okrętów desantowych/amfibijnych zapas wyporności na modernizację zwykle przyjmuje się nie mniej niż 2% od wyporności okręt pusty z racji limitu zanurzenia wynikającego z funkcji desantowej. Zapas ten zawsze powinien być uwidaczniany we wszystkich wyspecyfikowanych stanach wyporności okrętu, a wszystkie obliczenia projektowe okrętu (oprócz obliczenia okresu swobodnego kołysania) powinny być prowadzone z uwzględnieniem zapasu wyporności. Położenie środka ciężkości zapasu wyporności po wysokości przyjmuje się taki, by początkowa wysokość metacentryczna przy wyporności pełnej bez zapasu zmniejszyła się o 5% przy dołożeniu masy tego zapasu.

Zapasy projektowe nie są elementem zestawienia możliwości modernizacyjnych i odbiorowych okrętów, lecz rezerwami projektowymi na nieprzewidziane sytuacje wynikające z niepełnych, względnie bardzo przybliżonych informacji technicznych dotyczących zastosowanych materiałów, urządzeń, mechanizmów, okablowania, rurociągów, zapotrzebowania energii itp. na różnych etapach projektowania jednostek, błędów z przyjętych metod obliczeniowych, a także istotnych zmian i korekt ZTT lub innych założeń przez Zamawiającego w trakcie projektowania i budowy. Skutki takich działań mogą wpływać na brak możliwości spełnienia wymagań w zakresie wytrzymałości, stateczności (wolnej burty), przeciążenia jednostki, „zjedzenia” zapasu modernizacyjnego itp. Wszystkie te sprawy muszą podlegać restrykcyjnemu nadzorowi stoczni, biura konstrukcyjnego i zamawiającego oraz jego organów nadzoru w aspekcie dyscypliny ciężarowej i kosztów. Inne kwestie związane z rezerwami projektowymi są zazwyczaj analizowane w aspekcie kosztów oraz oceny wiarygodności informacji oraz danych wyjściowych do projektowania. Często zapasy projektowe są wykorzystane w procesie projektowania w sposób umiarkowany, względnie rezygnuje się z nich, gdy poziom ufności danych do projektowania i doboru konstrukcji i urządzeń jest wysoki (dla jednostek podobnych lub wiarygodnych wzorców).

Najlepszym rozwiązaniem w okresie projektowania i budowy, a także podczas zdania do eksploatacji jednostki jest jednoznaczne określenie zapasów na modernizację i wzrost  $Z_g$  i utrzymanie tego parametru w ramach projektowanej wyporności lub projektowej wodnicy konstrukcyjnej. Zwykle wiąże się to z kosztami, wymiarami jednostki i innymi charakterystykami okrętu, ale nie budzi to zwykle wątpliwości i nie wywołuje dyskusji. Każde inne rozwiązanie związane z zapasami

na modernizację najczęściej odbywa się w ramach dysponowanego zapasu wyporności wynikającego z różnicy wyporności pełnej i maksymalnej.

Utrzymanie parametrów taktyczno-technicznych jest zwykle wymogiem kontraktowym, więc „ważenie” wszystkich elementów „wchodzących” w okręt jest obowiązkiem i z pewnością utrudnieniem, ale nie fanaberią. Pilnowanie dostaw urządzeń, odbiorów w hutach (dostawa blach zgodnie ze specyfikacją, np. z zerową tolerancją grubości itd.), rurociągów z określonymi tolerancjami grubości ścianek, nie wspominając o zakazie upłynniania zapasów stoczniowych na kolejnych jednostkach w ramach oszczędności i zagospodarowywania zapasów to m.in. działania mające wpływ na ostateczny koszt i parametry jednostek.

W Tabeli 5-1 przedstawiono przykładowe poziomy rezerw projektowych dla różnych etapów projektowania okrętów.

**Tabela 5-1**

Lp.	Wyszczególnienie	Projekt koncepcyjny	Projekt wstępny	Projekt kontraktowy (techniczny)	Projekt roboczy
1	Masa	5-10%	5-10%	5-10%	5%
2	Stateczność	10% wzrostu KG dla stanu okręt pusty	3-5% wzrost KG	3% wzrost KG	3% wzrost KG
3	Moc elektryczna	10-25% w zależności od oryginalności projektu	10%	10%	5%
4	Moc układu napędowego	10-15% w zależności od jakości danych	10% zredukowane do 5% po próbach modelowych	5% z przewidywanej mocy, bazując na wyporności łącznie z zapasami	Jak w projekcie kontraktowym
5	Przestrzeń/objętość	10% na powierzchniach poza siłowniami	10% na powierzchniach operacyjnych, 5% na pozostałych poza siłowniami	5% tylko na powierzchniach operacyjnych	Bez zapasu z wyjątkiem specjalnych przyszłościowych dostosowań
6	Systemy i instalacje pomocnicze	Nie obejmuje	Bez specjalnych zapasów w głównych systemach i instalacjach, w drugorzędnych nie przewiduje się	Mały zapas wydajności pomp przy odosobnionym projektowaniu systemów	Praktycznie bez zapasu
7	Objętość zbiorników	Około 5% we wszystkich etapach, z wymaganiami dotyczącymi zużycia paliwa bazującymi na przewidywanej mocy z rezerwą, dla wyporności również z rezerwą (zapasem)			

**Uwaga:**

Przywołane w tabeli sugestie wynikają z doświadczenia i praktyki projektowej. Inne wartości mogą być narzucone dla etapów kontraktowych, lecz powinny zostać poddane przez dostawcę okrętu bardzo wnikliwej analizie i ocenie, w perspektywie braku możliwości spełnienia wymagań kontraktowych, szczególnie przy pominięciu poszczególnych etapów projektowania, nowości konstrukcji i rozwiązań technicznych i poziomu oraz doświadczenia projektantów i wykonawców. Istotna jest tutaj również rola i dyscyplina wykonawcza organów nadzoru i niezmiennosc wymagań określona na etapie kontraktowania jednostki przez zamawiającego.

Sugestie związane z przyszłym (w dalszej perspektywie) wzrostem rezerw/zapasów dopuszczalnych przy dostawie okrętu przedstawiono w tabeli 5-2.

**Tabela 5-2**

Lp.	Wyszczególnienie	Naturalny wzrost rezerwy	Przyszłościowa modernizacja
1	Masa	0,5% rocznie	Zamawiający określa w dokumentacji. Normalnie powinno być 5%, przy czym może być włączony naturalny wzrost
2	Stateczność	0,3% wzrost KG rocznie dla wyporności okrętu pustego	3% KG przy wyporności okrętu pustego lub uwaga jw. Parametr ten często przyjmuje się na koniec „życia” jednostki w odniesieniu do śr. ciężkości okrętu pustego na dzień przekazania jednostki
3	Moc zainstalowana układu napędowego	Bez rezerwy	Bez rezerwy, z wyjątkiem przewidywanej w wyporności obejmującej zapas
4	Moc elektryczna	Bez rezerwy	5%, o ile generatory nie będą przewidywane do wymiany
5	Przestrzeń	Praktycznie bez rezerwy	Wyspecyfikowana w projekcie do przyszłego zagospodarowania
6	Pojemność zbiorników	Praktycznie bez rezerwy	Bez rezerwy
7	Systemy i instalacje pomocnicze	Praktycznie bez rezerwy	Bez rezerwy

Istotnym elementem dotyczącym doboru konstrukcji okrętu i jego odporności na obciążenia eksploatacyjne i bojowe, a mającym wpływ na masę i koszt materiału na budowę kadłuba jest kwestia optymalizacji odstępów wręgowych. Należy zaznaczyć, że dla okrętów typu korweta czy fregata przyjmuje się jako zasadniczy wzdłużny układ wiązań ze stosowaniem wzdłużnych dźwigarów skrzynkowych zwiększających wytrzymałość wzdłużną okrętu i służących do prowadzenia istotnych dla żywotności okrętu instalacji rurociągowych, kablowych itp.

W tabeli 5-3 przytoczono przykładowe zestawienie odstępów wręgowych i usztywnień wzdłużnych dla kilku okrętów typu fregata.

**Tabela 5-3**

Lp.	Kraj	Okręt	Odstęp wręgowy [m]	Odstęp usztywnień wzdłużnych [m]	Masa kadłuba [t]
1	USA	FFG - 7	2,29	0,69	1278,50
2	Wielka Brytania	Typ 42	2,13	0,61	-
3	Kanada	CPF	2,00	0,55	-
4	Włochy	Maestrane	1,80	0,52	-
5	Francja	C 70	1,70	0,69	-
6	Niemcy	F122	1,40	0,60	-
7	Holandia	Standard Frigate	1,40	0,50	(DLS = 4230 t)
8	NATO	NFR 90	-	-	1876 (rezerwa 294 t)

**Informacja dodatkowa:**

Przykładowo dla okrętu o wyporności 5110 t dokonano optymalizacji odstępów wręgowych w zakresie 1,20 m do 2,60 m, przy których masa poszycia, wręgów i wzdłużników wahała się w przedziale 7040 – 7380 kg/m (rozrzut ok. 5%). W rozpatrywanym przypadku przyjęto, niebędący optymalnym, odstęp wręgowy wynikający z rozmieszczenia grodzi wodoszczelnych i rozplanowania ogólnego okrętu. Jest to zazwyczaj dylemat projektowy stanowiący kompromis między optymalną masą a rozplanowaniem i podziałem przestrzennym kadłuba.



Na etapie projektów studyjnych przyjmowane są rezerwy projektowe od 9,5% (W. Brytania) do 10% (USA) wyporności w stanie okręt pusty („light ship”). W projektowaniu okrętów z uwagi na przewidywaną modernizację związaną ze wzrostem mocy przewidywanych do zainstalowania urządzeń, rozmieszczeniem nowoczesnych systemów i urządzeń na pokładach i masztach, przyrostem masy od środków konserwujących, wzrostem zasięgu, ilości załogi itp. przewidywane są następujące średnie rezerwy liczone najczęściej w stosunku do wyporności pełnej, przedstawione w tabeli 5-4.

**Tabela 5-4**

Lp.	Rodzaj rezerwy	USA	Włochy	Europa ogólnie
1	Masa	8-12% zwykle 8-10% na wys. 1 m nad PG	2,50%	5% na wys. 1 m nad PG i dodatkowo 0,50% Dp rocznie przy 0,30% rocznie KG do 10 lat eksploatacji
2	Środek ciężkości	ok. 5% (średnio ok. 0,33%)	2,50%	zalecane ok. 5%
3	Powierzchnia pokładu	ok. 5%	-	-
4	Zasięg	30%	5%	5-10%
5	Moc elektrowni	25%	minimum	10%
6	Moc napędu	10%	bez rezerwy	zalecane do 5%
7	Systemy pomocnicze	ok. 20%	bez rezerwy	-

Przykładowe udziały procentowe masy kadłuba w wyporności okrętu pustego (tzw. „light ship”) oraz wskaźniki objętości na 1 tonę wyporności, a także wskaźniki objętości siłowni przedstawiono w tabeli 5-5.

**Tabela 5-5**

Lp.	Typ okrętu	Rodzaj nadbudówki	Kraj	Udział %	Wskaźnik objętościowy [m <sup>3</sup> /t]	Wskaźnik objętości siłowni [kW/m <sup>3</sup> ]
1	Georges Leygues	stalowa	Francja	47,50	5,00	6,00
2	OHP	Al	USA	46,60	5,30	8,90
3	Sheffield	Al	W. Brytania	43,00	4,50	6,30
4	Maestrale	Al	Włochy	41,00	4,90	4,90
5	Kortenaer	-	Belgia	42,50	5,40	7,60
6	Bremen	stalowa	Niemcy	41,00	5,60	7,40
7	PFC	-	Kanada	46,00	5,90	10,90
8	Mk 5 (kadłub stalowy 412,50 t)	Al (50,30 t)	W. Brytania	33,29	-	-
9	Mk 7 (kadłub stalowy 504,10 t)	Al (55,90 t)	W. Brytania	36,42	-	-
10	NFR	-	Międzynarodowy projekt	44,63	-	-

Dla okrętów z układem napędowym dwuwałowym udział masowy klasy siłownia (układ napędowy) w wyporności okręt pusty („light ship”) wynosi średnio 12-20%, a objętość siłowni stanowi 20-23% całkowitej objętości kadłuba.

Wyporność okrętu pustego dla znaczącej części okrętów floty światowej zawiera się w przedziale 73,70 – 78,80 % wyporności pełnej dla okrętów klasy korweta – fregata.



## 6 NIEWYKRYWALNOŚĆ OKRĘTU – TECHNOLOGIA STEALTH

### 6.1 Postanowienia ogólne

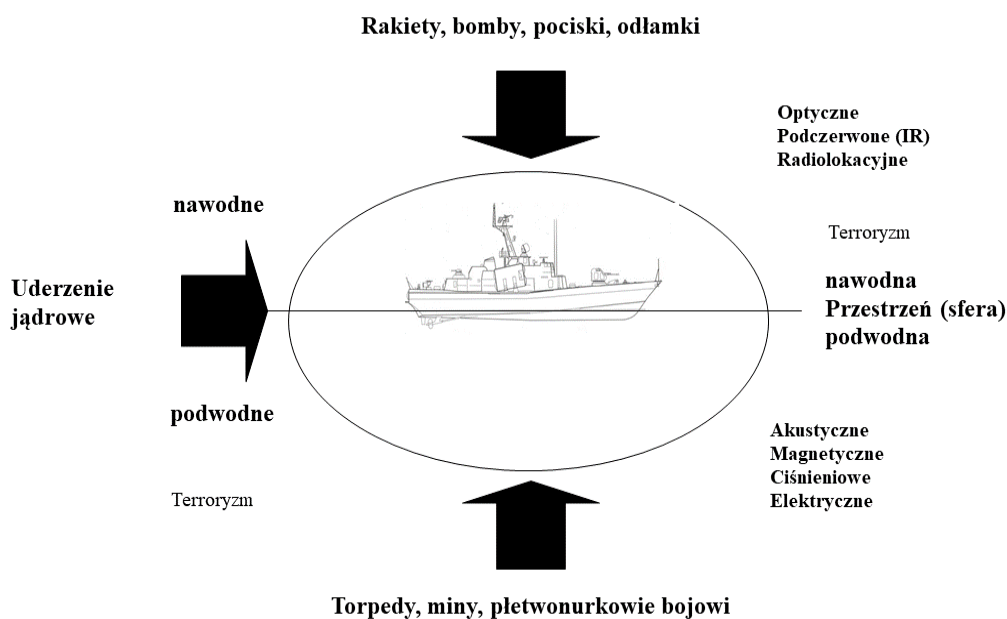
Niewykrywalność okrętu na etapie projektowania okrętu jest w pierwszym rzędzie elementem biernej obrony okrętu uzależnionej od pól fizycznych generowanych przez okręt. Optymalizację rozwiązań dokonuje się w funkcji efektywności systemu oraz relacji: koszt zastosowanego rozwiązania i efekt taktyczno-techniczny. Celem niskiej wykrywalności okrętów jest zmniejszenie ich podatności na uszkodzenia bojowe, zwiększenie żywotności bojowej, a tym samym zabezpieczenie go przed zniszczeniem systemów bojowych aż do całkowitej utraty okrętu. Wymaganie niskiej wykrywalności zależy od scenariuszy działań do realizacji których jednostka jest przewidziana oraz do skalkulowanego prawdopodobnego zagrożenia. Z punktu widzenia wykrywalności okrętu oraz jego efektywności bojowej najważniejsze znaczenie ma redukcja poziomu pól fizycznych emitowanych przez jednostkę. Obejmuje ona następujące zagadnienia: minimalizację skutecznej powierzchni rozproszenia SPR części zwaną skuteczną powierzchnią odbicia SPO (ang. RCS – radar cross section), minimalizację pola cieplnego (IR – infrared), pola akustycznego, śladu torowego/kilwateru (wake), hałasu powietrznego, pola magnetycznego, elektrycznego, ciśnieniowego, widzialności wzrokowej i elektrooptycznej, rozproszenia promieniowania laserowego LCS (ang. LCS - laser cross section), itd.

Minimalizacja pól fizycznych to tylko jeden element niskiej wykrywalności. Zmniejszenie podatności jednostki na uszkodzenia można osiągnąć różnymi drogami, z których każda ma znaczenie. Ocenia się, że ten cel można osiągnąć poprzez:

- zmniejszenie pól fizycznych okrętu;
- maskowanie optoelektroniczne i w sferze widzialności wzrokowej;
- mylenie – zmiana charakterystyki celu;
- cele pozorne – stawianie wabików (celów pozornych);
- dezorientacja poprzez dezorientację urządzeń naprowadzających (cele wielokrotne itp.);
- ukrywanie poprzez zastosowanie urządzeń i systemów wytworzonych przez człowieka lub przez wykorzystanie otoczenia;
- zakłócenie – poprzez aktywne zakłócenie pracy sensorów.

Przeprowadzone analizy przedprojektowe powinny stanowić podstawę do określenia stopnia redukcji pól fizycznych, przy czym w analizach należy uwzględnić wszystkie składowe pola fizycznych i zagrożenia dla poszczególnych systemów i nosicieli, sensorów i efektorów dla zdefiniowanych zadań i przeznaczenia okrętu. Należy w tej analizie, w tym ryzyka, ocenić przyszłe możliwości techniczne i technologiczne potencjalnych przeciwników oraz własne możliwości budżetowe i kontraktowe. Zagrożenia związane z polami fizycznymi, określane w ramach analizy operacyjnej, zapoczątkowują proces opracowywania metody kontroli i sterowania pól fizycznych. Zintegrowane podejście do tego procesu, w tym modelowania różnych opcji rozwiązań, pozwala na dokonanie oceny i przyjęcie rozwiązań o najmniejszym stopniu ryzyka, optymalizacji kosztów oraz architektury i wyposażenia okrętu. Modelowanie kształtu w początkowym okresie projektowania stwarza doskonałe możliwości optymalizacji SPO, nie wpływając istotnie na poziom kosztów. W modelowaniu i projektowaniu systemu minimalizacji szumów i drgań okrętu zaleca się instalowanie systemu monitoringu drgań i hałasów, pozwalając na stałą kontrolę szumów okrętu oraz prognozowanie stanu technicznego urządzeń okrętowych. Parametry pola pozwalają na wybór optymalnych warunków pracy systemów bojowych okrętu i jego efektywności.

Niewykrywalność jako element obrony biernej uzależniona jest od pól fizycznych, które mimo iż w różnych środowiskach/sferach mają inny charakter fizyczny, to jednak mają wpływ na konstrukcję okrętu i analizy przedprojektowe. Zagrożenia oraz pola fizyczne okrętu w sposób obrazowy dla sfery nawodnej, podwodnej i powierzchni morza przedstawia rys. 6.1



Rys. 6.1 Pola fizyczne okrętu i zagrożenia

W Tabeli 6.1 przedstawiono zasadnicze pola okrętu oraz wpływ na ich wielkość zasadniczych charakterystyk technicznych okrętu.

**Tabela 6.1**

Lp.	Pole fizyczne	Zasadniczy wpływ parametrów
1	SPO (RCS)	Wymiary jednostki i nadbudów, kształty, pochylenie powierzchni, zastosowane materiały konstrukcyjne i wyposażenie, materiały pochłaniające (RAM – radar absorbing materials) promieniowanie (farby, pokrycia, panele, materiały konstrukcyjne), architektura okrętu, aktywne środki przeciwdziałania
2	Ślad torowy	Kształt kadłuba, zainstalowane moce, pędniki, prędkość, widzialność z rozpoznania satelitarnego, systemy samonaprowadzające torped
3	Pole hydroakustyczne	Zainstalowana moc, rodzaj napędu, pędniki niskoszumne, części wystające, materiały tłumiące, izolacje i amortyzacja, wydechy i wyloty spalin, aktywne środki obniżające wielkość pola, zastosowane materiały na kadłub, aktywne środki przeciwdziałania
4	Pole cieplne	Zainstalowane moce, wydechy spalin, wyloty powietrza z instalacji wentylacji, klimatu i filtrowentylacji, zastosowane materiały, spłukiwanie okrętu, izolacje, szalowania, aktywne środki przeciwdziałania
5	Hałasy i drgania	Zainstalowana moc, wybór rodzaju napędu, energetyka okrętu, pędniki, części wystające, materiały na kadłub i tłumiące, izolacje i amortyzacja, wydechy i wyloty spalin, tłumiki, instalacje ogólnookrętowe, wykładziny, współpraca „kadłub-śruba”
6	Pole magnetyczne	Zastosowane materiały konstrukcyjne, wyposażenie, aktywne środki obniżające wartości pola (demagnetyzacja)
7	Pole ciśnieniowe	Optymalizacja kształtu kadłuba i wymiarów, rodzaj kształtu, jednostki mono- i wielokadłubowe, SES, SWATH, poduszkowce itp.
8	Widzialność okrętu	Maskowanie, zastosowane farby i pokrycia, minimalizacja powierzchni, zaciemnienie, inne pola fizyczne okrętu i ich wpływ na widzialność elektrooptyczną
9	Pole elektryczne	Materiały, unikanie ogniw elektrycznych, zwieranie obwodów, izolacje, aktywne środki obniżające wielkość pola, zerowania, uziomy
10	NVD – night vision device	Widzialność okrętu uwzgl. poz. 8 oraz inne środki zapewniające ochronę przed środkami obserwacji nocnej
11	Emisja sygnałów	Sterowanie i kierunkowość emisji – projektowanie i sterowanie emisjami
12	LCS – laser cross section	Powierzchnia rozproszenia laserowego – element projektowania i tłumienia

## 6.2 Pole radiolokacyjne

**6.2.1** Pole radiolokacyjne (skuteczna powierzchnia odbicia SPO – RCS ) należy minimalizować poprzez zastosowanie rozwiązań architektoniczno-konstrukcyjnych części nawodnej okrętu (kadłuba, nadbudówek, uzbrojenia, wyposażenia pokładowego), a także, tam gdzie jest to niezbędne i uzasadnione, poprzez zastosowanie materiałów typu RAM (absorberów mikrofalowych dla długości fal pasma X, Ku).

Właściwe konfigurowanie architektury zewnętrznej okrętu jest najbardziej efektywnym środkiem minimalizacji skutecznej powierzchni odbicia (RCS).

Analiza charakterystyki wtórnego rozproszenia wiązki radarowej przez okręt umożliwia wykonanie korekty architektury zewnętrznej okrętu w celu minimalizacji RCS. Więcej p. 2.

Skuteczna powierzchnia rozproszenia obiektów o złożonej architekturze zewnętrznej w stopniu zasadniczym zależy od jej ukształtowania. Duży wpływ na RCS obiektu ma wzajemne kątowe rozmieszczenie powierzchni architektury zewnętrznej okrętu. Należy dążyć do uzyskiwania wąskich listków wtórnego (odbitego) promieniowania, które powinny być rozproszone w kierunkach innych niż potencjalne źródło opromieniowania radarowego. Dlatego burty i rufę okrętu powyżej linii wodnej należy nachylić do płaszczyzny morza pod kątem ok. 80°, a nadbudówki o możliwie prostym architektonicznym kształcie powinny tworzyć z płaszczyzną pokładu kąt rozwarty (ok. 100°).

W konstrukcji zewnętrznej okrętu należy minimalizować ilość odbijaczy kątowych opromieniowania, niedopuszczalne jest tworzenie konstrukcji z kątem prostym między ściankami.

Zainstalowanie na pokładach okrętu różnych typów uzbrojenia, wyposażenia, radarów wpłynie na zwiększenie RCS okrętu. Należy więc dążyć do instalowania sprzętu posiadającego korzystne charakterystyki rozproszenia opromieniowania.

Uzbrojenie i wyposażenie powinny być wkomponowane w architekturę okrętu bądź osłonięte osłonami o możliwie najprostszym kształcie, wykonanymi z materiałów lub pokrytymi materiałami pochłaniającymi promieniowanie radarowe (RAM).

Najbardziej celowym działaniem jest nanoszenie pokryć absorbujących na najbardziej odbijające elementy powierzchni obiektu.

Materiałami pochłaniającymi promieniowanie mikrofalowe oprócz typowych materiałów pochłaniających są stosowane również laminaty wzmocnione włóknem szklanym (GRP), a ich zastosowanie w konstrukcjach masztów modułowych i górnych nadbudówek daje również oprócz lżejszej konstrukcji zredukowaną wartość RCS nadbudowy.

**6.2.2** W wymaganiach taktyczno-technicznych na budowę okrętu należy zdefiniować średnią wartość skutecznej powierzchni odbicia w zakresie kątów azymutalnych wyrażoną w m<sup>2</sup>, mierzoną w odległości 1 Mm okrętu od stacji pomiarowej.

**6.2.3** W przypadku braku parametru wymaganej, czy też oczekiwanej skutecznej powierzchni rozproszenia można przyjmować, że maksymalny poziom SPR dla pasma X ( $f = 10 \text{ GHz} = 3 \text{ cm}$ ) dla dowolnego kierunku opromieniowania nie powinien przekraczać wartości 500 m<sup>2</sup> dla średniej wielkości okrętów.

## 6.3 Pole termiczne

**6.3.1** Ze względu na zagrożenie atakiem pocisków przeciwokrętowych wyposażonych w czujniki samonaprowadzania z czujnikami IR (infrared signature) należy dążyć do zmniejszenia pola cieplnego okrętu na tle, aby jego kontrast termiczny w odniesieniu do tła był możliwie najmniejszy.

Na promieniowania IR okrętu mają wpływ dwie składowe: promieniowanie wewnętrzne i promieniowanie zewnętrzne.

Głównymi źródłami promieniowania wewnętrznego na okręcie są:

- gazy wylotowe spalinowych silników napędowych,
- gorące elementy układów wydechowych,
- nieizolowane pomieszczenia maszynowni,
- wyloty wentylacyjne,
- okna sterówki,
- osłony radarów.

Źródłem promieniowania zewnętrznego jest absorpcja bądź odbicie przez okręt promieniowania pochodzącego z przestrzeni otaczającej okręt (np. promieniowanie słoneczne).

**6.3.2** Pole cieplne okrętu (w zakresie promieniowania w podczerwieni) należy minimalizować głównie poprzez odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne układów wydechowych silników spalinowych (turbin i/lub silników tłokowych), schładzanie spalin, izolowanie termiczne wysokotemperaturowych elementów i systemów, stosowanie materiałów konstrukcyjnych i pokryć obniżających emisję ciepła, schładzanie i rozpraszanie powietrza z wyrzutni instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych itp.

**6.3.3** Należy przyjmować obniżenie temperatury gazów spalinowych do 60°C dla silników wysokoprężnych i maksymalnie 100°C dla turbin gazowych (dla  $t_p = +15^\circ\text{C}$ ), przy czym maksymalna wartość kontrastu temperaturowego w odniesieniu do tła nie powinna przekroczyć 3° C w normalnych warunkach pogodowych (w odległości okrętu od stacji pomiarowej określonej przez Zamawiającego), najczęściej około 200 m.

**6.3.4** W trakcie projektowania okrętu należy zwrócić uwagę na równomierny rozkład pola termicznego na całej długości okrętu. Należy stosować lokalne i zbiorcze systemy obniżania temperatury źródeł ciepła, środki izolacji termicznej, a także zastosować system obniżania temperatury konturu całego okrętu poprzez system zraszania/spłukiwania okrętu.

**6.3.5** W fazie projektowania okrętu do obliczenia przewidywanej charakterystyki promieniowania okrętu w podczerwieni stosuje się programy komputerowe.

Cechy charakterystyki IR i wykrywalność okrętu należy analizować w różnych warunkach otoczenia, różnych stanach pogodowych w różnych porach dnia i roku oraz przy różnych stanach morza.

Analiza powinna być przeprowadzona dla powszechnie przyjętej odległości (np. 500 m) i dodatkowo na dużej odległości (8-10 km).

## **6.4 Pole hydroakustyczne oraz hydrodynamiczne**

**6.4.1** Na wartość poziomu zaburzeń hydroakustycznych płynącego okrętu mają wpływ:

- drgania poszycia kadłuba wymuszone przez pracujące mechanizmy okrętowe,
- szумы wytwarzane przez pędniki okrętu,
- inne zakłócenia opływu np. „wydech” spalin pod wodę.

W procesie projektowania okrętu w zakresie minimalizacji zaburzeń hydroakustycznych pędniki są dobierane, projektowane i badane pod kątem niskoszumnej pracy w zakresie podkawitacyjnym.

Ważnym zagadnieniem jest też skuteczna izolacja drgań wymuszonych, generowanych przez silniki napędu głównego i zespoły prądotwórcze np. przez posadowienie na amortyzatorach.

Dla zapewnienia małoszumnej pracy okrętu przy niskich prędkościach pływania można również zastosować dodatkowy napęd za pomocą silników elektrycznych, by uniknąć drgań wymuszonych przez pracujące silniki napędu głównego.

Pola hydroakustyczne okrętów powinny być optymalizowane i minimalizowane poprzez właściwe zaprojektowanie podwodnej części kadłuba i części wystających pod względem akustycznym i oporowym (m.in. opływnika podkilowej anteny stacji hydrolokacyjnej, wsporników linii wałów, zastosowanie śrub małoszumnych (np. śrub o dużym skosie), specjalnych systemów napędowych itd.), a także inne zabiegi konstrukcyjne i funkcjonalne związane ze strukturalnym i powietrznym izolowaniem mechanizmów i urządzeń od otaczającego środowiska itp. (ramy pływające, specjalne systemy i konstrukcje amortyzujące i tłumiące hałasy i drgania, napowietrzanie kręgu śruby, poszycia podwodzia i burt itp. zabiegi). Na okręcie należy zastosować urządzenia do pomiaru początku kawitacji oraz układy kontroli i analizy poziomu dźwięków (szumów).

**6.4.2** Zamawiający w wymaganiach powinien określić progową wielkość ciśnienia hydroakustycznego w dB re 1  $\mu$ Pa, mierzoną na standardowej głębokości 20 m w całym zakresie prędkości okrętu oraz maksymalną wartość ciśnienia hydrodynamicznego w Pa w całym zakresie prędkości.

Często przyjmowanym parametrem jest maksymalna wartość ciśnienia hydroakustycznego mierzona na głębokości 20 m w zakresie prędkości do 8 węzłów, która nie powinna przekraczać wartości około 130 dB re 1  $\mu$ P, a dla prędkości np. 15 węzłów nie powinna przekroczyć 145-150 dB re 1  $\mu$ P.

W odniesieniu do pola hydrodynamicznego okrętu przyjmuje się często, przy braku zdefiniowanej maksymalnej wartości ciśnienia hydrodynamicznego, wartości: np. na głębokości 20 m pod okrętem poruszającym się z prędkością 8 węzłów ciśnienie nie powinno przekraczać wartości – 20 daPa, a dla prędkości np. 16 węzłów – wartości - 90 daPa. Maksymalna wartość ciśnienia hydrodynamicznego w całym zakresie prędkości nie powinna przekroczyć 350 Pa.

**6.4.3** Okręty, od których wymagane są specjalne warunki pola należy wyposażyć w urządzenia do pomiaru początku kawitacji oraz układy kontroli i analizy poziomu dźwięków (szumów).

**6.4.4** Dopuszczalna wartość drgań i hałasów powinna być zgodna z wymaganiami zawartymi w PN-82/N-01350 i w stosownych standardach militarnych np. STANAG 4293 NAV – Guidelines for the acoustical environment in NATO Surface ships.

## **6.5 Pole elektryczne**

**6.5.1** Obniżenie wartości pola elektrycznego okrętu powinno być realizowane za pomocą systemu kształtowania pola składającego się z układów wyrównujących potencjały elektrochemiczne głównych źródeł prądów korozyjnych (kadłub i śruby napędowe) oraz układów zwierających wał napędowy – śruba – woda morska – kadłub okrętu. Okręt powinien być wyposażony w system ochrony katodowej z zewnętrznym źródłem prądu i utrzymywaniem zadanego potencjału ochrony. System powinien mieć możliwość pracy w reżimie minimalizacji pola.

**6.5.2** Zamawiający w wymaganiach powinien określić progową, wyrażoną w mV, wartość przepływowego pola prądu elektrycznego z włączonym i wyłączonym systemem minimalizacji na głębokości pomiarowej równej szerokości okrętu. Jeśli nie zostało to określone, najczęściej przyjmuje się wartość przepływowego pola prądu elektrycznego z włączonym systemem minimalizacji, na głębokości równej szerokości okrętu (1B), mniej niż 5 mV, zaś przy wyłączonym systemie minimalizacji mniej niż 10 mV.

## 6.6 Pole magnetyczne

**6.6.1** Minimalizację pola magnetycznego okrętu należy realizować głównie poprzez okrętowy system kompensacji pola (demagnetyzacji okrętu). W rozwiązaniach należy wykorzystać system sterowania oparty na magnetometrycznym automatycznym urządzeniu demagnetyzacyjnym (AUD), system uzwojeń typu ZR (górne i dolne), KW, KPW, a także uzwojenia do kompensacji namagnesowania stałego okrętu (szczególnie burtowe wzdłużne), a także przez odpowiedni dobór materiałów amagnetycznych w konstrukcji okrętu i jego wyposażenia, szczególnie jeśli dotyczy to okrętów zwalczania min.

**6.6.2** Zamawiający w wymaganiach powinien określić progową, wyrażoną w  $\mu\text{T}$ , wartość składowych poziomej i pionowej indukcji pola magnetycznego na głębokości pomiarowej wynoszącej  $0,75 B_{\text{max}}$  (szerokości maksymalnej mierzonego okrętu) oraz wartość gradientu pochodnej składowej pionowej i poziomej indukcji pola magnetycznego wyrażonej w  $\mu\text{T}/\text{m}$ . Jeśli nie zostało to określone, najczęściej przyjmuje się wartość uzyskanego poziomu kompensacji składowych pionowych i poziomych indukcji pola magnetycznego na głębokości  $0,7 B$  ( $B$  – szerokość maksymalna okrętu) niższą od  $\pm 0,05 \mu\text{T}$  oraz wartość składowej gradientu pochodnych indukcji pola magnetycznego niższą od  $\pm 0,02 \mu\text{T}/\text{m}$ .

## 7 DOWODZENIE I KIEROWANIE OKRĘTEM. ORGANIZACJA OKRĘTU

Organizacja okrętu, zgodnie z postanowieniami Regulaminu Służby na Okrętach Marynarki Wojennej (RSO), powinna być podporządkowana jego przeznaczeniu w taki sposób, aby załoga okrętu była zdolna wykonywać zadania na morzu. Podstawą do opracowania organizacji okrętu są: etat, ustalenia RSO, a także przeznaczenie i właściwości taktyczno-techniczne okrętu.

Podstawowa organizacja okrętu to podział na działy okrętowe, przy czym w zależności od rangi i klasy jednostki pływającej organizacja okrętu może grupować działy lub inne elementy organizacyjne okrętu w pionowy okrętowy. Piony organizowane są na okrętach II rangi (I ranga jest najwyższą) i obejmują następujące obszary funkcjonalne:

- pion ogólny;
- operacyjny;
- uzbrojenia;
- eksploatacji;
- zaopatrywania;
- specjalistyczne (ratowniczy, hydrograficzny i inne specyficzne dla typu okrętu).

Dział okrętowy, będąc podstawową jednostką organizacyjną na okręcie, obejmuje etatowy i przydzielony skład osobowy, uzbrojenie i sprzęt wojskowy wraz z pomieszczeniami lub miejscami ich rozmieszczenia. Zgodnie z RSO wyróżnia się 10 działów okrętowych:

- dz. I nawigacyjny;
- dz. II raketowo-artyleryjski lub artyleryjski;
- dz. III broni podwodnej;
- dz. IV łączności;
- dz. V obserwacji technicznej;
- dz. VI elektromechaniczny/napędu głównego;
- dz. VII OPBMAR;
- dz. VIII zdrowia;
- dz. IX kwatermistrzowski;
- dz. X informatyczny.



Organizację okrętu dzieli się na codzienną i bojową, przy czym w organizacji codziennej działy dzielą się na drużyny, sekcje i grupy w zależności od przeznaczenia, zaś w organizacji bojowej wyróżnia się stanowiska dowodzenia (SD) oraz podległe im stanowiska bojowe (SB). W zależności od potrzeb, wyposażenia oraz organizacji wymuszonej przyjętą konfiguracją sprzętową oraz czynnikami walki o żywotność bojową okrętu tworzy się inne elementy organizacyjne, niewchodzące w skład działów okrętowych, np. Bojowe Centrum Informacji (BCI). W celu zapewnienia ciągłości dowodzenia okrętem, oprócz głównego stanowiska dowodzenia (GSD) organizowane jest zapasowe stanowisko dowodzenia (ZSD). Miejsce usytuowania dowódcy okrętu zależy od przyjętej organizacji dowodzenia i kierowania okrętem i stanowi jeden z etapów tworzenia struktury, systemu dowodzenia i kierowania, doboru załogi itp. Kwestie te omówiono w p. 2.1 niniejszej Publikacji oraz szczegółowo w RSO.

System dowodzenia okrętem powinien zapewnić możliwość podjęcia optymalnych i terminowych decyzji o użyciu środków technicznych, uzbrojenia i wykonania stosownych manewrów okrętem oraz realizację tych decyzji przez poszczególne działy i stanowiska bojowe. Realizacja zadań systemu dowodzenia powinna odbywać się w ramach struktur funkcjonalnych (BCI, SD, SB w aspekcie realizacji poszczególnych funkcji i zadań okrętu) i przy pomocy technicznych środków okrętu na stanowiskach dowodzenia rozmieszczonych na okręcie wg ustalonej struktury przestrzennej (rozmieszczenie względem siebie i okrętu wyposażonych pomieszczeń realizujących funkcje systemu dowodzenia).

W projektowaniu przestrzeni przeznaczonych dla rozmieszczenia elementów systemów dowodzenia okrętem wojennym należy przewidywać dużą elastyczność z uwagi na ich dynamiczny rozwój w przewidywanej co najmniej 30. letniej służbie okrętu i planowanej co najmniej raz po 15 latach modernizacji systemów walki. Ważnym elementem przewidywanej rekonfiguracji systemów jest rezerwowanie zasilania w różne media, rezerwowanie miejsca, okablowania (miejsce na torach kablowych i przejściach grodziowych), instalacji HVAC w celu zapewnienia stosownych warunków pracy itd.

Należy zauważyć, że w rozwoju architektury okrętowych systemów bojowych nacisk kładzie się na:

- integrację systemów bojowych. Modułowość i prostota konstrukcji będą właściwą odpowiedzią na większość przyszłościowych potrzeb, a obsługa powinna być w coraz większym stopniu intuicyjna;
- aspekty koordynacji w działaniach morskich powinny być uwzględniane na każdym szczeblu, włącznie z sytuacją operacyjną, zagrożeniem, planowaniem działań i systemów dowodzenia. Kwestiom ergonomii i funkcjonalności nadawać należy szczególną wagę;
- najważniejszymi podsystemami będą systemy łączności i system dowodzenia z racji potrzeby „obróbki” ogromnej ilości informacji istotnej dla zdolności bojowej i eksploatacyjnej okrętu.

Modułowość jest kluczowym rozwiązaniem oferującym szeroki zestaw rozwiązań systemów bojowych, racjonalne zmniejszenie liczebności załóg, większy stopień integracji i zwiększenie możliwości modernizacyjnych oraz szerokiego wykorzystania systemów do współpracy w ramach zespołów taktycznych itp.

Bojowe Centrum Informacyjne (BCI) zwane CIC (Combat Information Center) jest centrum dowodzenia taktycznego większości okrętów wojennych. BCI skupia załogę i kompleks systemów do wsparcia możliwości wypełnienia wielorakich misji, dlatego kluczowe znaczenie ma przestrzeganie zasad współdziałania inżynierii systemów ludzkich (HSE – Human Systems Engineering) oraz ich integracji. Kwestie rozwiązań systemowych BCI, a w zasadzie całego systemu dowodzenia i kierowania okrętem, a szczególnie kierowania walką, dotyczą szerokiej i ścisłej współpracy potencjalnego użytkownika, projektantów, zamawiających oraz wszystkich innych zainteresowanych, przy czym system ten powinien być spójny, kompatybilny z systemami dowodzenia i kierowania w marynarce wojennej, zintegrowany z innymi rodzajami sił zbrojnych i systemów sojuszniczych, a ponadto powinien wynikać

z głębokiej analizy ryzyka uwzględniającej błędy systemów oraz błędy i niewłaściwe zachowania ludzi. Ważne są we wszystkich relacjach czynniki HSI (Human System Integration) oraz relacje człowiek – komputer (HCI – Human Computer Interactions). Rozmieszczenie monitorów, konsol, okablowania, organizacja systemu transmisji danych oraz zobrazowania sytuacji taktycznej muszą zapewnić właściwy system dowodzenia, podział kompetencji, decyzji oraz zobrazowania i archiwizowania zdarzeń, a także co istotne redundancję systemów i konsol. Wielkość i organizacja CIC zależy od klasy i wielkości okrętu. Czynnikiem decydującym o sukcesie obsady CIC jest technologia (hardware), doskonałość oprogramowania oraz biologia (wydolność operatora-człowieka pracującego pod dużą presją, rozdzielczość i podział uwagi, zmęczenie fizyczne i psychiczne, brak oświetlenia dziennego, a tylko jego namiastka poprzez oświetlenie niebieskie wewnątrz pomieszczeń operacyjnych, hałasy, wibracje itd.). Stosowane są coraz częściej takie rozwiązania systemowe i wyposażeniowe BCI, które bazują na kolorowych monitorach bezodblaskowych do pracy w jasno oświetlonych pomieszczeniach.

Istotnym dla prawidłowego funkcjonowania współczesnego okrętu jest sposób i miejsce kierowania i dowodzenia okrętem w czasie przejścia morzem, w operacjach pokojowych oraz dla małych jednostek również prowadzenia walki i dowodzenia. Zwykle jest to pomieszczenie sterówki zwane często współcześnie zintegrowanym mostkiem (integrated bridge), stosownie wyposażone w podsystemy zapewniające prowadzenie nawigacji, kierowanie okrętem, prowadzenie łączności i dowodzenia, sterowanie napędem i rozdziałem energii, walkę o żywotność okrętu i stanowiące miejsce obsady oficera wachtowego, dowódcy, sternika i innych osób z modelu dowodzenia i kierowania okrętem.

W projektowaniu okrętów mniejszych z mniejszymi załogami oraz ograniczoną liczbą środków technicznych dowodzenia i kierowania okrętem najczęściej przyjmuje się, jak wspomniano, rozmieszczenie GSD w sterówce w jednym pomieszczeniu lub w bezpośrednim sąsiedztwie sterówki, przy czym często rezygnuje się z ZSD jako zapasowego stanowiska dowodzenia okrętem lub które organizowane jest na otwartych pokładach nad sterówką. Organizacja BCI opiera się na środkach technicznych GSD, BCI oraz często kabiny łączności i nawigacyjnej. Na okrętach średniej wielkości może być przyjęty podobny układ funkcjonalny i przestrzenny jak wspomniany lub można wydzielić GSD i umieścić nawet pokład niżej niż sterówka, przy czym należy optymalizować długość ciągów komunikacyjnych, tras kablowych itd. ZSD organizuje się zgodnie z wymaganiami zawartymi w ZTT lub oczekiwaniami zamawiającego. Dla okrętów dużych jako zasadę przyjmuje się wydzielenie GSD w osobnym pomieszczeniu nawet niżej niż dwa pokłady w stosunku do sterówki, przy czym utworzenie GSD niezależnie od BCI lub połączonego z BCI musi uwzględniać możliwość uchylenia się od uszkodzeń bojowych obu funkcjonalnych pomieszczeń, nie mówiąc o utworzonym ZSD. Rozmieszczenie tych stanowisk, ich wzajemne relacje i odporność na uszkodzenia lub zniszczenie powinno być poprzedzone analizą ryzyka uszkodzeń. Rozmieszczenie tych wysoce wrażliwych na uszkodzenia pomieszczeń i ich wyposażenia powinno być szczególnie przemyślane i w ich lokalizacji należy uwzględnić sąsiedztwo pomieszczeń, urządzeń i mechanizmów generujących hałasy, ciepło, drgania, promieniowanie elektromagnetyczne i inne niekorzystne warunki mogące mieć wpływ na jakość pracy systemu dowodzenia okrętem.

## 8 UZBROJENIE

Ogólne wytyczne i sposób podejścia do projektowania i organizacji systemu uzbrojenia na okręcie przedstawiono ramowo, m.in. w p. 1 niniejszych Wytycznych. Zasadniczym wymaganiam związanym z aranżacją systemu uzbrojenia na okręcie jest rozwiązanie problemu, który można zdefiniować w następujący sposób: jak należy rozmieścić systemy uzbrojenia i kierowania walką, by uzyskać ich jak najwyższą, względnie wysoką efektywność bojową (maksymalne kąty ostrzału i obserwacji), a zarazem jak zapewnić dużą jego podatność na usuwanie uszkodzeń bojowych, autonomiczność zasilania i obsługi itp., odporność konstrukcji okrętu i wyposażenia na falę uderzeniową i termiczną od wybuchu jądrowego i własnego uzbrojenia. Podstawą rozwiązań szczegółowych uzbrojenia okrętu są

wymagania zamawiającego (ZTT), dokumentacja techniczno-ruchowa urządzeń i środków uzbrojenia dostarczona przez wytwórcę uzbrojenia, wymagania szczegółowe ogólnie zwanego nadzoru wojskowego oraz wymagania sojusznicze i standardy, jeśli są zdefiniowane na etapie podejmowania decyzji o budowie okrętu. Oczywiście w projektowaniu systemów należy korzystać z doświadczenia pokoleń polskich projektantów okrętów, posiadanych zasobów archiwalnych przepisów i standardów przepisowych opracowanych w latach wcześniejszych w SZ RP we współpracy z zapleczem projektowo-badawczym przemysłu okrętowego, PRS oraz opracowanych jednolitych wymagań w zakresie projektowania okrętów i systemów w ramach przynależności Polski do UW.

Rozmieszczenie uzbrojenia powinno odpowiadać wymaganiom dokumentacji technicznej uzbrojenia i powinno zapewniać:

- efektywność bojowego wykorzystania przy kołysaniu odpowiadającym granicznym stanom morza określonym w ZTT na projektowanie okrętu. Jeśli tego nie zdefiniowano, należy dążyć do zapewnienia możliwości wykorzystania uzbrojenia z najmniejszymi ograniczeniami wynikającymi z warunków hydrometeorologicznych w rejonie działania okrętu;
- możliwość do okrężnego ostrzału celów, przy każdym rodzaju obrony, przy maksymalnym możliwym sektorze ostrzału każdego rodzaju uzbrojenia;
- maksymalny zasięg i minimalną „martwą strefę” ostrzału z uwzględnieniem kątów hamowania przy podejściu do granicznych kątów naprowadzania i wyłączania łańcucha ognia w strefach niebezpiecznych, uwzględniających trajektorię lotu pocisków i ruchy okrętu;
- bezpieczne odległości uzbrojenia (luf, przewodnic wyrzutni itp.) od konstrukcji okrętu i wyposażenia;
- eliminację niedopuszczalnego oddziaływania na załogę, zapasy bojowe i środki uzbrojenia strumienia gazów od startujących rakiet, pocisków raketowych, gazów prochowych z luf itp. Można stosować różnego rodzaju specjalne osłony, przegrody, przewodnice itp.;
- wygodną i bezpieczną eksploatację, przeglądy, wymiany luf, regulacje, załadowania i rozładowania uzbrojenia itd. we wszystkich stanach morza oraz warunkach pogodowych. Należy przewidzieć możliwość odmrażania uzbrojenia, m.in. poprzez doprowadzenie w rejon uzbrojenia ciepłej wody lub pary.

Przed badaniem możliwych wariantów rozmieszczenia systemu uzbrojenia na okręcie należy dokonać szczegółowej analizy właściwości taktyczno-technicznych uzbrojenia przewidzianego na projektowany okręt, uwzględniając jego przeznaczenie, zadania i warunki bojowego wykorzystania. Analiza powinna obejmować ocenę efektywności uzbrojenia i systemów kierowania uzbrojeniem rozmieszczonych na okręcie, a także rozmieszczenie zapasów bojowych, przy czym należy w analizie funkcjonalnej uwzględnić rozmieszczenie zapasów energetycznych okrętu (paliwa i oleje, gazy itp. ładunki niebezpieczne), wyloty spalin, wentylacji itd. Rozmieszczenie elementów systemu uzbrojenia wraz z zapasami należy skojarzyć z systemem obrony przeciwbalistycznej oraz przyjętym rozwiązaniem/ideaą walki o żywotność okrętu.

Należy brać również pod uwagę przy rozmieszczaniu uzbrojenia i zapasów uzbrojenia, a szczególnie armat i innego uzbrojenia przewidzianego do rozmieszczenia w dziobowej części okrętu, kwestie związane z zalewaniem wodą, dynamicznym oddziaływaniem fal, dynamiką ruchu okrętu, w tym nieprzekraczania dopuszczalnych przyspieszeń pionowych w rozpatrywanym punkcie rozmieszczenia, przyspieszeń od slammingu, nurzania i kiwania przy różnych stanach morza oraz prędkości okrętu, które mogą wystąpić przy tych stanach morza określonych dla uzbrojenia i sposobu przechowywania amunicji do niego. Trzeba również uwzględnić specyfikę tych zapasów uzbrojenia w zakresie przechowywania i transportu. Jeśli przyspieszenia w miejscu planowanego rozmieszczenia uzbrojenia, a szczególnie artyleryjskiego przekraczają dopuszczalne parametry, to należy rozważyć rozmieszczenie armat w innym miejscu (przemieszczanie się amunicji, płatanie taśm itp.). Ważne przy rozmieszczeniu jest uzyskanie maksymalnych

wartości sektora ostrzału w kątach obniżenia z uwagi na zwalczanie niskolejących celów przy poprzecznych i wzdłużnych przechyłach okrętu, np. więcej niż  $-10^\circ$ . Zwykle zakłada się, że potencjalny sektor naprowadzania w płaszczyźnie poziomej pojedynczej armaty lub baterii armat dziobowych powinien być maksymalny i nie mniejszy niż  $\pm 140^\circ$ , a zmniejszenie tego kąta wymaga uzgodnienia z nadzorem wojskowym. Podobna sytuacja dotyczy armat lub baterii armat rufowych, przy czym sektor naprowadzania nie powinien być odpowiednio mniejszy niż  $\pm 130^\circ$ . Usytuowanie dwóch armat (baterii) rozmieszczonych w układzie dziób – rufa w PS (baterie posobnie) powinny być tak dobrane, by tworzyły sektor zazębienia (przykrycia) zawarty w granicach minimum  $70 - 90^\circ$ . Rozmieszczając armaty i inne środki walki, w tym samoobrony okrętu należy dążyć do uzyskania sumarycznego dookrężnego ( $360^\circ$ ) sektora ostrzału okrętu. Rozmieszczając trzy i więcej armat lub innych środków uzbrojenia należy dążyć do tego, by uzyskać maksymalne sektory trzykrotnego i więcej zazębienia. Nie stawia się wymagań dotyczących wartości tych sektorów. Generalnie armaty rozmieszcza się symetrycznie do PS lub w PS. W odniesieniu do armat salutacyjnych sektory ostrzału zazwyczaj wynoszą w poziomie  $90^\circ$  i w podniesieniu  $20 - 45^\circ$ . Dla okrętów wielokadłubowych lub specjalnej konstrukcji lub przeznaczenia można stosować inne rozmieszczenie wynikające z potrzeb i możliwości. Dopuszcza się zmniejszenie potencjalnych sektorów naprowadzania na korzyść innego rodzaju uzbrojenia niż artyleryjskie, wykonującego analogiczne zadania. Przy rozmieszczaniu armat należy przewidzieć powierzchnię umożliwiającą przeprowadzenie czyszczenia luf i obsługę codzienną armat. Dla armat rozmieszczonych na okrętach desantowych (środkach amfibijnych) oraz zwalczania min (niszczyciele min i trałowce) należy przyjąć kryterium maksymalnych sektorów dziobowych przy maksymalnych kątach obniżenia do zwalczania celów brzegowych, rozstrzeliwania min pływających (odległości  $1 - 1,5$  kbl) i samoobrony. Rozmieszczenie stacji radiolokacyjnych kierowania uzbrojeniem oraz celowników optycznych i optoelektronicznych powinno zapewnić osiągnięcie odległości wykrywania nie mniejszej niż odległość ostrzelania lub zniszczenia celu, a ponadto maksymalne zasięgi i odległości wykrywania oraz optymalne odległości anten od stanowisk ogniowych (błędy paralaksy). Sektor obserwacji w płaszczyźnie poziomej celowników radiolokacyjnych i optycznych powinien być maksymalny (dookrężny) i nie powinien być mniejszy niż  $\pm 165^\circ$ . Na planie uzbrojenia lub na planie współdziałania uzbrojenia należy przedstawić zbiorowy wykres sektorów ostrzału artyleryjskiego okrętu oraz wykres sektorów obserwacji okrętu, a ponadto biegunowe wykresy ostrzału i obserwacji. Jeśli tego wymaga ocena skuteczności i efektywności innego uzbrojenia, to należy na plany nanieść również te wykresy i stosowne informacje uzupełniające. Należy ponadto przedstawić sposoby rozmieszczenia i transportu amunicji i innych zapasów uzbrojenia, a ponadto określić zasady przechowywania broni ręcznej i amunicji strzeleckiej na okręcie zgodnie z aktualnymi na okres budowy przepisami, w tym standardami ilościowymi (normy broni, granatów i amunicji dla okrętów). Generalnie zasady przechowywania amunicji na okrętach określono w Cz. III PKI-BOW – Wyposażenie kadłuba, rozdz. 8 – Komory i parki amunicyjne.

Uogólniając, wymagania w zakresie przechowywania amunicji w komorach amunicyjnych, magazynach amunicji i parkach oraz ich wyposażenie powinno zapewnić:

- rozmieszczenie wymaganej liczby zapasów określonej w ZTT, przy czym typy, rodzaje i ilości uzbrojenia oraz zapasy bojowe powinny być określone w ZTT w zależności od przeznaczenia okrętu oraz taktyki jego użycia;
- jakościową ochronę zapasów, w tym w zakresie ochrony pożarowej i bezpieczeństwa wybuchowego;
- zabezpieczenie od prądów błędzących, elektryczności statycznej, wpływu pól elektromagnetycznych, szczególnie na głowice samonaprowadzające pocisków itp.;
- łatwość przeprowadzania przeglądów i napraw;
- utrzymanie w gotowości do szybkiego użycia;
- szybkie przystosowanie do transportu, przeładunków i załadowania urządzeń uzbrojenia;



- zapewnienie dostępu oraz zabezpieczenie ograniczonego dostępu do komór i magazynów, w tym wyposażenie w systemy sygnalizacji i alarmowania;
- kontrolę warunków przechowywania amunicji w zakresie temperatury, wilgotności;
- zapewnienie łączności w systemie ogólnookrętowym i działu bojowego.

Wytyczne projektowe zwykle dotyczą ogólnych warunków rozmieszczenia i wzajemnego wpływu oraz oddziaływania różnych rodzajów uzbrojenia, systemów kierowania uzbrojeniem, systemu transportu i załadowania efektorów uzbrojenia, wpływu pól fizycznych na amunicję i odporność instalacji sterowania na zakłócenia od oddziaływania pól, a także co istotne ogólne warunki użytkowania uzbrojenia oraz obsługi codziennej i bojowej. Ważnym czynnikiem jest zdolność odtwarzania gotowości do strzelania, sposoby określania kątów ostrzału, wyprzedzenia, błędów paralaksy, sektorów niebezpiecznych, wpływu i oddziaływania temperatury na konstrukcję okrętu i elementy wyposażenia, zasady współpracy z celownikami optycznymi, kwestie usytuowania punktów ładowania armat i wyrzutni, taśmowania amunicji itp. Armaty posiadające całą lub znaczną część jednostki ognia rozmieszczoną w podwieży i gotową do natychmiastowego użycia należy rozmieszczać wg kryterium osiągnięcia maksymalnych potencjalnych sektorów naprowadzania.

Drogi komunikacyjne pomiędzy komorami amunicyjnymi i parkami a uzbrojeniem/bronią, w tym miejscem przygotowania amunicji do użytku, powinny umożliwiać dostarczenie amunicji w najkrótszym czasie, niezawodnie, bezpiecznie i przy użyciu minimalnej liczby załogi okrętowej. Należy przewidywać przy większych odległościach dwie niezależne drogi komunikacyjne, a także jeśli to konieczne i uzasadnione dodatkowe systemy transportu mechanicznego. Dla komór amunicyjnych przeznaczonych do przechowywania amunicji z napędem raketowym należy przewidywać włazy dekompresyjne, które powinny zabezpieczyć ciśnienie gazów wylotowych przy zapracowaniu silników 2 rakiet lub palenie się nie więcej niż 10% zapasów uzbrojenia artyleryjskiego. Zakłada się otwarcie włazów/klap przy nadciśnieniu w magazynie 8 – 25 kPa (0,08 – 0,25 kg/cm<sup>2</sup>).

## 9 MODUŁOWOŚĆ OKRĘTÓW

Pojęcie modułowości obejmuje dwa obszary:

- związany z technologią budowy okrętu, obejmujący modułową/blokową konstrukcję kadłuba, nadbudówek i masztów, często o bardzo wysokim stopniu wyposażenia w urządzenia, instalacje, okablowanie itp. oraz
- modułowość wyposażenia opartą na modułach zespołów, podzespołów, elementów wyposażenia, w tym funkcjonalnych modułów o wysokim poziomie integracji i najczęściej po próbach zakładowych.

Modułowość to specyficzne podejście do technologii i filozofii projektowania okrętów wojennych polegające na oddzieleniu platformy jako nosiciela od systemów uzbrojenia i innych „samodzielnych” pakietów/modułów na potrzeby projektowania, rozwoju, produkcji, remontów i modernizacji. Osiąga się to poprzez precyzyjne i jednoznaczne zdefiniowanie fizycznych i funkcjonalnych cech interfejsów między platformą i systemami, np. uzbrojenia czy systemami dowodzenia i kierowania walką, elementami układu napędowego itp. Istotne jest określenie typowych modułów przewidywanych do montażu na okręcie oraz zapasów wyporności, objętości itd. do wykorzystania ich podczas takich operacji.

Cechą dodatkową wyposażania okrętów w moduły zadaniowe, a szczególnie jednostek budowlanych w technologii COTS, jest wykorzystanie standardowych modułów/kontenerów ISO do różnych celów i przeznaczenia, uprzednio dostosowanych lub specjalnie zaprojektowanych dla celów wojska w oparciu o standardowe kontenery transportowe. Kwestie systemów mocowania takich kontenerów, zasilania, transportu itd. podlegają ogólnym zasadom i wymaganiom zawartym w PKi-BOW, innych Przepisach i przedmiotowych Publikacjach PRS. Montaż modułów zadaniowych nie

wymaga prac spawalniczych, kłopotliwych montażu, transportu, ogranicza koszty bieżące i w całym cyklu życia okrętu, pozwalając na szybką adaptację pomieszczeń, przestrzeni i pokładów do nowych zadań i przeznaczenia. System kontenerowy wymaga rozbudowy lub stworzenia bazowego systemu przechowywania i obiegu informacji o kontenerach, ich obsłudze, konserwacji, odpowiedzialności, podporządkowaniu itd.

Zasadnicze cechy modułowości budowy i wyposażenia okrętów:

- powtarzalność i standaryzacja rozwiązań konstrukcyjnych w ramach jednej jednostki i innych okrętów;
- stosowanie łatwo instalowanych modułów specjalizowanych, modułów i palet z zainstalowanymi urządzeniami oraz instalacjami, modułów zbiorników, modułów sanitarnych, mieszkalnych, modułów misyjnych itp.;
- konieczność zdefiniowania pojęcia platformy okrętowej – w pełni wyposażonego nosiciela systemów uzbrojenia i innego wymaganego wyposażenia do realizacji zmiennych zadań i przeznaczenia;
- aspekt koszt – efekt zastosowania modułów: redukcja kosztów projektowania, budowy, remontów, szkolenia i systemu logistycznego, wzrost zdolności operacyjnej przy zwiększeniu zazwyczaj wielkości okrętu, wyporności, zapotrzebowania miejsca, rezerwowania mocy, wyższe koszty budowy itp., przy zachowaniu dużej elastyczności, podatności modernizacyjnej oraz ograniczeniu czasu oraz kosztów na zmianę funkcji i przeznaczenia okrętu.

Kluczowe zalety modułowości to:

- elastyczność operacyjna traktowana jako zdolność rekonfiguracji okrętu i jego wyposażenia do różnych zadań/misji;
- zwiększenie dyspozycyjności okrętu do realizacji nowych zadań poprzez skrócenie przestojów operacyjnych na dostosowanie do nowych misji;
- zmniejszenie całkowitej liczby „modułów misyjnych” we flocie i poprzez takie racjonalne działania znaczne obniżenie kosztów. Ważnym elementem jest określenie miejsca składowania modułów oraz systemu zarządzania modułami w ramach całej marynarki wojennej, w tym ich naprawami, konserwacją, modernizacjami itp.

Zastosowanie modułów związane jest zwykle z nieefektywnym wykorzystaniem przestrzeni, zachowaniem i kontrolą stateczności okrętu przy różnych konfiguracjach modułów, zmiennych masach oraz zabezpieczeniem logistycznym oraz problemami z integracją pod względem funkcjonalnym i logicznym z okrętem przy zmiennych stanach załogi zależnych od planowanych misji.

Charakterystycznymi przykładami tego typu konstrukcji i metodyk są m.in. wyroby Damen Schelde, koncepcja projektowania oraz wyposażenia okrętów firmy Blohm + Voss GmbH - MEKO, koncepcja Standard Flex, technologia SMART, koncepcji Abeking & Rasmussen (A&R) MOPCO (Modular Platform Concept), ARAPAHO, SEAMOD (Sea Systems Modification and Modernization by Modularity) i inne.

W projektowaniu modułów specjalizowanych należy dokonać analizy poniższych specyficznych problemów:

- co jest głównym zamiarem przyjęcia modułów przy budowie lub uproszczeniu remontu lub modernizacji okrętu;
- jakie ograniczenia trzeba narzucić modułom w zakresie maksymalnych wymiarów modułu, masy modułu, sposobu mocowania do konstrukcji okrętu;
- kwestie zamienialności, unifikacji, możliwości konteneryzacji, wymagania w aspekcie spełnienia odporności udarowej, środowiska, odporności korozyjnej, kompatybilności elektromagnetycznej itd.;



- jakie funkcje powinna spełniać konstrukcja modułu, styki logiczne i funkcjonalne, przeniesione obciążenia, udział w systemie podziału przestrzennego okrętu itp.
- sposób demontażu, płyty montażowe, uszczelnienia itp.;
- rejon, miejsce i sposób mocowania modułu na okręcie: wewnątrz kadłuba, na pokładzie lub częściowo pod pokładem i częściowo na pokładzie;
- określenie rzeczywistego charakteru i obciążenia modułu.

## 10 KONSTRUKCJA OKRĘTU. KADŁUB

**10.1** Podział konstrukcyjny i funkcjonalny okrętu powinien zapewnić maksymalną odporność na uszkodzenia bojowe i eksploatacyjne okrętu i jego podsystemów (pożary, zatopienia, skutki wybuchów, oddziaływanie czynników od broni NBC itd.), jak również musi zapewnić ochronę załogi przed porażającymi czynnikami pochodzącymi od uzbrojenia własnego i nieprzyjacielskiego.

**10.2** W projektowaniu i budowie okrętu należy przyjąć otwarty, modułowy system jego wyposażenia oparty o standardowe moduły uzbrojenia, wyposażenia wewnątrz, palety, bloki, itp.

**10.3** Projektowanie kadłuba, nadbudówek i wyposażenia pokładowego (architektury okrętu – sylwety p. 1 i 2) powinno być optymalizowane w aspekcie uzyskania minimalnej skutecznej powierzchni rozproszenia ze wszystkich możliwych namiarów i wysokości linii obserwacji radarów.

**10.4** Standardy dotyczące budowy i projektowania okrętu powinny być racjonalnym kompromisem pomiędzy standardami militarnymi i cywilnymi (technologia COTS), przy czym nadrzędnym warunkiem jest spełnienie wymagań w zakresie parametrów żywotności okrętu, jego możliwości bojowych i zdolności do realizacji nakazanych zadań. Zakres zastosowania tej technologii powinien być określony w wymaganiach opracowanych przez MW RP.

**10.5** W konstrukcji kadłuba stosować należy zwykle wzdłużny układ usztywnień gwarantujący przeniesienie większych obciążeń dynamicznych od wybuchów podwodnych oraz dna podwójne często sięgające wodnicy pływania.

**10.6** Zaleca się stosowanie wzdłużników skrzynkowych, w tym biegnących pod pokładem głównym w PS, w dnie podwójnym oraz po obu burtach, zabezpieczających okręt przed przełamaniem okrętu po ewentualnym wybuchu w przedziale lub pod nim, a także umożliwiających prowadzenie kabli, światłowodów, ważnych rurociągów zapewniających zwiększoną odporność na uszkodzenia bojowe od pocisków, odłamków i elementów z wtórnej fragmentacji, zapewniając tym samym zdolność do prowadzenia działań bojowych.

## 11 MATERIAŁ KONSTRUKCYJNY

**11.1** W celu zminimalizowania masy okrętu i obniżenia położenia jego środka masy, kadłuby należy wykonywać ze stali o podwyższonej wytrzymałości, a gdzie będzie to konieczne i uzasadnione, wysokiej wytrzymałości, zaś nadbudówkę ze stali o podwyższonej lub(i) wysokiej wytrzymałości, chyba że obliczenia szczegółowe i analizy pozwolą na zastosowanie innego materiału. Z różnych gatunków stali specjalnych należy wymienić stale małowymagujące, które stosuje się do budowy niszczycieli min, okrętów podwodnych i innych jednostek wymagających minimalizacji własnego pola magnetycznego. Dopuszcza się zastosowanie innych materiałów niż stal, w tym konstrukcji hybrydowych (laminaty różnego typu, materiały balistyczne – osłony przeciwołamkowe i przed pociskami z broni małokalibrowej, materiały pochłaniające – RAM itd.) na elementy konstrukcyjne i wyposażenia okrętu, jednakże pod warunkiem nie pogorszenia jego parametrów wytrzymałościowych i związanych z obroną okrętu.

**11.2** Przyjęte materiały muszą zapewnić planowaną żywotność okrętu, nie mogą być toksyczne ani wydzielać toksycznych gazów, nie powinny stanowić źródeł korozji, powinny posiadać niski stopień wtórnej fragmentacji, powinny być podatne na remonty i naprawy itd.

**11.3** Wybór materiałów do budowy okrętu, jego technologia wytwarzania i budowy powinna być przedmiotem oceny i akceptacji dokumentów przez Organ Nadzoru, przed podpisaniem kontraktu na budowę okrętu.

Nadzór techniczny PRS nad produkcją i dostawami materiałów jest pełniony zgodnie z wymaganiami *Przepisów budowy statków morskich, Części IX – Materiały i spawanie* oraz *Publikacji Nr 24/I – Materiały i technologie specjalne dla okrętów wojennych*.

**11.4** Oprócz stali w budowie konstrukcji okrętowych stosuje się stopy aluminium i kompozyty. Podstawową zaletą stopów aluminium jest niska masa właściwa pozwalająca na uzyskanie konstrukcji znacznie lżejszych niż stalowe. Cechują się one również dość wysoką odpornością korozyjną i amagnetycznością. Stopy aluminium są stosowane na konstrukcje jednostek szybkich, okrętów o wymaganej niskiej masie kadłuba lub odporności na korozję, konstrukcje nadbudówek. Należy jednak pamiętać, że wytrzymałość stopów aluminium spada w drastycznym stopniu w temperaturze powyżej 200-250°C (temperatura topnienia czystego aluminium około 660°C), co może ograniczyć ich stosowanie w przypadku wymogu odporności konstrukcji na działanie ognia (utrata stateczności konstrukcji: zawalenie się schodni, ścian itp.). Wytrzymałość zmęczeniowa stopów aluminium jest niższa w porównaniu ze stalą. Negatywną cechą tych stopów jest także występowanie tzw. wtórnej fragmentacji podczas oddziaływania na konstrukcję wybuchów lub ostrzału.

**11.5** Kompozyty posiadają oprócz niskiej masy właściwej szereg innych zalet, które czynią je atrakcyjnymi materiałami na konstrukcje okrętowe.

Cechy konstrukcji z kompozytów wzmocnionych włóknem szklanym (GRP):

- niska masa
- niskie własności magnetyczne,
- niska przewodność elektryczna,
- odporność na korozję,
- utrzymanie własności mechanicznych w niskich temperaturach,
- bardzo dobre własności izolacyjne,
- podatność na uszkodzenie w warunkach pożaru.

Cechy konstrukcji z kompozytów wzmocnionych włóknem węglowym (CFRP):

- niska masa,
- dobra przewodność elektryczna i cieplna,
- występowanie w konstrukcji prądów wirowych,
- zachowanie własności wytrzymałościowych w wyższych temperaturach,
- odporność na korozję,
- wysoki koszt.

Ze względu na własności amagnetyczne kompozyty wzmocnione włóknem szklanym (GRP) stosuje się do budowy niszczycieli min. Inne zastosowania tych kompozytów to konstrukcje kadłubów, nadbudówek, masztów zintegrowanych.

Kompozyty wzmocnione włóknem węglowym (CFRP) posiadają wysokie właściwości wytrzymałościowe. Stosowane są często w okrętowych konstrukcjach przekładkowych jako okładziny. CFRP zastosowano w kadłubach lekkich korwet VISBY, co umożliwiło uzyskanie wysokiej prędkości okrętu przy silnym uzbrojeniu, poza tym stało się możliwe duże obniżenie pól fizycznych okrętu.

Należy zwrócić uwagę, że kompozyty CFRP (w odróżnieniu od kompozytów GRP) cechują się przewodnością elektryczną. Przy zastosowaniu odpowiedniego kształtowania powierzchni zewnętrznych bryły okrętu jest możliwe uzyskanie efektu odbicia promieniowania radarowego pod kątem innym niż nadeszło, powodującego duże rozproszenie i osłabienie sygnału.

Dla kompozytów GRP charakterystyczna jest transparentność (przezroczystość elektromagnetyczna) na promieniowanie elektromagnetyczne co powoduje, że komponenty metalowe znajdujące się wewnątrz konstrukcji będą silnie odbijać opromieniowanie radarowe także w kierunku, z którego nadeszło. Powyższe problemy należy uwzględniać w rozwiązywaniu kwestii konstrukcyjnych i stosowanego wyposażenia, uziemiania itd., szczególnie dla jednostek zwalczania min.

## 12 WYTRZYMAŁOŚĆ KONSTRUKCJI

**12.1** Konstrukcja okrętu ze względu na wytrzymałość i odporność na wybuchy podwodne, oddziaływanie fali uderzeniowej od powietrznego wybuchu jądrowego oraz skutki oddziaływania wszelkiego rodzaju pocisków i odłamków, szczególnie w odniesieniu do wewnętrznych objętości okrętu, powinna spełniać warunki określone w ZTT, postanowieniach niniejszej Publikacji, Przepisach KiBOW oraz normach i standardach NATO.

**12.2** W projektowaniu i budowie okrętów należy oprzeć się na uznanych przez Zamawiającego normach oraz standardach projektowych i *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*.

**12.3** Zapas wytrzymałości ogólnej powinien zapewnić możliwość bezpiecznego pływania okrętu przy uszkodzeniach bojowych i eksploatacyjnych jego kadłuba w warunkach ograniczonego falowania i ruchu z minimalną prędkością. Należy stosować szczegółowe wymagania techniczne zawarte w *Części II Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*, uwzględniając założenia zawarte w ZTT.

**12.4** Wytrzymałość wodoszczelnej konstrukcji kadłuba powinna zapewnić przeniesienie awaryjnego ciśnienia wody w przedziale i nierozprzestrzenianie rozpływu wody po okręcie w warunkach zatopienia wydzielonego przedziału lub ich grupy, przy występowaniu kołysania okrętu i dodatkowo naporu wody (lodu) na pokład.

**12.5** W celu zapewnienia odpowiedniej odporności udarowej kadłuba należy spełnić następujące wymagania:

- eliminować materiały kruche w konstrukcji kadłuba i jego wyposażenia;
- unikać w połączeniach wzdłużników z pionowymi usztywnieniami grodzi skokowych zmian sztywności;
- stosować dno podwójne na całej długości okrętu, zaś w eksploatacji stosować zasadę co najmniej częściowego napełnienia zbiorników dennych;
- na usztywnienia dna i poszycia burtowego stosować profile symetryczne;
- otwory w poszyciu zewnętrznym należy tak rozmieszczać, aby unikać koncentracji naprężeń;
- do zewnętrznego poszycia od strony wewnętrznej nie należy mocować żadnych konstrukcji nośnych pod urządzenia i mechanizmy;
- fundamenty i wsporniki powinny zapewniać równomierne przejście obciążeń statycznych i dynamicznych; zaleca się posadowienie na amortyzowanych ramach fundamentowych większej ilości urządzeń.

### 13 STATECZNOŚĆ I NIEZATAPIALNOŚĆ

**13.1** Stateczności okrętu w stanie nieuszkodzonym i uszkodzonym powinna spełniać wymagania Części IV Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych. Dla wszystkich jednostek marynarki wojennej nowej budowy muszą być spełnione wymagania w zakresie pływalności i stateczności jak dla okrętów wojennych, w tym zakres krzywej ramion nie powinien być niższy niż 60 stopni.

**13.2** Wymagania zawarte w przepisach pochodzą z Kodeksu bezpieczeństwa okrętów wojennych (Kodeks NSC), Część 2, Rozdział III, Rozwiązanie 3. Kodeks NSC został zalecony do stosowania w wydanym przez NATO dokumencie STANREC 4807. Zastosowane wymagania statecznościowe dla stanu nieuszkodzonego bazują na kryteriach Sarchina i Goldberga, powszechnie stosowanych przez marynarki wojenne świata i uważanych za odpowiednie dla okrętów o przeznaczeniu militarnym.

**13.3** Niezatapialność okrętu powinna odpowiadać wymaganiom Zamawiającego zdefiniowanym w wymaganiach taktyczno-technicznych. Należy określić ilość przedziałów zatapianych i ich kombinację, czasy odwadniania itp. parametry, które w przypadku braku zdefiniowania w niniejszych przepisach pozwolą na właściwe zaprojektowanie struktury techniczno-organizacyjnej walki o żywotność okrętu oraz właściwy, optymalny dobór urządzeń i mechanizmów.

**13.4** Niezatapialność okrętu powinna być zapewniona przy najbardziej niekorzystnych stanach załadowania (z uwzględnieniem oblodzenia) we wszystkich przypadkach najbardziej niekorzystnego (symetrycznego lub niesymetrycznego) zatopienia dowolnego przedziału lub grup 2-3 przyległych przedziałów wodoszczelnych o ogólnej długości zdefiniowanej w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*. Przedziałów o długościach mniejszych niż (3,00 m + 0,03L) lub 10,65 m (w zależności, która wartość jest mniejsza) nie należy zaliczać do liczby przedziałów przyległych, lecz należy je włączać do najmniejszego przedziału do niego przyległego. Do warunków najniekorzystniejszych należy doliczyć stan niepełnego zatopienia (swobodne powierzchnie) oraz uszkodzenia konstrukcji podziałowej wewnątrz zatapianych przedziałów autonomicznych.

Zanurzenie i stateczność okrętu po zatopieniu przedziałów zgodnie z p. 13.3 i przy pracy systemu przepompowywania i wyrównania okrętu (jeśli istnieją) powinna spełniać wymagania *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Części IV*.

W doborze urządzeń i projektowaniu instalacji odwadniania okrętu należy przyjmować kryterium czasu odwodnienia przedziałów wodoszczelnych polegające na umożliwieniu jednoczesnego usunięcia wody z dwóch dowolnych uszczelnionych przedziałów zatopionych do wodnicy awaryjnej i w czasie nie większym niż 2 godziny. Przyjmuje się również inny standard odwadniania wynikający z wielkości okrętu. Dla okrętów o wyporności do 5000 t przyjmuje się czas odwadniania nie większy niż 1 h, zaś przy okrętach o wyporności powyżej 5000 t – 1,5 h. W projektowaniu okrętowej instalacji odwadniania stosowany jest system autonomicznego odwadniania każdego przedziału lub zbiorowy system odwadniania obejmujący nie więcej niż trzy przedziały wodoszczelne. Należy także w projektowaniu instalacji odwadniania rozważyć możliwość wykorzystania pomp przenośnych różnych typów i przeznaczenia oraz rozważyć wykorzystanie pomp p.poż. w instalacjach pożarowych do zasilania eżektorowych systemów odwadniających. Do uszczelniania przedziałów używać środków i materiałów będących w dyspozycji okrętowych grup awaryjnych OPA.

**13.5** Wszystkie główne grodzie wodoszczelne poprzeczne powinny dochodzić do pokładu głównego (górnego grodziowego), a na okrętach o konstrukcji wyspowej do pokładu tej nadbudówki.

**13.6** Drzwi wodoszczelne i włazy w głównych poprzecznych grodziach wodoszczelnych można instalować tylko w uzasadnionych przypadkach, w przestrzeni międzypokładu pod pokładem grodziowym i jako zasada w pobliżu PS. Dolne krawędzie drzwi i włazów powinny być rozmieszczone

powyżej maksymalnej wodnicy awaryjnej przy zatopieniu obliczeniowej liczby przedziałów, zgodnie z p. 13.3, w stanie przed i po wyrównaniu przechyłów. Drzwi wodoszczelne i włazy w głównych grodziach wodoszczelnych powinny otwierać się w kierunku dziobu lub rufy okrętu, w zależności od tego co jest bliżej.

**13.7** Ilość drzwi i włazów należy minimalizować, uwzględniając wymagania bojowego użycia i organizacji okrętu, OPBMAR oraz pływania w warunkach sztormowych.

**13.8** Na okrętach o wyporności powyżej 10 000 t powinny być co najmniej dwa wodoszczelne pokłady, nie uwzględniając głównego, zaś dla okrętów 1000 – 10 000 t nie mniej niż jeden pokład wodoszczelny przy uwzględnieniu pokładu górnego.

**13.9** Iluminatorów w poszyciu kadłuba nie należy stosować, dopuszcza się ich instalowanie na uzasadnione żądanie Zamawiającego, lecz tylko powyżej wodnicy awaryjnej określonej metodami obliczeniowymi dla rzędu wariantów zatopienia zgodnie z p. 13.4 (przed wyrównaniem okrętu po zatopieniu).

**13.10** Na okrętach należy przewidzieć stałe gniazda do zamocowania podparcia drzwi, włazów i pokryw wodoszczelnych przy pomocy inwentarza i środków walki OPA.

**13.11** Okręty powinny być wyposażone w urządzenia i przyrządy do kontroli stateczności i zanurzenia, zaś okręty powyżej 2000 t w automatyczne systemy do obliczeń niezatapialności i stateczności awaryjnej.

**13.12** Przy opracowywaniu dokumentacji technicznej okrętu należy wykonać pełną dokumentację informacyjną i instrukcyjną niezatapialności okrętu.

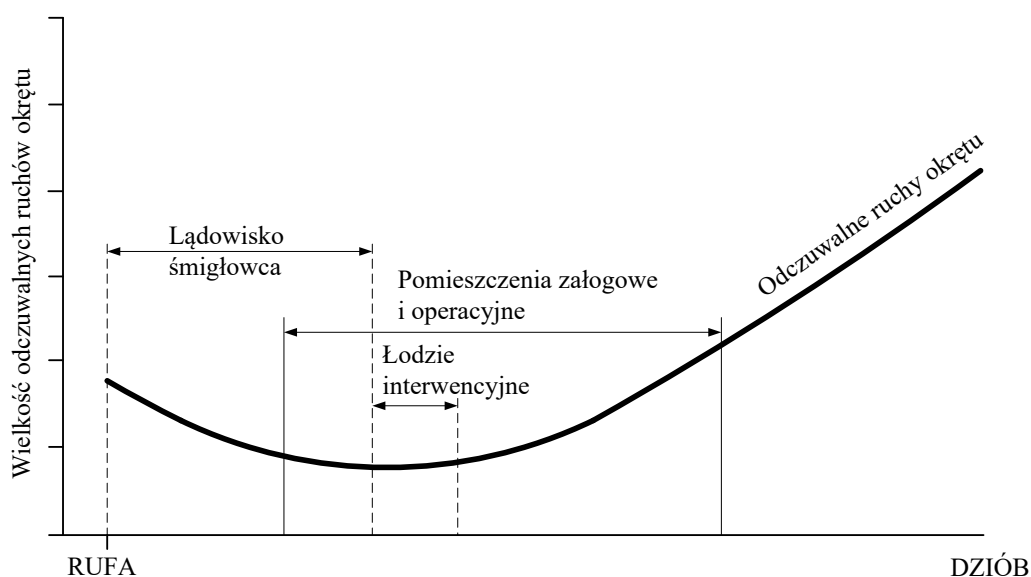
## 14 WŁAŚCIWOŚCI MORSKIE

**14.1** Właściwości morskie odnoszą się do zachowania się okrętu na wzburzonym morzu, gdy występują efekty oddziaływania fali i wiatru przejawiające się w kołysaniu, kiwaniu, nurzaniu i innych ruchach okrętu. Występuje wówczas szereg zjawisk wpływających niekorzystnie na bezpieczeństwo okrętu, efektywność działań załogi oraz możliwość użycia uzbrojenia. Właściwie zaprojektowany okręt musi stanowić stabilną platformę dla realizacji zadań okrętu, a szczególnie w wyższych stanach morza, w celu możliwości wykorzystania lotnictwa pokładowego, użycia uzbrojenia i systemów kierowania uzbrojeniem.

**14.2** Na etapie projektowania okrętu przywiązuje się dużą wagę do kształtowania odpowiednich właściwości okrętu (dobór wymiarów i parametrów kształtu okrętu, zapewnienie minimalnej wolnej burty, właściwy kształt części dziobowej i rufowej okrętu, odpowiednie rozmieszczenie mas na okręcie, zastosowanie stabilizatorów ruchu okrętu). Właściwości morskie na tym etapie są sprawdzane badaniami modelowymi i obliczeniowo – z wykorzystaniem metod numerycznych. Wytyczne NATO dotyczące procedur określania właściwości morskich okrętu na etapie projektowania okrętu zawarte są w dokumencie STANAG 4154.

Rys. 14.2 pokazuje poglądowy rozkład wielkości odczuwalnych ruchów okrętu oraz wynikające z niego zalecenia dotyczące lokalizacji: pomieszczeń załogowych i operacyjnych, lądowiska śmigłowca, łodzi interwencyjnych. Ostateczne decyzje o ich rozmieszczeniu wynikają ze szczegółowych wymagań dla konkretnych rodzajów i typów jednostek marynarki wojennej, np. mother ship, dla których formułowane są szczegółowe wymagania wynikające z wymagań operacyjnego użycia sił.





Rys. 14.2 Odczuwalne ruchy okrętu

**14.3** Okręt powinien charakteryzować się dobrą dzielnością morską w każdych warunkach pływania i możliwością użycia uzbrojenia do stanu morza zdefiniowanego w ZTT, śmigłowca do stanu morza, np. 5. Ponadto okręt powinien posiadać zdolność do „suchego pływania” bez slammingu, uzyskaną m.in. poprzez właściwe zaprojektowanie kształtu kadłuba, małe oscylacje i przyspieszenia.

W celu poprawienia właściwości morskich, okręt może zostać wyposażony w aktywne stabilizatory kołysania i stępki przechyłowe. Ich dobór powinien wynikać zawsze z analiz numerycznych oraz badań modelowych.

**14.4** Właściwości manewrowe powinny być zdefiniowane w ZTT, zaś dobór układu napędowo-sterowego oraz charakterystyki manewrowości powinny być zweryfikowane podczas manewrowych prób modelowych na basenach lub(i) w warunkach wód otwartych. Zasadnicze parametry powinny być nie gorsze niż poniższe, o ile zamawiający nie sprecyzował inaczej:

- okręt powinien posiadać zdolność manewrowania przy małych prędkościach, szczególnie przy poszukiwaniu np. min morskich, podchodzeniu do boi i innych operacjach cumowniczych przy wietrze o prędkości do 30 węzłów i prądzie do 3 węzłów, bez pomocy holowników i innych okrętów;
- okręt powinien zachować sterowność i stateczność kursową przy prędkości minimalnej 2 węzły;
- okręt powinien być zdolny do pływania w warunkach stanu morza określonych w ZTT, przy czym myszkowanie nie powinno być większe niż  $2^\circ$ . Pełna cyrkulacja  $360^\circ$  przy prędkości maksymalnej nie może być większa niż 3,5 długości okrętu i musi być taka sama przy wychyleniu steru na prawą i lewą burzę, dla prędkości zbliżonej do ekonomicznej nie więcej niż 2,5 długości;
- zatrzymanie okrętu (wybieg) z prędkości maksymalnej, przy pracy pędników przy mocy maksymalnej na wstecz, nie może być większe niż 4 długości okrętu;
- okręt powinien posiadać możliwość wykonania pełnej cyrkulacji o średnicy równej jednej długości okrętu na wodzie spokojnej tylko przy użyciu kombinacji sterów i pędników, o ile nie określono tego inaczej;
- dla jednostek specjalnego przeznaczenia, zwalczania min, hydrograficznych itp. jednostki powinny mieć możliwość pływania po zadanej trajektorii, utrzymywania zadanej pozycji okrętu w okręgu, np. o promieniu 5 m i stabilizacji na kursie z dokładnością do  $10^\circ$  od zadanego kursu na obie burty.



## 15 ODPORNOŚĆ UDAROWA OKRĘTU

**15.1** Poziom wymaganej odporności udarowej okrętu i jego systemów określa się w ZTT dla konkretnego okrętu. O ile nie określono tego w ZTT inaczej, konstrukcja kadłuba okrętu i jego wyposażenie wraz z układami amortyzacji powinny wytrzymać bez uszkodzeń obciążenia dynamiczne wywołane wybuchem podwodnym, stosując liczbę udarową zalecaną w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Cz. II – Kadłub*.

Często stosowanym ogólnym kryterium taktycznym odporności udarowej okrętu jest standard mówiący, że konstrukcja kadłuba okrętu i jego wyposażenie wraz z układami amortyzacji powinna wytrzymać bez uszkodzeń obciążenia dynamiczne wywołane wybuchem podwodnym równoważnym wybuchowi niekontaktowej miny o ładunku 1 tony TNT w odległości 60-80, a nawet 100 m od burty okrętu na głębokości 30 m do 70-90 m, w zależności od typu okrętu.

**15.2** W przypadku użycia broni masowego rażenia konstrukcja okrętu i jego wyposażenie powinny wytrzymać (o ile w innych wymaganiach nie określono inaczej) przykładowo oddziaływanie fali uderzeniowej (padającej i odbitej) oraz promieniowania cieplnego od powietrznego wybuchu jądrowego o mocy 30 kT na wysokości 300 m i odległości 2000 m.

**15.3** Konstrukcja kadłuba, grodzie, drzwi, zbrojenie kadłuba (armatura, instalacje, aparaty elektryczne, zawory itd.), a także wyposażenie powinny wytrzymać obciążenia udarowe i ciepłe pochodzące od wybuchu głowic pocisków (głównie raketowych) wewnątrz pomieszczeń okrętowych, pozwalając zachować co najmniej minimalny poziom zdolności bojowej i eksploatacyjnej okrętu. W doborze konstrukcji grodzi i drzwi należy uwzględniać konstrukcje wykorzystujące efekt membrany (zdwojone poszycie grodzi i drzwi zwykle w przedziale 30-40 cm, a nawet separacje większe ponad 1 m, szczególnie między ważnymi z punktu widzenia żywotności okrętu przedziałami siłowni i systemów uzbrojenia). Normalnie dobór wiązań i konstrukcje dobierane są na ciśnienie hydrostatyczne wody w zalanym przedziale wraz z dynamicznym oddziaływaniem cieczy w zbiornikach i przedziałach.

**15.4** Analizę odzewu konstrukcji okrętu na obciążenia udarowe powinno się wykonać metodą elementów skończonych, z wykorzystaniem odpowiedniego specjalistycznego oprogramowania, przyjmując ciśnienie w formie krótkotrwałe działającego ciśnienia udarowego, odpowiednio do wymagań *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Cz. II – Kadłub – C4.2.6 i C4.3.6*.

Dodatkowo należy wykonać analizę wytrzymałości konstrukcji kadłuba podlegających oddziaływaniu elementów wyposażenia w warunkach udarów. W obliczeniach tych należy uwzględnić sposób posadowienia elementów wyposażenia (sztywne lub posadowione na amortyzatorach).

**15.5** W przypadku wyposażenia okrętowego odporność udarowa podlega sprawdzeniu wg wymagań krajowych norm obronnych lub NATO, takich jak: NO-20-A500-5 – Wymagania techniczne i badania uszkodzeń i mechanizmów okrętowych. Odporność całkowita na udary jednokrotne – Metody badań i kryteria oceny i NATO STANAG 4549 – Testing of Surface Ship Equipment on Shock Testing Machines. Stosowane są również inne standardy jak: NATO STANAG 4137 – Standard Underwater Explosion Test for Operational Surface Ships and Craft, STANAG 4141 – Shock Testing of Equipment for Surface Ships, Shock Resistance Analysis of Equipment for Surface Ships, STANAG 4150 – Shock Testing of Heavyweight Surface Ship Equipment in Floating Shock Vehicles, ANEP 60 – Guidance Document for the Planning and Execution of a Safe and Effective Whipping Trial, ANEP63 – Shock Mount Characterization, czy też standardy innych krajów sojuszniczych mające zastosowanie do określonego w ZT wyposażenia okrętu lub przewidywanych zadań.

Podkreślić należy, iż najczęściej do oceny odporności stosowane są wymagania zawarte w:

- NO-20-A500 -5 – Wymagania techniczne i badania urządzeń i mechanizmów okrętowych. Odporność całkowita na udary jednokrotne. Metody badań i kryteria oceny. Ze względu na międzynarodową praktykę w badaniach udarowych urządzeń, impuls udarowy powinien mieć kształt pół-sinusoidy. Jest to pochodna zjawiska detonacji ładunku 200 kg TNT w odległości 55 m za rufą okrętu i na głębokości 30 m (wymagania STANAG 4137). Jest to podstawowa norma, stanowiąca kryterium oceny zarówno podczas badań odporności udarowej metodą doświadczalną, jak i metodą analizy numerycznej.
- NO-06-A103 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania środowiskowe.
- NO-06-A107 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych.

W przypadku producentów wyposażenia okrętowego posiadających badania odporności udarowej wykonane wg innych norm, np. BV, MIL, ich zapisy mogą być stosowane jako kryterium oceny odporności udarowej wyposażenia okrętu.

- Norma BV (Bauvorschrift für Schiffe der Bundeswehr) – BV 0220 (BV 0430) – Schocksicherheit;
- Norma MIL-S-901D(NAVY) – Shock tests, H.I. (High Impact) shipboard machinery, equipment and systems, requirements for.

**15.6** Kategorie odporności udarowej, listę wyposażenia oraz kwalifikację wyposażenia do określonych kategorii i grup definiuje zamawiający w ZTT, określając również poziom obniżenia zdolności okrętu do wykonywania zadań oraz ich zakresu w zależności od poziomu odporności udarowej zdefiniowanej kategorią odporności.

Zasadniczo metodą weryfikacji odporności wyposażenia na udary jest badanie na stanowiskach udarowych. Szczegółowe wymagania odnośnie odporności urządzeń/mechanizmów powinny być określone w warunkach taktyczno-technicznych.

Urządzenia/mechanizmy okrętowe amortyzowane powinny być badane na takich rodzajach/typach amortyzatorów, na jakich są posadowione w rzeczywistych warunkach eksploatacji.

W przypadkach technicznie uzasadnionych można badać wyposażenie bez amortyzatorów, modyfikując parametry próby udarowej wg wymagań normy obronnej.

Alternatywnie do metody badań odporności na udary wyposażenia na stanowiskach badawczych dopuszcza się, za zgodą zamawiającego okręt, stosowanie obliczeń metodą elementów skończonych zgodnie z normą NO-20-A500-5, Załącznik D. Obliczenia należy wykonać stosując odpowiednie specjalistyczne oprogramowanie. W budowie modelu matematycznego należy uwzględnić aktualną dokumentację konstrukcji kadłuba oraz sposób fundamentowania i zamocowania analizowanego wyrobu.

## 16 ODPORNOŚĆ PRZECIWBALISTYCZNA

**16.1** Okręt powinien być odporny na skutki przestrzeliwania z broni małokalibrowej, najogólniej w przedziale kalibrów 7,62 do 14,5 mm oraz oddziaływanie/penetrację odłamków, w tym powstających z wtórnej fragmentacji konstrukcji okrętu.

**16.2** Skutki oddziaływania należy ograniczyć stosując osłony przeciwbalistyczne newralgicznych punktów i rejonów ważnych dla zachowania zdolności bojowej okrętu. Wybór materiałów, sposób i metody obrony należy optymalizować w aspekcie mas, kosztów i poziomu odporności. Stosowane są nowoczesne rozwiązania ich mocowania, materiały (płyty stalowe, panele ceramiczne, tkaniny z tworzyw sztucznych (nylon, Kevlar, Dyneema)) i inne wielowarstwowe konstrukcje hybrydowe, przy czym osłony wykonane z włókien powinny posiadać dużą odporność

na promieniowanie UV oraz absorpcję wilgoci, podobnie jak ich systemy mocowania. Szacowana masa osłon balistycznych przeciwko pociskom kal. 7,62x39 mm z materiałów stalowych wynosi około 100 kg/m<sup>2</sup> lub około 37 kg/m<sup>2</sup> dla pancerzy kompozytowych, zaś dla pocisków kalibru 14,5 mm odpowiednio 280 kg/m<sup>2</sup> dla pancerzy stalowych i około 85 kg/m<sup>2</sup> dla pancerzy kompozytowych. Dla większych kalibrów stosowane są specjalne rozwiązania, najczęściej wielowarstwowe i hybrydowe bazujące na włóknach aramidowych, węglowych, szklanych, polietylenie, ceramice, stalach pancernych itp. Dla współczesnych okrętów bojowych klasy fregata powierzchnie nadwodnej części kadłuba, bez masztów, wynoszą około 1800-2000 m<sup>2</sup>, a nadbudówki dodatkowo 1000-1600 m<sup>2</sup>. Stosowanie osłon musi być uzasadnione projektowo w oparciu o analizę ryzyka zniszczenia okrętu, kosztów, skutków technicznych, ekonomicznych i stateczności okrętu.

**16.3** Doboru konstrukcji oraz zasad odbioru oraz prób materiałów i konstrukcji osłon przeciwbalistycznych należy dokonywać w oparciu o Przepisy MW RP, a także stosowne normy i standardy krajowe oraz NATO, w tym STANAG 4569, DIN52290 czy inne, dla różnych stopni ochrony żywotnych stref okrętów zdefiniowanych w wymaganiach taktyczno-technicznych dla projektowanego okrętu. Badanie i dobór materiałów na osłony przeciwbalistyczne powinny zmierzać do osiągnięcia wysokiej odporności na przebicie przy stosunkowo niskiej masie i gęstości pokryć, a także niskim koszcie produkcji, montażu i konserwacji, przy dużej odporności na oddziaływanie środowiska morskiego oraz wieloletnią eksploatację.

**16.4** Dla jednostek militaryzowanych lub doraźnie wykorzystywanych w operacjach o wysokim zagrożeniu ostrzelaniem lub innymi zagrożeniami, np. piractwem czy działaniami terrorystycznymi, jednostki można wyposażać w modułowe osłony balistyczne do doraźnego montażu i masie, wymiarach oraz konstrukcji pozwalającej na szybki montaż siłami załogi na uprzednio przygotowanych konstrukcjach.

## **17 WYMAGANIA OGÓLNE W ZAKRESIE KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ I HYDROAKUSTYCZNEJ OKRĘTU. RADHAZ (RADIATION HAZARDS)**

**17.1** W celu zapewnienia niezakłóconego wykonania zadania poprzez efektywne wykorzystanie zainstalowanych na okręcie urządzeń emitujących określone rodzaje promieniowania (elektromagnetyczne, akustyczne itp.) należy zapewnić kompatybilność elektromagnetyczną (KEM w ang. EMC) i hydroakustyczną urządzeń hydrolokacyjnych, radiolokacyjnych, łączności oraz automatyki, umożliwiającą pracę bez zakłóceń urządzeń łączności i obserwacji technicznej oraz innych systemów i urządzeń zamontowanych na okręcie oraz jednostkach współpracujących. Istotne jest zdefiniowanie na okręcie środowiska elektromagnetycznego (własnego/wewnętrzznego okrętu oraz zewnętrznego) w celu wypracowania właściwych warunków niezakłóconej współpracy instalacji i systemów elektronicznych oraz elektrycznych okrętu, a także zapewnienia bezpiecznej pracy załogi w tym środowisku (promieniowania oraz oddziaływania sieci i okablowania).

**17.2** Na wszystkich etapach projektowania okrętu należy optymalizować ilość anten i innych sensorów, ich wzajemne rozmieszczenie, charakterystyki promieniowania, odporności na zakłócenia, kierunki i jednoczesność pracy, separacje, ekranowanie i uziomy kabli, fiderów i obudów różnych urządzeń wrażliwych na oddziaływanie środków emisji promieniowania elektromagnetycznego, a także należy określać strefy niebezpieczne dla załogi, uzbrojenia, paliwa, amunicji różnych typów i rodzajów, stref taśmowania i transportu amunicji, szczególnie programowalnej itp. Problemowi uziemiań na etapie projektowania oraz w eksploatacji należy nadawać szczególnego znaczenia, a w odniesieniu do jednostek kompozytowych jest to jeden z najistotniejszych i trudnych problemów do rozwiązania. Przedmiotem analiz oraz propozycji projektowych jest również sprawa elektryczności statycznej i jej wpływu na wrażliwe elektroniczne systemy okrętowe oraz zdrowie załóg. Kwestia ta obejmuje obszary istotne dla funkcjonowania okrętu oraz transport i przechowywanie amunicji i materiałów wybuchowych.

**17.3** Dla jednostek wykonanych z materiałów kompozytowych kwestie kompatybilności będą przedmiotem szczególnych rozważań, oceny metod badań, prób instalacji itp. Organ Nadzoru każdorazowo po przedstawieniu niezbędnych wyników obliczeń i badań rozpatrzy celowość oraz zasadność zastosowania proponowanych rozwiązań i ich wpływ na całość okrętu. Problemy kompatybilności muszą zostać rozwiązane na etapie projektowania i badań wstępnych, przed rozpoczęciem procesu budowy kadłuba i nadbudówek, gdyż związane są z rozwiązaniem systemu uzio- mów, systemów filtrów, płyt uziomowych, siatek ekranujących właminowywanych w poszycie itp. zabiegów.

**17.4** Zastosowanie różnych materiałów na kadłub i nadbudówki wymaga szczególnej troski w aspekcie połączenia materiałów użytych do budowy konstrukcji okrętu, np. stal – stopy alumi- nium (bimetałe łączone metodami wybuchowymi, nitowane itp.), ochrony antykorozyjnej, uzie- mienia, izolacji itd. Podobna kwestia związana z uziemianiem dotyczy urządzeń, wyposażenia po- kładowego i wnętrza, kładek, trapów, schodów, osłon przed wtórnym promieniowaniem itp. Na- leży stosować sprawdzone i uznane systemy mostkowania urządzeń z użyciem linek miedzianych, taśm, połączeń śrubowych itp. Generalnie kable okrętowe powinny być ekranowane i powinno być zapewnione ich uziemienie. Kwestie te podlegają stosownym przepisom oraz wymaganiom dostawców wyposażenia. Sposób układania torów kablowych, kabli na nich, grupowanie kabli oraz ich uziemianie, a także sposób prowadzenia kabli na okręcie oraz zabezpieczenia przejść po- kładowych i grodziowych zawsze powinien być przedmiotem szczegółowego nadzoru i odbiorów.

**17.5** Kompatybilność elektromagnetyczna okrętu jest elementem zintegrowanego procesu pro- jektowania całego okrętu i obejmuje, m.in. kadłub, nadbudówki i wyposażenie, pola fizyczne, sys- temy C4I, materiały (kompozyty, materiały pochłaniające/absorbery, okna, systemy i materiały elektrooptyczne), systemy bojowe, systemy lotnicze, elementy walki o żywotność okrętu, światła, sieci oraz cały obszar bezpieczeństwa sieci, RADHAZ itd., szczególnie w zakresie systemu uzie- mień, ekranowania, czystości połączeń, sposobu prowadzenia kabli, zabezpieczeń przed wyso- kimi częstotliwościami, niebezpiecznym promieniowaniem EM itp.

**17.6** KEM okrętu na etapie projektowania i doboru systemu wymaga wyspecyfikowania wypo- sażenia (posiadanie metryk, wyników prób i badań FAT) lub wytycznych do jego zaprojektowa- nia, sformułowania wymagań i warunków odbioru związanych z prowadzeniem kabli, mocowa- niem wyposażenia, instalacją systemów uziemienia, ekranowania, filtrowania, rodzajów połą- czeń, zastosowanych materiałów, typów kabli. Istotnym elementem jest przegląd instalacji uzie- mień, zabezpieczenia okien, włazów, drzwi, rurociągów itd. przed oddziaływaniem impulsu EM (EMI) i obniżeniem efektywności ekranowania oraz indukowania się elektryczności w instala- cjach i okablowaniu. Obejmuje to również instalacje światłowodowe, które powinny być prowa- dzone w rurach i które powinny być doziemione.

**17.7** Oddzielnym problemem wymagającym analiz i rozwiązania technicznego jest instalacja odgromowa okrętu, w tym systemy połączeń, zastosowane materiały, zabezpieczenie okablowa- nia elektrycznego i telekomunikacyjnego.

**17.8** Na etapie badań i prób rzeczywistych okrętu (HAT i SAT) należy dokonać oceny KEM okrętu oraz dokonać pomiarów promieniowania elektromagnetycznego anten i mocy mikrofal- owej sensorów i ewentualnie dokonać wyznaczenia stref zagrożenia na jednostce i podjąć starania o ich wyeliminowanie. Wyniki pomiarów i ocena skuteczności oraz efektywności działania środ- ków zapewniających KEM będą przedmiotem końcowej oceny spełnienia warunków kontrakt- owych dostawy okrętu/spełnienia ZTT.

**17.9** Problemy związane z RADHAZ oraz zasadami nadzoru i projektowania instalacji anteno- wych i ich rozmieszczenia, instalacji kablowych oraz systemów emitujących promieniowanie elektromagnetyczne na okrętach, a także zasady oraz systemy uziemień i inne związane z szeroko

rozumianym zagrożeniem wynikającym z emisji promieniowania elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości, warunkami pracy, rozmieszczenia itp. zgodne są z wymaganiami zawartymi w PKiBOW Cz. VIII i X (Rozdz.4) oraz w PKiBSM Cz. VIII – *Instalacje elektryczne i systemy sterowania*, Konwencji SOLAS 74/97 oraz stosownych Rezolucjach.

**17.10** Dla kompleksowego zapewnienia dla wszystkich urządzeń i systemów okrętowych kompatybilności elektromagnetycznej (KEM) konieczne jest przestrzeganie wymagań określonych m.in. w takich dokumentach podstawowych jak:

- NO-19-A500 – „Podstawowe wymagania techniczne dla urządzeń i mechanizmów okrętowych. Kompatybilność elektromagnetyczna”;
- NO-06-A201 – „Kompatybilność elektromagnetyczna – Tłumienność obiektów ekranujących – Wymagania”;
- NO-06-A500 – „Kompatybilność elektromagnetyczna. Procedury badań zaburzeń elektromagnetycznych i odporności na narażenia elektromagnetyczne”;
- NO-06-A501 – „Kompatybilność elektromagnetyczna – Tłumienność obiektów ekranujących – Metody badań”;
- STANAG 1008 – „Characteristics of Shipboard Electrical Power Systems in Warships of the North Atlantic Treaty Navies”;
- STANAG 1379 – „NATO RADHAZ Warning Sign”;
- STANAG 4435 – „Electromagnetic Compatibility Testing Procedure And Requirements For Naval Electrical And Electronic Equipment (Surface Ship, Metallic Hull)”;
- STANAG 4436 – „Electromagnetic compatibility testing procedure and requirements for naval electrical and electronic equipment (Surface Ship, Non-metallic Hull)”, przy czym odpowiednikiem STANAG 4435 i 36 jest PN-V-84010;
- STANAG 4557 – „EM Shielding: Methods of Standard Attenuation Measurements for Naval Enclosures”;
- AECB 2B – “NATO Naval Radio and Radar Radiation Hazards Manual”;
- AECTP 500 – “Electrical/Electromagnetic Environmental”;
- ANEP 44 – „Compendium of Information on Electrical Power Generation and Distribution Practices of NATO Navies”;
- ANEP 45 – „EM Compatibility in GRP Vessels”;
- ANEP 47 – „EMC in Composite Vessels”;
- ANEP 65 – „Electro – Magnetic Engineering in the ITD Process”;
- ANEP 67 – „Guidance to Naval Ship Designers on Concepts for the All – Electric Ship”;
- ANEP 74 – „Standard Practices for Shipboard Bonding, Grounding and other Techniques for Electromagnetic Compatibility and Safety”;
- MIL STD – 461E – “Military Standard: Electromagnetic Interference Characteristics Requirements for Equipment”.

## **18 OBRONA PRZECIWKO BRONI MASOWEGO RAŻENIA (OPBMAR). WYMAGANIA OGÓLNE**

Poniższe wymagania stanowią uzupełnienie postanowień zawartych w *Części IIC pkt. 3 Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych*.

### **18.1 Wytyczne ogólne**

Okręt powinien być odporny i w minimalnym stopniu powinien mieć ograniczone możliwości bojowe wynikające z oddziaływania różnych czynników broni masowego rażenia – NBC (nuclear, biological and chemical). Stosowane są również w literaturze przedmiotu inne akronimy, jak ABC (atomic, biological, chemical), CBRN (chemical, biological, radiological and nuclear), a także CBRNE (gdzie E oznacza explosives – zagrożenie od detonacji tzw. bomb „brudnych”) oraz



CBRNNE (gdzie N oznacza narcotics, tj. dodatkowe zagrożenia od narkotyków i substancji psychoaktywnych traktowanych również jako „non-lethal chemical weapon”), przy czym główne zagrożenia dla okrętów stanowią zwykle środki NBC.

W projektowaniu należy zapewnić okrętowi możliwie maksymalną odporność na następujące skutki oddziaływania broni NBC:

- powietrznej fali uderzeniowej oraz udaru podwodnego;
- promieniowania świetlnego i ciepłego;
- impulsu elektromagnetycznego EMP i promieniowania jonizującego;
- skażeń środkami napadu broni biologicznej i chemicznej;
- skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi (TŚP).

Obrona przeciwko broni NBC powinna być zapewniona poprzez podział na autonomiczne pod względem bytowym i systemowym gazoszczelne bloki i schrony, wprowadzenie zamkniętych systemów wentylacji, ochronę podstawowych dla okrętu pomieszczeń przez nadciśnienie rzędu 500 Pa, globalny system zraszania okrętu, minimalizację zamknięć otworów w kadłubie i nadbudówkach, zastosowanie właściwych materiałów, pokryć i wymalowań, a także specjalnie wyposażone pomieszczenia i system zabiegów specjalnych.

System OPBMAR, będąc elementem systemu bojowego okrętu powinien być z nim zintegrowany, jak również powinien obejmować systemy monitoringu i sygnalizacji o skażeniach, konsole sterowania i dowodzenia walką z zagrożeniem, systemy kontroli, transmisji danych, pomocy medycznej, awaryjne zasilania itp.

Pełne, szczegółowe wymagania OPBMAR jakie powinien spełniać okręt zwykle zawarte są w załączniku do ZTT jako Wymagania/Założenia taktyczno-techniczne na system OPBMAR okrętu, bądź zawarte w tekście ZTT.

**18.2** W projektowaniu okrętu, rozwiązując problemy wynikające z wymagań taktyczno-technicznych w zakresie realizacji zadań głównych i dodatkowych, należy zapewnić możliwie maksymalną odporność na skutki oddziaływania broni NBC, tj. wybuchu nuklearnego – N (głównie fali uderzeniowej i udaru podwodnego, promieniowania ciepłego i świetlnego, impulsu elektromagnetycznego – IEM (EMP – Electromagnetic Pulse) i promieniowania jonizującego); broni biologicznej – B (aerozole, środki ochrony osobistej i zbiorowej, zabezpieczenie żywności i wody do picia); broni chemicznej – C (czynniki i środki jak przy B).

Poziom obrony okrętu przed BMAR należy zdefiniować w ZTT/WTT opracowanych przez Zamawiającego.

**18.3** Okręt powinien być odporny na oddziaływanie różnych czynników broni NBC, przy czym dopuszcza się ograniczenie możliwości bojowych okrętu tylko w minimalnym stopniu, wynikającym z ograniczeń fizjologicznych załogi oraz ograniczeń technicznych i środowiskowych systemu uzbrojenia i wyposażenia specjalnego. Urządzenia i wyposażenie zainstalowane na okręcie, przewidziane do wykonywania zadań i nadzoru eksploatacyjnego należy zaprojektować uwzględniając jego obsługę przez załogę ubraną w środki indywidualnej ochrony.

**18.4** Podział konstrukcyjny i funkcjonalny okrętu oraz zainstalowane na nim wyposażenie OPBMAR ma zminimalizować efekty użycia BMAR poprzez stworzenie bariery dla pierwotnych i wtórnych czynników rozprzestrzeniających się skażeń. Efektywna obrona przeciwko BMAR obejmuje trzy zasadnicze fazy:

- monitoring i wykrywanie zagrożeń (skażeń) wewnątrz i w otoczeniu okrętu, przy pomocy systemu wykrywania i rozpoznania skażeń;

- ochronę okrętu i załogi podczas przejścia przez rejon skażony, poprzez stworzenie stref gazoszczelnych objętych nadciśnieniem oraz systemu filtrów i czerpni zaopatrujących okręt w oczyszczone powietrze;
- odkażanie zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni i przestrzeni okrętu, poprzez wykorzystanie systemu filtrowentylacji (FW), spłukiwania okrętu i zabiegów specjalnych.

Podział przestrzenny i funkcjonalny okrętu powinien zostać dokonany we wstępnych fazach projektowania okrętu, uwzględniając różne aspekty walki o żywotność. Przyjęty podział, skutkujący docelowym rozwiązaniem funkcjonalnym okrętu, należy uzgodnić z Zamawiającym lub Organem Nadzoru.

**18.5** Wymagania podstawowe dotyczące OPBMAR okrętu powinny wynikać z wymagań MW RP oraz powinny obejmować zalecenia zawarte w ANEP-57 vol. I i II, STANAG 4145, STANAG 4447, STANAG 4192, ANEP 43 oraz AEP-4 Anex B (Navy) oraz ANEP 77. W sytuacji, gdy brakuje jednoznacznych stwierdzeń i propozycji rozwiązań należy kierować się zaleceniami zawartymi w NO, a także – jeśli są do uzyskania – w „Tymczasowych zaleceniach do projektowania ochrony okrętów i załóg przed działaniem czynników rażących broni jądrowej” – nr wych. STM Pf 5 z dn. 04.01.1983 r. oraz w instrukcji „Okrętowe systemy, zestawy i przyrządy do zabiegów specjalnych. Opis i obsługa” – sygn. MW 495/70.

**18.6** Dla oznaczenia poziomu obrony okrętu przed BMAR przyjmuje się dwie zasadnicze kategorie – znaki techniczne do oznaczania klasy okrętu:

- BMAR – 1 okręt bez cytadel, schronów i konturu objętego systemem filtrowentylacji. Okręt przed wnikaniem czynników NBC do jego wnętrza chroniony jest poprzez uszczelnienie i izolację pojedynczych lub połączonych pomieszczeń gazoszczelnych od zewnętrznego środowiska. W alarmie OPBMAR system wentylacji i klimatyzacji zostaje wyłączony, okręt zostaje uszczelniony i wchodzi w strefę skażoną. Dopuszcza się stosowanie recyrkulacji powietrza z wykorzystaniem chłodziń powietrza lub chłodzenie przy pomocy innych technik, w celu uniknięcia ekstremalnych temperatur wewnątrz pomieszczeń. Dopuszcza się stosowanie technik regeneracji powietrza i/lub dodawania tlenu lub świeżego powietrza ze zbiorników. Systemy spłukiwania okrętu należy projektować jak dla BMAR – 2;
- BMAR – 2 okręt całkowicie zabezpieczony przed czynnikami BMAR, podzielony na funkcjonalne autonomiczne gazoszczelne cytadele, bloki, schrony itp. wyposażone w systemy uszczelniania okrętu, monitorowania stanu skażenia i szczelności przedziałów, obsługiwane przez odpowiednio wyposażone UFW zapewniające obróbkę powietrza w stanie uszczelnienia okrętu oraz przebywanie załogi bez indywidualnych środków ochrony w długim okresie czasu, zdefiniowanym czasem ochronnego działania filtrowentylacji. Systemy spłukiwania, odkażania i inne zgodnie z wymaganiami niniejszego p. 18.27.

**18.7** We wszystkich etapach projektowania okrętu należy opracowywać „Plan OPBMAR” zawierający podział na cytadele, bloki, strefy itp., systemy ochrony obszarów chronionych, rozmieszczenie UFW, ciągi dezaktywacyjne, system spłukiwania, magazyny sprzętu i inwentarza chemicznego, zamknięcia otworów, drogi ewakuacji, czerpnie powietrza, oznakowanie, środki łączności, rozmieszczenie czujników i aparatury pomiarowej i inne wchodzące w zakres systemu OPBMAR. „Plan OPBMAR” podlega uzgodnieniu przez Zamawiającego lub Organ Nadzoru.

**18.8** W celu zapewnienia ochrony załogi okrętu przed skutkami działania broni masowego rażenia okręt należy zaprojektować, wyposażyć i zastosować takie rozwiązania konstrukcyjne, które zapewnią:

- czas ochronnego działania instalacji filtrowentylacyjnej w ciągu 1 doby, zaś dla pomieszczeń i schronów o niskiej intensywności i gęstości obsady – nie mniej niż 4 godziny, o ile nie będzie innych wymagań Zamawiającego;
- zapobieżenie skażeniu wewnętrznych objętości okrętu;

- zminimalizowanie skażenia zewnętrznych powierzchni okrętu;
- zbieranie i obróbkę informacji o skażeniu okrętu środkami NBC, informację o skażeniu w rejonie działania okrętu oraz kontrolę atmosfery na okręcie w stanie hermetyzacji;
- niezbędne warunki życia na okręcie w wymaganym czasie ochronnym;
- użycie środków indywidualnej ochrony;
- odkażanie, dezaktywację i dezynfekcję powierzchni okrętu, uzbrojenia, środków technicznych oraz obsługę sanitarną załogi okrętu.

**18.9** OPBMAR należy realizować poprzez podział na autonomiczne, pod względem bytowym i systemowym, gazoszczelne bloki i cytadele, wprowadzenie zamkniętych systemów filtrowentylacji, ochronę podstawowych dla okrętu pomieszczeń przez utrzymanie nadciśnienia rzędu 0,5 kPa, ogólnokrętowego systemu zraszania (spłukiwania) nadbudówek, pokładów i wyposażenia pokładowego oraz burt, minimalizację zamknięć otworów w kadłubie i nadbudówkach, mechanizację i sygnalizację zamknięć otworów, zastosowanie właściwych materiałów, pokryć i wymalowań, a także specjalnie wyposażone pomieszczenia i system zabiegów specjalnych (ciąg dezaktywacyjny). Zaprojektowany system zraszania powinien objąć swym zasięgiem całe wyposażenie pokładowe i nadbudówkę okrętu oraz zapewnić zmniejszenie kontrastu temperaturowego do ok. 3° C podczas realizacji zadań obrony przeciwrakietowej. Kształt kadłuba, nadbudówek i wyposażenia zamontowanego na otwartych pokładach należy optymalizować w aspekcie uzyskania maksymalnej odporności na powietrzny wybuch jądrowy oraz łatwości usunięcia skażenia z powierzchni zewnętrznej okrętu. Siłownie należy projektować z uwzględnieniem możliwości pracy w strefie skażonej, stosując hermetyzację siłowni, pobór powietrza bezpośrednio do odbiorów (silników), z ewentualnym schładzaniem powietrza i wentylacją przedziału. Wydechy należy tak usytuować, aby nie było możliwości ssania powietrza do systemu FW. Jeśli powietrze jest pobierane z obszaru chronionego należy zastosować zawory zwrotne na rurociągach powietrznych. Sprężarki powietrza należy wyposażać w indywidualne filtry lub zapewnić im pobór powietrza z objętości chronionych systemem FW. Wejście do siłowni musi odbywać się przez śluzy. Można zastosować rozwiązanie siłowni bez ochrony przed skażeniami z poborem powietrza do przedziału siłowni tylko przez filtry zgrubnego oczyszczania – rozwiązanie musi uzyskać akceptację Zamawiającego lub Organu Nadzoru.

**18.10** System OPBMAR jako element systemu bojowego okrętu należy z nim zintegrować. Powinien on obejmować podsystemy monitoringu (wykrywania) i sygnalizacji o skażeniach, konsole sterowania i dowodzenia walką z zagrożeniem, podsystemy kontroli, transmisji danych, podsystemy szkolno-treningowe, pomocy medycznej, awaryjnego zasilania itp. Należy przewidzieć system rezerwowego bezprzerwowego zasilania elektrycznego urządzeń zapewniających OPBMAR. Zestaw środków do wykrywania zagrożenia, skażenia i sygnalizacji, jeśli nie został ujęty w wymaganiach Zamawiającego należy uzgodnić z Organem Nadzoru.

**18.11** Podczas OPBMAR należy poprzez urządzenia filtrowentylacyjne (UFW) hermetyzować i wentylować następujące pomieszczenia okrętowe:

- wszystkie obsadzone przez załogę stanowiska dowodzenia i bojowe oraz przylegające do nich główne przejścia komunikacyjne;
- ciągi sanitarne;
- inne pomieszczenia bronione, w tym socjalno-bytowe, mieszkalne, biurowe itp.

Jeśli przewiduje się rezygnację z hermetyzacji i wentylacji określonych zespołów pomieszczeń lub konieczność włączenia ich do konturu chronionego przez UFW, to należy ten zamiar sformułować w wymaganiach przez Zamawiającego.

**18.12** Zestawy filtrujące UFW należy rozmieścić na okręcie w sposób gwarantujący:

- ochronę przed zniszczeniem przez odłamki oraz pociski broni małokalibrowej;
- osłonę przed bryzgami wody, wilgocią i obmarzaniem;
- łatwość wymiany elementów filtrujących oraz ochronę przed uszkodzeniem i zanieczyszczeniem elementów nieużytkowanych.

**18.13** System FW należy projektować wykorzystując normalny system wentylacji i klimatyzacji do obróbki i rozdziału powietrza w trybie hermetyzacji okrętu. Wszystkie pobory powietrza (wloty) do cytadel/schronów powinny być wyposażone w filtry NBC. Dla normalnych warunków eksploatacji okrętu filtry należy bocznikować, stosując obejścia poprzez systemy zasuw i klap sterowanych zdalnie.

**18.14** W autonomiczne UFW należy wyposażyć następujące pomieszczenia lub grupy pomieszczeń:

- stanowiska dowodzenia i bojowe;
- system zabiegów specjalnych;
- pomieszczenia chronione (schrony).

**18.15** Zestaw UFW (filtry zgrubnego i dokładnego oczyszczania) oraz niezbędnej aparatury pomiarowej i obsługowej należy uzgodnić z Organem Nadzoru lub zawrzeć w wymaganiach Zamawiającego. W przypadku stosowania urządzeń posiadających uznanie lub stosowny certyfikat instytucji wojskowej – należy tylko uzgodnić z Organem Nadzoru ilościowy zestaw urządzeń na okręt.

**18.16** Wszystkie zewnętrzne otwory i zawory końcowe otwarte podczas pracy UFW należy wyposażyć w zawory (klapy) zwrotne zabezpieczające instalację przed skutkami przeniknięcia fali uderzeniowej. Zawory te należy wyregulować na nadciśnienie  $\geq 20\text{Pa}$  (zwykle  $30\text{Pa}$ ). Dla siłowni bez hermetyzacji wystarczy zastosowanie filtrów zgrubnego oczyszczania.

**18.17** Do uruchamiania UFW należy przewidzieć system centralnego sterowania z GSD zintegrowany z urządzeniami pomiarowymi skażeń i promieniowania (dozymetry, czujniki skażeń itp.), stanu instalacji FW, stanu uszczelnienia okrętu oraz systemu automatycznego uszczelniania okrętu w stanie wejścia w alarm bojowy.

**18.18** Na stanowiskach bojowych działu chemicznego należy zainstalować wskaźniki pokazujące nadciśnienie w blokach (schronach, węzłach) oraz aparaturę regulacyjną.

**18.19** Czas ochronnego działania FW, ilość wymian powietrza, skład atmosfery, wartość nadciśnienia i inne zasadnicze parametry należy, o ile nie zostały podane w wymaganiach przez Zamawiającego, uzgodnić z Organem Nadzoru.

Do obliczeń i doboru instalacji należy przyjmować graniczną zawartość  $\text{CO}_2$  do 0,5% dla przestrzeni o małym natężeniu użytkowania, 0,25% dla pomieszczeń zajmowanych przez załogę w sposób ciągły przy małym obciążeniu pracą oraz do 0,15% w pomieszczeniach zajmowanych przez załogę w sposób ciągły i przy dużym obciążeniu pracą (CSS, BCI, bloki szpitalne).

**18.20** W celu obniżenia temperatury powietrza w chronionych pomieszczeniach należy przewidzieć system jego schładzania. Wymagane temperatury i wilgotność w pomieszczeniach i wydzielonych schronach należy uzgodnić z Zamawiającym lub Organem Nadzoru, uwzględniając graniczne parametry pracy urządzeń i instalacji rozmieszczonych w tych strefach.

**18.21** Powietrze dolotowe do węzła dezaktywacyjnego należy prowadzić od strony pomieszczenia ubieralni i kontroli skażeń. Odprowadzenie zużytego powietrza na zewnątrz należy realizować poprzez zawory upustowe, kaskadowo przez pomieszczenia: natrysków (łazienkę), kontroli chemicznej i służę – rozbieralnię. Powierzchnię służę należy ograniczać do niezbędnego minimum –

zwykle około 1 m<sup>2</sup>. Spadek ciśnienia na drodze od cytadeli/strefy/bloku do śluzy wynosi od 0,5 kPa do minimum 0,15 – 0,20 kPa. Ilość wymian powietrza w śluzie należy przyjmować nie mniejszą niż 5-krotną. Dla okrętów małych należy przyjmować rozwiązanie oparte o jedną śluzę, średniej wielkości o dwie śluzy, dla większych okrętów nie mniej niż dwa ciągi dezaktywacyjne. Przejścia między cytadelami powinny być wyposażone w śluzy. Wymiary ciągu dezaktywacyjnego należy określać, uwzględniając transport rannych na noszach w asyście personelu medycznego.

**18.22** Prędkość powietrza w instalacji rurociągowej FW – nie więcej niż 15m/s. Zalecana średnica rurociągów: 100, 150 i 200 mm.

**18.23** W przypadku zastosowania systemu regeneracji powietrza przez UFW, bez dostarczania świeżego powietrza, można je regenerować przez zastosowanie regeneratorów lub przez dodawanie tlenu. Problem ten będzie odrębnie rozpatrzony przez Organ Nadzoru.

**18.24** Na okręcie należy zabezpieczyć przed skażeniami zapasy wody i żywności poprzez hermetyzację pomieszczeń, objęcie ich zasięgiem FW, zaś zbiorniki wody poprzez zamknięcie odpowietrzeń lub wyprowadzenie ich do strefy bronionej. Na ssaniu wody zaburtowej należy zainstalować czujniki sygnalizacji o skażeniach.

**18.25** Do realizacji zadań OPBMAR na okręcie należy przewidzieć następujące pomieszczenia:

- SD OPBMAR w GSD;
- SB rozpoznania radiacyjnego i chemicznego;
- stanowisko kontroli – laboratorium;
- stanowisko przygotowania roztworów odkażających obejmujące: stację przygotowania roztworów, zbiorniki na roztwory oraz armaturę i przyrządy kontrolne;
- węzeł dezaktywacji załogi (system zabiegów specjalnych obejmujący w zależności od wielkości okrętu od 3 do 5 przedsiionków/śluz, w tym wyjścia z obszarów siłowni);
- magazyn inwentarza chemicznego (minimum 2);
- magazyn odzieży skażonej (zwykle na rufie z wejściem z pokładu otwartego);
- magazyn środków ochrony indywidualnej.

Szczegółową ilość pomieszczeń, ich wyposażenie i usytuowanie należy każdorazowo uzgodnić z Organem Nadzoru.

**18.26** System spłukiwania okrętu musi zagwarantować:

- ciągle zraszanie powierzchni zewnętrznej okrętu, w celu zapobieżeniu osadzania się cząsteczek substancji bojowych środków chemicznych i radioaktywnych oraz ich skuteczne usuwanie;
- spłukiwanie pozostałości po dezaktywacji okrętu;
- sekcjonowanie instalacji i sterowanie podawania wody do określonych obszarów okrętu;
- osłabianie pola cieplnego okrętu oraz
- ograniczenie rozprzestrzeniania się pożarów.

**18.27** Rurociągi instalacji zraszających i spłukujących oraz dysze należy tak rozmieszczać, by wszystkie powierzchnie zewnętrzne, wyposażenie pokładowe, uzbrojenie, maszty itp. podczas ruchu i postoju były równomiernie i w sposób ciągły spłukiwane wodą morską. Do spłukiwania należy dostarczyć wodę w następującej ilości:

- dziobowe ścianki nadbudówki – 12 do 16 litrów/minutę/m.b. ścianki;
- ścianki boczne i rufowe nadbudówki – 8 do 12 litrów/minutę/m.b. ścianki;
- pokłady w rejonie pomieszczeń załogowych – 7 litrów/minutę/m<sup>2</sup>;
- pozostałe pokłady – nie mniej niż 2 litry/minutę/m<sup>2</sup> (zwykle ok. 3l/min/m<sup>2</sup>).



**18.28** System zraszania i spłukiwania należy uruchamiać ze SD działu chemicznego, miejscowo – ręcznie lub w sposób uzgodniony z Organem Nadzoru. Czas uruchamiania systemu: do 1 minuty.

**18.29** Systemy zraszania i spłukiwania muszą być zabezpieczone przed zamrażaniem z możliwością ich całkowitego i niezawodnego opróżniania.

**18.30** Okręt należy wyposażyć w system odkażania i dezaktywacji, który używany jest do wytwarzania roztworów odkażających, roztworu dezaktywującego i dezynfekującego, a także do transportu i rozdzielania cieczy do urządzeń myjących (szczotek różnego typu i przeznaczenia). Urządzenia do likwidacji skażeń należy instalować wewnątrz nadbudówek i doprowadzić do nich sprężone powietrze i wodę. Do tworzenia roztworów można użyć wodę zaburtową lub słodką. Szczegółowe warunki wykonania instalacji systemu określi Zamawiający zgodnie ze standardem obowiązującym w MW RP.

**18.31** Środek dezaktywacyjny należy dodawać jako koncentrat (około 40% roztwór w wodzie morskiej) poprzez eżektory lub inne odpowiednie urządzenia. Koncentrat należy wytwarzać i dozować w wydzielonym pomieszczeniu nadbudówki lub pod pokładem. Temperatura wody musi wynosić co najmniej 40°C. Jeśli wymóg ten nie może być spełniony, bezpośrednio w rejonie dodawania środka musi być przewidziane miejsce (szafa) do składowania środka dezaktywującego. Dla dodawania środka należy przewidzieć mieszalnik o pojemności gwarantującej ciągłą pracę systemu w okresie 12-15 minut z jednoczesnym podawaniem cieczy dezaktywującej. Ilość środka i technologię prac przygotowawczych określi Organ Nadzoru.

**18.32** Rejon pokładu przed wejściem do śluzy należy wyposażyć w natrysk i szczotki do mycia z giętkim przewodem posiadającym podłączenie do urządzenia odkażającego. Czas odkażania i użycia natrysku – 1 minuta/osobę.

**18.33** Wydatek wody słodkiej dla odkażania – mycia załogi w ciągu dezaktywacyjnym – 8 litrów/minutę o temperaturze minimum 25°C. Należy założyć, że dezaktywacja grup awaryjnych nie powinna przekroczyć 1 godziny.

**18.34** Zastosowane do produkcji urządzeń i instalacji OPBMAR materiały nie powinny być toksyczne, nie powinny wydzielać substancji szkodliwych oraz uciążliwych zapachowo. Zastosowane materiały oraz system konserwacji antykorozyjnej powinien zapewnić ochronę urządzeń na poziomie wymaganym dla innego ważnego wyposażenia okrętowego zgodnie ze standardem Zamawiającego.

**18.35** Wymiary podzespołów UFW oraz rozwiązanie konstrukcyjne instalacji FW na okręcie musi umożliwić dokonywanie napraw i wymianę elementów w trakcie utrzymania szczelności konturu gazoszczelnego. Wymiary elementów systemu muszą zapewnić ich transport przez standardowe drzwi, włazy i klatki schodowe.

**18.36** Jeśli nie określono w dokumentach normatywnych przedstawionych przez Zamawiającego, należy przyjmować 30-50 wymian powietrza w ciągu dezaktywacyjnym, ze stopniowym obniżaniem wymiany powietrza co 10 wymian, dla podstawowego zestawu 3 pomieszczeń (przedSIONKÓW) w ciągu dezaktywacyjnym.

**18.37** W przedSIONKACH należy zainstalować urządzenia dwustronnej łączności głośnomówiącej i (lub) rozgłośni ogólnokrętowej oraz sygnalizację obecności osób w przedSIONKACH w trakcie dezaktywacji. Temperaturę w przedSIONKACH w trakcie procesu dezaktywacji należy utrzymać na poziomie 18-20°C.

**18.38** Próby i odbiory systemu OPBMAR dla okrętu nowego należy realizować zgodnie z „Programem prób systemu OPBMAR” opracowanym przez stocznię i zatwierdzonym przez MW RP. Ramowo powinien on obejmować:

- sprawdzenie dokumentacji technicznej i instrukcyjnej;
- sprawdzenie specyfikacji materiałowej i wykazu urządzeń oraz instrumentów i aparatury pomiarowej;
- sprawdzenie funkcjonalności rozwiązania systemów zabiegów specjalnych;
- sprawdzenie gazoszczelności bloków i instalacji (system powinien utrzymać nadciśnienie 0,5 kPa podczas pracy UFW w ciągu 24 godzin), jakości montażu, działania i wykonania;
- sprawdzenie parametrów instalacji FW i jej elementów składowych;
- sprawdzenie systemu zamykania i uszczelnienia okrętu, określenie czasów osiągnięcia gotowości systemu do pracy w reżimie OPBMAR;
- sprawdzenie w działaniu systemu spłukiwania i dezaktywacji okrętu;
- sprawdzenie parametrów i jakości pracy systemu spłukiwania okrętu (ciśnienia, wydatku i pokrycia powierzchni okrętu wodą) na postoju i w ruchu przy prędkości maksymalnej i ciągłej, na kursie prostym i w warunkach manewrowania pod wiatr  $\pm 150^\circ$  na burtę;
- sprawdzenie szczelności systemów wodnych i instalacji odkażających;
- sprawdzenie w działaniu instalacji przeciwoblodzeniowych.

**18.39** Próby systemu OPBMAR okrętów modernizowanych należy przeprowadzać zgodnie z programem ramowym zawartym w 18.38, w zakresie szczegółowo uzgodnionym z Organem Nadzoru. Dla okrętów będących w eksploatacji systemy należy okresowo przeglądać w celu oceny stanu technicznego urządzeń zamykających, stanu uszczelnień, sprawności mechanizmów i urządzeń FW, aparatury pomiarowej, regulacyjnej, inwentarza i części zamiennych. Przeglądy okresowe dzielą się na coroczne i okresowe kompleksowe.

**18.40** Przegląd roczny obejmuje obejrzenie systemu, sprawdzenie szczelności drzwi, włazów, śluz, urządzeń i instalacji sygnalizacyjnej i pomiarowej oraz innych systemu OPBMAR. Dodatkowo należy obejrzeć i sprawdzić w działaniu elementy oraz cały system spłukiwania i zraszania. Przegląd kompleksowy obejmuje wszystkie elementy przeglądu rocznego oraz przegląd węzła/węzłów zabiegów specjalnych (rozbieralni – śluzy, pryszniców i ubieralni – punktu kontroli skażeń), śluz do innych obszarów okrętu, stacji filtrów – UFW, szczelność bloków gazoszczelnych w ciągu 1 godziny w stanie pełnego uszczelnienia oraz pracy systemu FW. Dla siłowni objętych systemem OPBMAR należy sprawdzić warunki i jakość atmosfery (m.in. temperaturę) przy pełnym obciążeniu mocą przedziału siłowni, a także szczelność systemów i strefy chronionej.

Zakresy przeglądów szczegółowo określa MW RP zgodnie z przyjętym standardem w odniesieniu do określonych typów okrętów.

## 19 UKŁAD NAPĘDOWY. INSTALACJE I SYSTEMY POMOCNICZE

### 19.1 Wymagania wstępne, ogólne

Dobór siłowni okrętu wojennego zdeterminowany jest potrzebą spełnienia zadań określonych w podstawowych dokumentach taktycznych, z których wynika potrzeba zapewnienia prędkości, zasięgu, manewrowości i przyspieszenia okrętu w funkcji przeznaczenia i zadań, modelu użycia okrętu (rozkładu obciążeń w funkcji czasu), poziomu pól fizycznych, uzyskania optymalnego poziomu kosztów i nakładów na budowę i eksploatację, w tym zabezpieczenie logistyczne w miejscu bazowania, a także wpływ rozwiązań technicznych siłowni na jej żywotność bojową i eksploatacyjną. Bezpośrednio, dobór układu napędowego wynika z powyższych wymagań, a ponadto przyjętego kształtu kadłuba (krzywej oporu), wymagań wynikających z przeznaczenia i zadań, rejonu pływania, autonomiczności, właściwości morskich okrętu, itp.

W projektowaniu siłowni należy uwzględnić wszystkie znane procedury i metody mające na celu zapewnienie najkorzystniejszych parametrów bojowych, eksploatacyjnych i żywotnościowych okrętu, gwarantujących wykonanie przewidzianych zadań (pola fizyczne, rezerwowanie napędu, autonomiczność systemów i układów napędowych, sterowania awaryjne, podział na przedziały wodoszczelne, zastosowane materiały i technologie, kompleksowo wyposażone zabudowy silników głównych i zespołów prądotwórczych itp.). Pobór powietrza do siłowni w zależności od systemu ochrony OPBMAR powinien zapewniać dostarczenie powietrza kanałami bezpośrednio do silników spalinowych z czerpni, poprzez filtry oraz separatory wody przy szczelnym konturze siłowni chronionej systemem powietrza filtrowanego z chłodzeniem, względnie pobór powietrza z przedziału siłowni chronionej systemem filtrowentylacji lub bezpośrednio z siłowni niechronionej w systemie OPBMAR.

Należy zapewnić sterowanie głównymi zespołami napędowymi z dwóch zdalnych stanowisk (CSS i zapasowego, np. GSD) oraz sterowanie awaryjne bezpośrednio z pomieszczeń siłowni.

Systemy zasilania należy budować z uwzględnieniem warunków walki o żywotność okrętu i dostępnymi w tym względzie doświadczeniami (strefowe i pierścieniowe).

Zespoły prądotwórcze należy rozmieszczać w dwóch oddzielnych przedziałach wodoszczelnych, zapewniając ich autonomiczny ruch i możliwość podawania zasilania do odbiorów ważnych liniami zasilania awaryjnego (kable transferowe rozwijane w stanach awarii i walki o żywotność od tablic do głównych ważnych odbiorów). Okręt powinien być wyposażony w układ zarządzania odbiorami energii, a w projektowaniu rozdziału i opracowywaniu bilansu należy rozważyć wielowariantowe kombinacje uszkodzeń i rozpatrzyć stosowne systemy zasilania zapewniające utrzymanie zasilania w energię wszystkich ważnych dla OPA urządzeń i mechanizmów (głównie pomp odwadniających i pożarowych).

Układ napędowo-energetyczny okrętu oraz instalacje i systemy pomocnicze obsługujące go powinny zapewnić pewność zasilania z właściwą rezerwą mocy oraz możliwość awaryjnych zasilania w stanach awarii (uszkodzeń) ze źródeł zewnętrznych.

Podział konstrukcyjny i funkcjonalny okrętu powinien zapewnić maksymalną odporność bojową okrętu na uszkodzenia bojowe i eksploatacyjne związane m.in. z walką o żywotność okrętu i jego podsystemów (pożary, zatopienia, skutki wybuchów, oddziaływanie czynników od broni NBC itd.).

W projektowaniu i budowie okrętu należy przyjąć otwarty modułowy system jego wyposażania oparty o standardowe moduły uzbrojenia, wyposażenia wnętrza, palety, bloki itp.

Projektowanie kadłuba i nadbudówek powinno zostać zdeterminowane racjonalną minimalizacją (optymalizacją) skutecznej powierzchni rozproszenia ze wszystkich możliwych kierunków i wysokości linii obserwacji radarów.

Standardy dotyczące budowy i projektowania okrętu powinny być racjonalnym kompromisem pomiędzy standardami militarnymi i cywilnymi, przy czym nadrzędnym warunkiem jest spełnienie wymagań w zakresie parametrów żywotności okrętu, jego możliwości bojowych i zdolności do realizacji nakazanych zadań.

Proces projektowania układu napędowego, elektrowni okrętowej i mechanizmów pomocniczych obsługujących te układy, zwykle w różnych etapach projektowania okrętu, wykonuje się jako wielowariantowy projekt i analizę doboru elementów systemu. Analiza rozwiązań koncepcyjnych i decyzja o wyborze wariantu do realizacji projektu jest zdeterminowana spełnieniem wcześniej wyspecyfikowanych wymagań stanowiących zwykle załącznik do umowy na dostawę okrętu.

Kryteria doboru napędu głównego, silników głównych i pędników, elektrowni i mechanizmów pomocniczych:

- niska masa i wymiary;
- wysoka odporność uderowa;
- wysoki wskaźnik mocy;
- duża niezawodność i żywotność;
- wysoka podatność remontowa/podatność na naprawialność, a w szczególności możliwość agregatowej wymiany urządzeń oraz możliwość diagnozowania w procesie eksploatacji;
- niski koszt użytkowania przy ograniczonej bazie remontowej;
- niskie obciążenie cieplne przy długim okresie czasu;
- niski poziom zużycia paliwa;
- niski poziom pól fizycznych oraz podatność na zabiegi obniżające ich poziom;
- podatność na tworzenie modułów z elementów układu napędowego;
- wysoka podatność na automatyzację;
- wpływ na rozwiązania instalacji i systemów zapewniających właściwe funkcjonowanie układu napędowego okrętu wojennego (tłumiki spalin i wlotów powietrza, hałasów, schładzanie spalin, separacja powietrza wlotowego do siłowni, turbin itp., kanały do- i wylotowe, amortyzacja, autonomiczność pracy itp.);
- niskie koszty zakupu, eksploatacji i napraw;
- poziom zabezpieczenia logistycznego, wymagania w odniesieniu do zaplecza brzegowego;
- małoszumność;
- wysoki wskaźnik obciążenia;
- możliwość pracy przy częściowym zatopieniu przedziału siłowni w sytuacjach awaryjnych i walki o żywotność;
- możliwość pracy zespolonej i kombinacji zapewnienia ruchu przy rozmieszczeniu silników napędu głównego i mechanizmów je obsługujących w różnych przedziałach wodoszczelnych (redundancja napędu).

Ponadto układ napędowo-energetyczny powinien zapewnić:

- możliwość szybkiego uzyskania gotowości do wyjścia na morze i do walki – 1 godz., w systemie dyżurowania: lato – 15 min., zima – 30 min.;
- niezawodność eksploatacyjną określoną przebiegami międzyremontowymi mechanizmów głównych siłowni (silniki, agregaty);
- możliwość dokonywania remontów i modernizacji w okresie całej eksploatacji okrętu.

Przy pobieraniu, zdawaniu, przekazywaniu paliwa lub wody – prędkości ich przetłaczania i całe systemy powinny być kompatybilne ze standardami NATO zgodnie z ATP 16 (B). Jako zasadnicze paliwo okrętowe należy stosować paliwo F-75 zgodnie z NO-91-A268.

## 19.2 Układy napędowe. Rodzaje

Współcześnie jest zauważalna tendencja do redukcji kosztów eksploatacji okrętów, w tym do zmniejszenia kosztów paliwa. Poza tym istnieje presja otoczenia na stosowanie rozwiązań redukujących szkodliwość wpływu eksploatacji okrętu na środowisko.

W stosunku do jednostek handlowych okręty wojenne są eksploatowane w szerszym zakresie prędkości pływania i obciążeń sieci elektrycznej, co w przypadku tendencji do redukcji kosztów eksploatacji wpływa stymulująco na stosowanie i rozwijanie niekonwencjonalnych układów napędowych.

Drogą do sprostania nowym wymaganiom okazuje się stosowanie kombinowanych/hybrydowych układów napędowych oraz efektywnych maszyn i urządzeń.

## 19.2.1 Napędy bezpośrednie

Napęd przekazywany jest do pędników różnego typu i rodzajów, bezpośrednio od silników napędu głównego bądź z użyciem przekładni typu rewers-reduktor bezpośrednio na pędnik.

## 19.2.2 Napędy pośrednie

### 19.2.2.1 Układ napędowy typu CODAD (Kombinacja napędowych silników spalinowych)

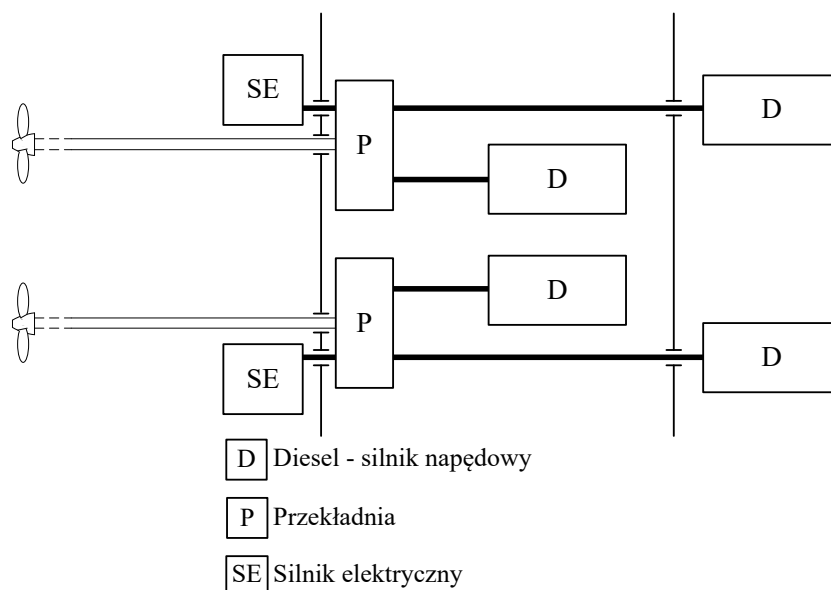
Układ, w którym wał śrubowy jest napędzany przez dwa silniki spalinowe. Drugi silnik spalinowy jest włączany do pracy przy dużym zapotrzebowaniu mocy napędowej.

Rozwiązanie to służy oszczędności paliwa przy ruchu okrętu przy niskich prędkościach, ponieważ pracuje wtedy tylko jeden silnik napędowy. Koszty eksploatacyjne w stosunku do układu z jednym silnikiem na wale są wyższe (o ok. 15%), jednak zużycie paliwa jest niższe (o ok. 9%).

Układ CODAD stosuje się, gdy nie istnieje potrzeba osiągania wysokich prędkości (orientacyjnie 28 w). W przypadkach gdy zakłada się długotrwałe operacje okrętowe przy niskich prędkościach ruchu, stosuje się dodatkowy napęd wału silnikiem elektrycznym.

Taki silnik elektryczny, umieszczony w oddzielnym przedziale, zasilany z agregatu awaryjnego może pełnić również funkcję napędu awaryjnego.

Układ CODAD z dodatkowym elektrycznym silnikiem napędowym (EPTI) pokazano na rys. 19.2.2.1.



Rys. 19.2.2.1

Układ CODAD (Combined Diesel and Diesel) + EPTI (Electrical Power Take-in) jako LSD (Lower Speed Drive)

### 19.2.2.2 Układ napędowy typu CODLOD (Napęd silnikiem elektrycznym lub silnikiem spalinowym)

Układ, w którym wał śrubowy może być napędzany alternatywnie przez silnik elektryczny lub silnik spalinowy. Silnik elektryczny używany jest do napędu wału przy niskich prędkościach okrętu (zwykle do ok. 12 – 18 w). Silnik spalinowy wchodzi do pracy przy prędkościach wyższych; silnik elektryczny zostaje wtedy wyłączony lub pracuje jako PTO (Power Take-Off) alternator.

Silnik elektryczny może napędzać wał śrubowy przez przekładnię lub bezpośrednio; w tym drugim przypadku można uzyskać wyjątkową cichobieżność układu.



W stosunku do układu CODLAD, układ CODLOD jest elektrycznie i mechanicznie prostszy, gdyż nie wymaga pośrednictwa systemów niezbędnych dla uzyskania płynnej współpracy silnika elektrycznego i spalinowego.

### 19.2.2.3 Układ napędowy typu CODLAD (Kombinacja napędu silnikiem elektrycznym i silnikiem spalinowym)

Układ, w którym wał śrubowy może być napędzany równocześnie przez silnik elektryczny i silnik spalinowy. Zwykle silnik spalinowy włączany jest jako napęd przy wyższych prędkościach ruchu okrętu. Silniki elektryczne mogą napędzać wał śrubowy przez przekładnię lub bezpośrednio. W stosunku do układu CODAD silniki elektryczne mogą pracować efektywnie w szerszym zakresie obrotów, dając wyższe momenty obrotowe przy niskich prędkościach ruchu okrętu.

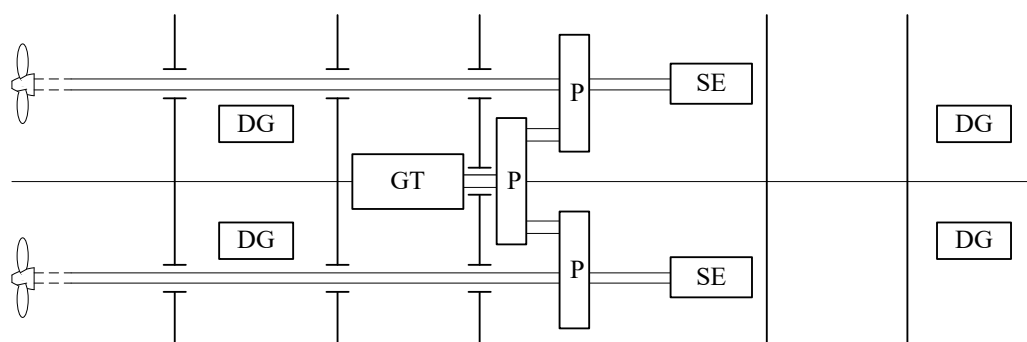
### 19.2.2.4 Układ napędowy typu CODLAG (Kombinacja napędu silnikiem elektrycznym i turbiną gazową)

Układ, w którym wał śrubowy może być napędzany jednocześnie przez silnik elektryczny i turbinę gazową (rys. 19.2.2.4). Odmianą układu CODLAG jest wariant zwany CODLOG, w którym nie jest możliwy równoczesny napęd wału silnikiem elektrycznym i turbiną gazową. Silniki spalinowe, w obu wariantach, stosowane są tylko w zespołach prądotwórczych do napędu alternatorów produkujących energię elektryczną zarówno dla potrzeb napędu okrętu, jak i dla celów ogólnookrętowych. Turbina gazowa jest używana dla osiągnięcia wysokich prędkości ruchu okrętu.

Użycie do napędu okrętu silników elektrycznych zamiast silników diesla pozwala dla typowego profilu prędkości fregaty zaoszczędzić 3% na zużyciu paliwa.

Układy z napędowymi silnikami elektrycznymi (CODLAG, CODLOG) potrzebują siłowni o większej objętości, posiadają większą masę i wymagają nieco wyższych kosztów inwestycyjnych w stosunku do układów z napędowymi silnikami diesla; jednak zmniejszenie ilości typów silników spalinowych i zastosowanie silników elektrycznych przynosi w efekcie zmniejszenie ilości czasu niezbędnego na prace konserwacyjne układu.

Wpływ na walory operacyjne okrętu układów z napędowymi silnikami elektrycznymi jest korzystny (patrz CODLAD, CODLOD).



**DG** Zespół prądotwórczy (dieselgenerator)

**GT** Turbina gazowa

**P** Przekładnia

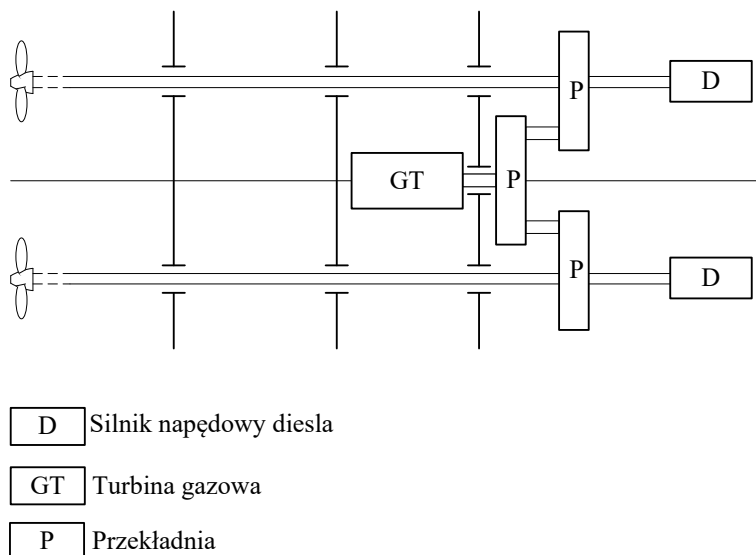
Rys. 19.2.2.4 Układ CODLAG (Combined Diesel Electric and Gas Turbine)

### 19.2.2.5 Układ napędowy CODAG (Kombinacja napędu silnikami spalinowymi i turbiną gazową)

Układ napędowy jest złożony z silników spalinowych używanych przy niższych prędkościach ruchu okrętu oraz turbiny gazowej, włączanej do pracy dla uzyskania wysokich prędkości ruchu. Typowy zakres prędkości przy użyciu tylko silników spalinowych – do ok. 20 w; maksymalna prędkość ruchu z pracującą turbiną gazową + 30 węzłów.

Wymagane jest zastosowanie rozbudowanej przekładni, ze względu na konieczność zmiany przełożenia silników spalinowych przy przejściu silników spalinowych z pracy samodzielnej na tryb pracy wspólnie z turbiną gazową. Niektóre okręty posiadają przekładnie z trzema przełożeniami dla silników spalinowych – dla pracy jednego silnika napędowego, dwóch silników i dla pracy przy włączonej turbinie gazowej.

Wariantem pozwalającym zastosować prostszą przekładnię jest układ CODOG, w którym napędowe silniki spalinowe są wyłączone, gdy wchodzi do pracy turbina gazowa. Jednak w tym przypadku wymagana jest turbina gazowa o większej mocy dla uzyskania tej samej prędkości ruchu. Generalnie w przypadku układu CODOG występuje wysokie zużycie paliwa przy dużych prędkościach ruchu.



Rys. 19.2.2.5 Układ CODAG (Combined Diesel and Gas Turbine)

### 19.2.2.6 Układ napędowy IEP (Zintegrowany napęd elektryczny)

Układ napędowy złożony wyłącznie z silników elektrycznych, dla których energia elektryczna jest wytwarzana z użyciem silników spalinowych i/lub turbin gazowych. Układ nie wymaga stosowania mechanicznych przekładni, sprzęgieł. Układ może służyć do napędu klasycznych śrub napędowych, pędników typu Azipod, pędników strugowodnych.

Układ zastosowany został m.in. na niszczycielu ZUMWALT i innych jednostkach, na których istnieje bardzo duże zapotrzebowanie w energię elektryczną dla celów innych niż napęd okrętu.

## 20 ELEKTROWNIA. ROZDZIAŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

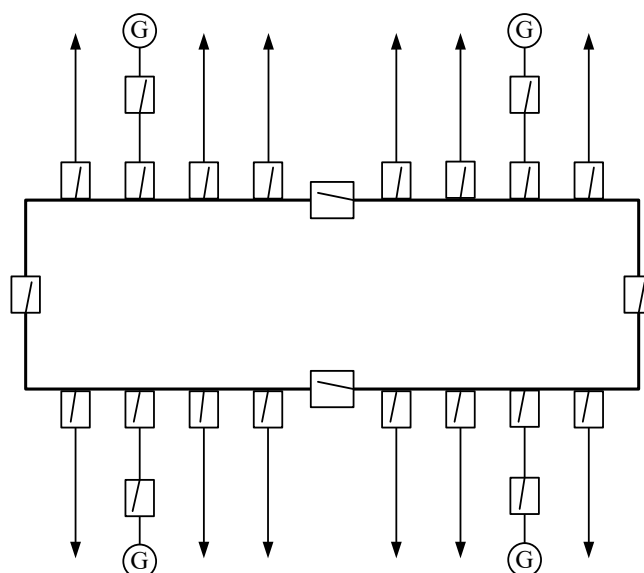
**20.1** Wybór elektrowni okrętowej zdeterminowany powinien być wysokim poziomem żywotności okrętu i wyposażenia, przyjętym standardem sieci i parametrów sieci (narodowy czy NATO zgodnie ze STANAG 1008).

**20.2** Dobór i wybór elektrowni powinien być oparty na bilansie z uwzględnieniem pewności i elastyczności zasilania, rezerwowania źródeł, zasilania awaryjnego z doraźnie organizowanego systemu zasilania, zasilania ze źródeł zewnętrznych i podawania zasilania na inne obiekty (okręty i ląd), rozproszenia źródeł zasilania i systemu sterowania oraz kontroli, możliwości pracy w przedziałach zalanych częściowo lub całkowicie. Na każdym okręcie należy przewidzieć system zasilania zewnętrznych odbiorów: okrętów oraz instalacji brzegowych. Na okręcie należy przewidzieć instalacje awaryjnego zasilania, rozwijane doraźnie w przypadku awarii – kable prowadzone od tablic rozdzielczych do odbiorów ważnych z punktu widzenia żywotności okrętu przez przepusty w grodziach, przegrodach wodo- i gazoszczelnych itp., podobnie jak doraźnie organizowane systemy pożarowe.

**20.3** Pozostałe kryteria techniczne przywołane zostały wcześniej, podobnie jak dla innych mechanizmów i urządzeń. Istotnym czynnikiem są kwestie pożarowe oraz optymalizacja masy instalacji. Bardzo istotnym dla masy okrętu, sprawności ruchu i rozdziału energii, a także kosztu budowy i eksploatacji okrętu jest zdefiniowanie zapasów mocy elektrowni na modernizację oraz zasilania zewnętrznego. Wzrost zapasu zazwyczaj powoduje dodanie jednego zespołu prądotwórczego lub niedociągnięcie elektrowni.

**20.4** Rozdział i sposób prowadzenia kabli powinien być optymalny z punktu widzenia żywotności okrętu, dostępu do torów kablowych w celu kontroli i napraw oraz modernizacji. Instalacje i przejścia grodziowe muszą odpowiadać wysokim kryteriom żywotnościowym (odporność na penetrację balistyczną, odporność na odłamki, ogień i wodę).

**20.5** Klasyczny system rozdziału energii elektrycznej, polegający na rozprowadzeniu energii elektrycznej szynami bezpośrednio z elektrowni do miejsc odbioru, jest w przypadku dużych okrętów wojennych zastąpiony przez system pierścieniowej magistrali zasilania. W takim rozwiązaniu pierścień magistrali obejmuje cały okręt, umieszczony jest ponad pokładem grodziowym, zasila wszystkie ważniejsze odbiorniki energii elektrycznej rozlokowane poniżej i powyżej pierścienia magistrali. W przypadku awarii odcinka magistrali lub prądnicy możliwe jest odizolowanie uszkodzenia i kontynuowanie zasilania pozostałych odbiorników.



Rys. 20.5 Schemat ideowej pierścieniowej magistrali zasilania

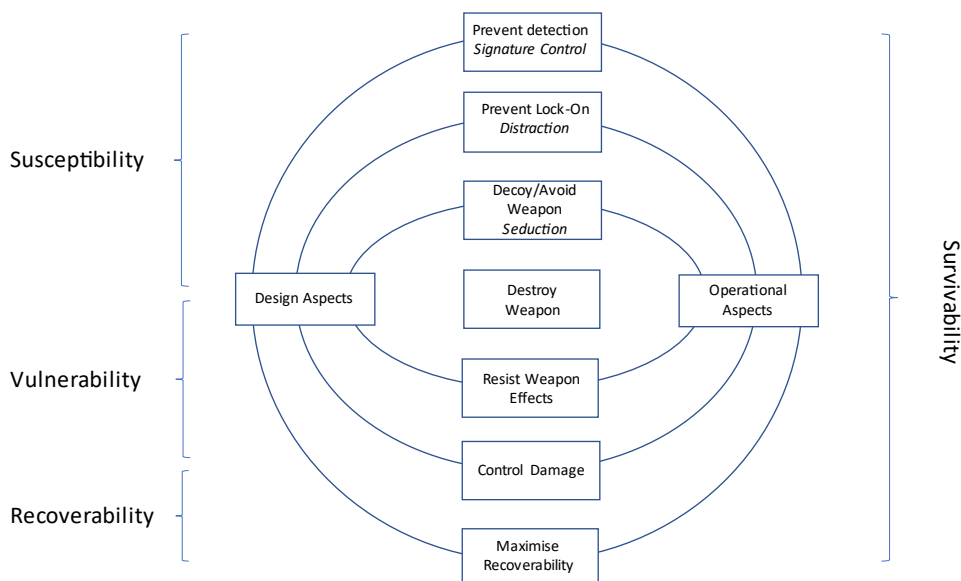
## 21 ŻYWOTNOŚĆ OKRĘTU

### 21.1 Uwagi ogólne

Żywotność bojowa okrętu jest kategorią pojęciową charakteryzującą właściwości okrętu wojennego, które są ujawniane i praktycznie przydatne w sytuacji oddziaływania na okręt specyficznych czynników zewnętrznych wynikających głównie z prowadzenia walki w środowisku morskim, którym każdy okręt musi sprostać. Badanie odporności okrętu na uderzenia polega na ilościowym określeniu jej poziomu oraz nadaniu okrętowi założonego wcześniej poziomu odporności. Ocena poziomu odporności wymaga przeprowadzenia wieloaspektowej analizy ryzyka i wypracowania wytycznych i wymagań do projektowania okrętu, jego systemów, podsystemów aż do elementów decydujących o żywotności okrętu.

Znajomość żywotności implikuje następujące podstawowe działania praktyczne:

- planowanie i realizację rozwoju uzbrojenia oraz środków walki o założonej efektywności rażenia okrętów przy założonym prawdopodobieństwie trafienia;
- ilościowe zestawienie zestawów uzbrojenia na jednym okręcie, zapewniającym wykonanie zadania taktycznego z założoną efektywnością pojedynczo lub w składzie grupy/zespołu okrętów;
- określenie ilościowe i jakościowe składu zespołów operacyjno-taktycznych do wykonania z założoną efektywnością typowych i doraźnych zadań operacyjno-taktycznych;
- określenie składów i wzajemnych relacji rodzajów sił morskich oraz sił współdziałających, zapewniających osiągnięcie celów strategiczno-operacyjnych;
- określenie nowych i udoskonalonych sposobów oraz taktyki użycia okrętów i ich właściwości morskich/manewrowych w celu uniknięcia uderzeń oraz możliwości uchylenia się;
- określenie kryteriów i wymagań dotyczących konstrukcji okrętu, zastosowanych materiałów, niezatapialności i stateczności awaryjnej, rozmieszczenia na okręcie mechanizmów, urządzeń, kompleksów uzbrojenia, stanowisk dowodzenia i kierowania, środków walki o żywotność okrętu itp.;
- optymalizacji stanu załogi w aspekcie stopnia automatyzacji i możliwości prowadzenia walki o żywotność okrętu z wykorzystaniem rezerwowych systemów kierowania i sterowania;
- określenia organizacji i metod szkolenia załóg w zakresie walki o żywotność okrętu, tworzenia ośrodków szkoleniowych itp.



Rys. 21.1 Definicja żywotności okrętu (Ship Combat Survivability) wg ANEP-43

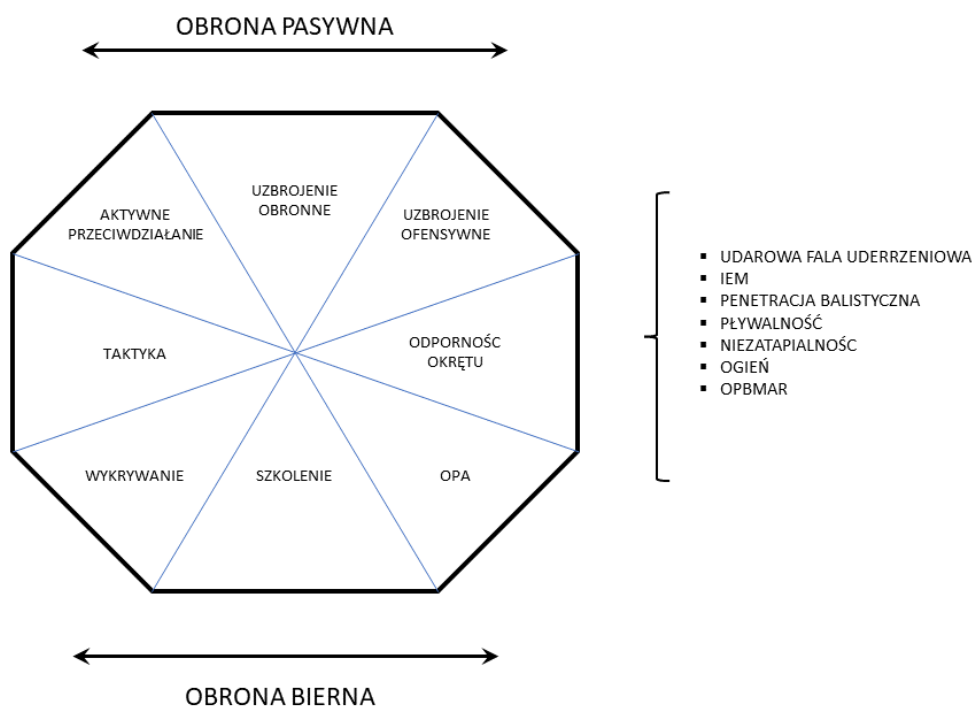
**21.2** Żywotnością bojową okrętu (survivability/combat survivability) określa się odporność okrętu na działanie środków bojowych przeciwnika przy jednoczesnym utrzymaniu taktyczno-technicznych właściwości własnych środków technicznych. Kwestie żywotności bojowej definiowane są w ANEP-43 – Ship Combat Survivability. W tej Publikacji przedstawiono trzy główne elementy żywotności okrętu wg poglądów NATO – rys. 21.1.

Zgodnie z tą publikacją, czynnikami wpływającymi na żywotność okrętu w aspekcie zdolności bojowej okrętu w ujęciu projektowania okrętu zasadnicze znaczenie ma nadanie okrętowi cech sprzyjających:

- minimalizacji prawdopodobieństwa wykrycia okrętu przez przeciwnika (probability of being detected),
- minimalizacji prawdopodobieństwa trafienia już wykrytego okrętu (probability of being hit/ Susceptibility),
- zmniejszenia prawdopodobieństwa odniesienia poważnego uszkodzenia i ograniczenia zakresu zniszczeń w przypadku przyjęcia uderzenia nieprzyjacielskiego zwanego często wrażliwością na uszkodzenia/uderzenie (Vulnerability),
- zdolność odtwarzania gotowości (Recoverability) i przywrócenie zdolności operacyjnej okrętu (Sustainability) rozumiana jako zdolności okrętu do przywrócenia właściwości morskich i operacyjnych w określonym zakresie, po odniesieniu uszkodzenia.

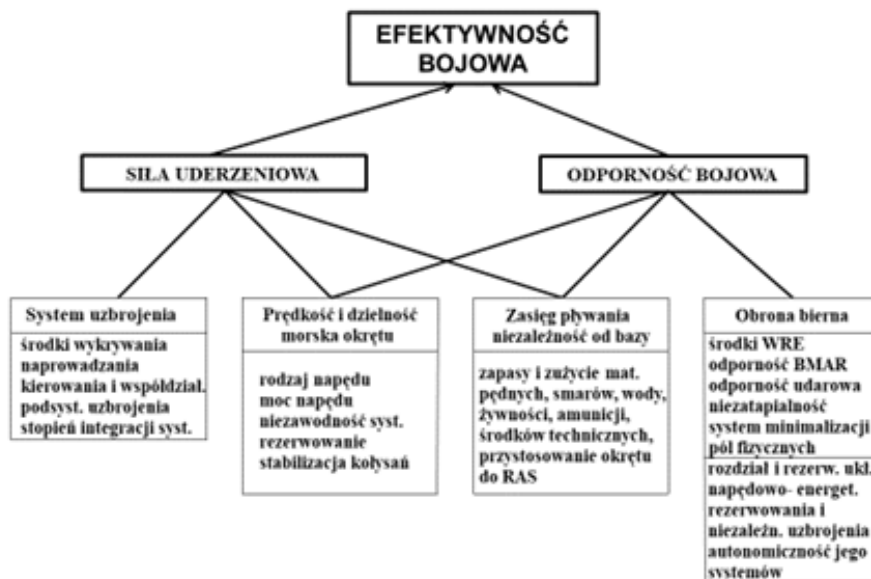
**21.3** Wszystkie elementy składowe i ich wzajemne zależności powinny być przedmiotem analizy w aspekcie projektowym, a także aspekcie użytecznym – operacyjnego użycia okrętu. Oznacza to, iż wszelkim analizom, w tym ryzyka, poddaje się okręt w zakresie Combat Safety i Survivability w aspekcie celów obrony i ochrony załóg oraz sprzętu od wszelkiego ryzyka, w tym również w aspekcie kosztów.

**21.4** Miarami bojowej zdolności przeżycia okrętu są obrony okrętu: pasywna i aktywna. Składniki ich oraz wzajemne oddziaływania przedstawia rys. 21.4. Składniki te, jak i zagrożenia zawsze są, podobnie jak inne, przedmiotem analizy projektowej.



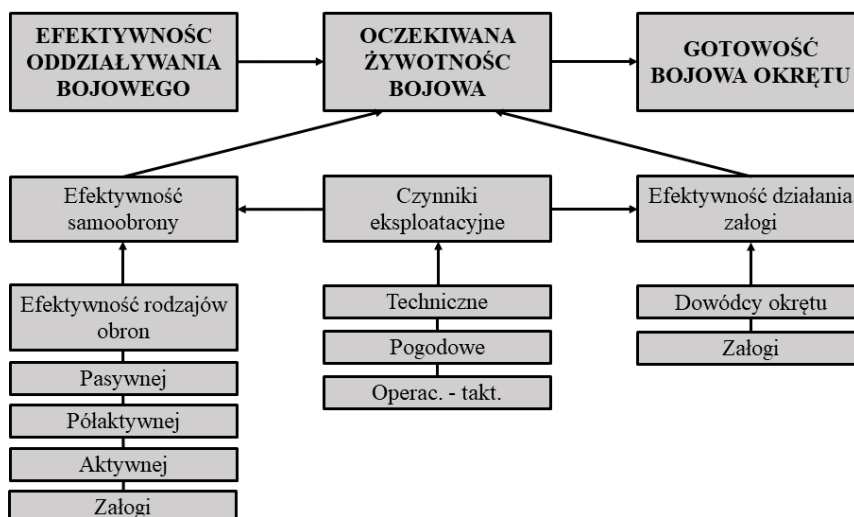


21.5 Ocenę efektywności bojowej jako elementu analizy projektowej przedstawia rys. 18.5.



Rys.21.5 Uproszczony schemat współzależności elementów określających efektywność bojową okrętu

21.6 Przedmiotem analiz są również kwestie związane z oceną oczekiwanej żywotności okrętu jako systemu uzbrojenia. Składniki tego procesu zawarto w zasadniczym schemacie oczekiwanej żywotności okrętu jako systemu uzbrojenia – rys. 21.6. Oczekiwana żywotność to prognozowana zdolność do odtworzenia utraconej zdolności bojowej podczas walki lub awarii. Systemowe podejście do tego procesu pozwala opracować prognozę funkcjonowania okrętu w walce lub podczas awarii i uzyskać takie charakterystyki taktyczno-techniczne, które będą optymalnymi w całym cyklu życia okrętu wojennego. Istotnym elementem decydującym o wartości okrętu jest uzyskanie wysokiego poziomu wyszkolenia załóg, szczególnie w zakresie walki o żywotność okrętu, co zwykle jest składnikiem etapu szkolenia zawartym w kontrakcie na dostawę okrętu.



Rys. 21.6 Oczekiwana żywotność bojowa okrętu

**21.7** W zakresie środków technicznych i organizacyjnych wprowadzanych dla uzyskania właściwej żywotności okrętu należy przewidzieć:

- rozproszenie układu napędowego poprzez rozdzielenie rufowej i dziobowej siłowni i umieszczenie ich w niezależnych przedziałach wodoszczelnych, separowanie przedziałów;
- zastosowanie kontenerowej (kapsuły) obudowy silników napędu głównego i agregatów prądotwórczych;
- rozmieszczone w rejonie stref (przedziałów) systemy bojowe powinny również być autonomiczne pod względem zasilania energetycznego i mediów płynnych, a ruch załogi między przedziałami powinien być ograniczony, a każda strefa powinna być wyposażona w bazę bytową oraz odpowiednie strefy obsługi tego rejonu;
- modułowy system zasilania w energię elektryczną: przy 80-100% zapasu mocy zastosowanie rozproszenia generatorów, dublowanie GTR, niezależne tablice w poszczególnych przedziałach, zasilania awaryjne szczególnie odpowiedzialnych systemów;
- rozmieszczenie pomieszczeń dowodzenia i kierowania (SD, BCI, OPA itp.) w miejscach zapewniających maksymalną ochronę przed bezpośrednim udarem i odłamkami przy jednoczesnym ich rozproszeniu;
- umieszczenie zbiorników paliwa, magazynów uzbrojenia, systemów energetycznych i systemów bezpośrednio wpływających na bezpieczeństwo tak, aby maksymalnie chronić je przed udarem, odłamkami i ogniem;
- ograniczenie zapotrzebowania na przemieszczanie się ludzi między strefami w warunkach prowadzenia walki przez optymalne usytuowanie stanowisk przy jednoczesnym zapewnieniu komunikacji na okręcie;
- zastosowanie modułowego systemu p. pożarowego i niezależnej pianowej instalacji gaśniczej lądowiska śmigłowca;
- zapewnienie środków ochrony przed wybuchem środków napadu lub skutkami wybuchu własnych zapasów środków bojowych (zraszanie i zatapianie magazynów i komór amunicyjnych);
- kompleks przedsięwzięć związanych z walką z wodą;
- system automatycznego monitoringu zniszczeń i uszkodzeń, stanu systemów przeciwdziałania uszkodzeniom i walki o żywotność oraz zdalnego sterowania tymi systemami (mikroprocesorowy, zintegrowany z systemem dowodzenia system sterowania OPA zbierający informacje z układu odpowiednich czujników-przetworników) pozwalający na analizę zagrożeń oraz optymalne sterowanie podstawowymi systemami walki o żywotność;
- ochrona najbardziej żywotnych pomieszczeń, miejsc i urządzeń przez lokalne opancerzenie burt, grodzi i ścian przed skutkami trafienia broni małokalibrowej i odłamkami artyleryjskimi; w konstrukcji nie należy stosować materiałów ulegających defragmentacji i tym samym powodujących wtórne uszkodzenia.

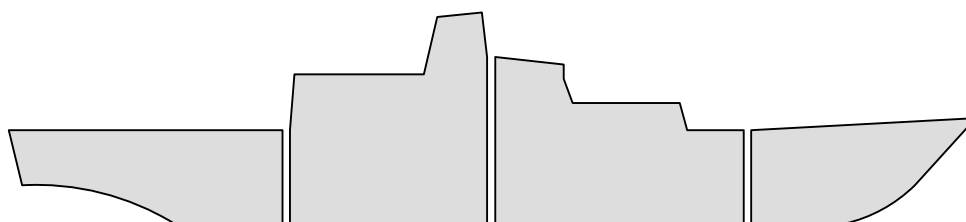
**21.8** W sprawach organizacji, wyposażenia i sposobów działania w obronie przeciwawaryjnej okrętu zaleca się posługiwać Podręcznikiem normalizacji obronnej PDNO-07-A094 – Procedura działań morskich. Obrona przeciwawaryjna.

**21.9** W celu minimalizacji prawdopodobieństwa wykrycia okrętu należy: zredukować poziom pól fizycznych emitowanych przez okręt, wprowadzić maskowanie optoelektryczne i w strefie widzialności wzrokowej, stosować środki walki radioelektronicznej (WRE). Bliższe informacje dotyczące ww. problemu oraz wytyczne dla analiz przedprojektowych i projektowych zawarte są w rozdziale 6. Minimalizację prawdopodobieństwa trafienia już wykrytego okrętu można osiągnąć przez stosowanie środków pasywnego zakłócenia (wystrzelenie celów pozornych), aktywnego zakłócenia sensorów i urządzeń naprowadzających nieprzyjaciela oraz użycie własnych środków bojowych.

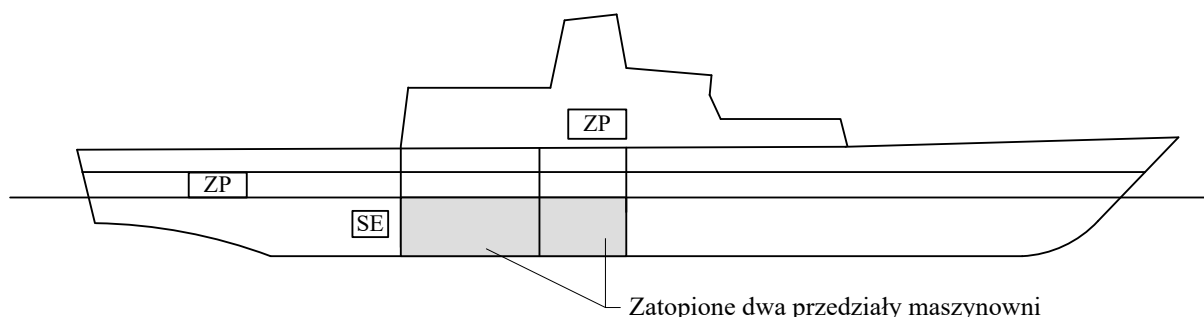
Zakres zniszczeń w przypadku trafienia/uszkodzenia ogranicza zastosowanie: przegród przeciw-wybuchowych, przegród wodoszczelnych dzielących okręt na przedziały oraz osłon przeciwbali-stycznych.

Przegrody przeciwwybuchowe mają zwykle postać grodzi dwupozycyowej, zdolnej do przyjęcia znacznie większej energii niż w przypadku grodzi jednopozycyowej.

Konstrukcję dużych okrętów dodatkowo wzmacniają opancerzone wzdłużniki skrzynkowe, umiejscowione zwykle w górnej części konstrukcji okrętu w rejonie burt, a także dna, stanowiąc stępki skrzynkowe wykorzystywane do prowadzenia instalacji ważnych dla żywotności okrętu. Takie wzdłużniki zapewniają, w przypadku uszkodzenia okrętu, utrzymanie wymaganej wytrzymałości ogólnej kadłuba okrętu.



Rys. 21.9-1 Główne strefy pożarowe



Napęd elektryczny okrętu nadal dostępny po zalaniu obu przedziałów maszynowni.

ZP Zespół prądotwórczy  
SE Silnik elektryczny

Rys. 21.9-2 Redundancja układu napędowego (przykład)

**21.10** Zakres uszkodzeń, które okręt powinien przetrwać oraz oczekiwany zakres działań, które okręt powinien być w stanie wykonać po opanowaniu przewidywanego uszkodzenia określają ZTT. Może on wynikać bezpośrednio ze znaków klasy (np. określających ilość przedziałów, po zalaniu których okręt powinien spełniać wymagania pływalności i stateczności) lecz dodatkowo ZTT mogą określać szczególne przypadki np. poziom uszkodzenia przypadkowego zgodnie z ANEP 77, Część 3, poziom odporności na wybuch podwodny itp.

**21.11** W celu zminimalizowania skutków uszkodzeń bojowych i eksploatacyjnych, skutków działania ognia, dymu oraz skażenia środkami NBC okręt dzieli się na strefy, mając na uwadze:

- uniknięcie utraty zdolności bojowej przez systemy ważne dla żywotności okrętu;
- ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia, dymu, wody, fali udarowej wewnątrz kadłuba;

- uniknięcie utraty głównych funkcji systemu Obrony Przeciwwawaryjnej Okrętu (OPA), a szczególnie systemów kierowania, łączności, odwadniania, walki z pożarem, utrzymania obszarów bezpiecznych, zapewnienia sterowania i napędu okrętu. Bliższe informacje na temat podziału na strefy zawarte są w p. 1.12.

**21.12** Podziały na strefy wodoszczelne, pożarowe, wentylacji/klimatyzacji, OPBMAR należy ze sobą skoordynować. Na dużych okrętach stosuje się System stałego zapewnienia szczelności okrętu (Constant sealed system). W systemie tym OPBMAR jest ściśle związana z systemem wentylacji i klimatyzacji (HVAC); każda autonomiczna strefa HVAC posiada własny układ OPBMAR (filtry, wentylatory, urządzenia związane) (patrz rys. 21.17-2).

W nowych projektach większych okrętów wojennych widoczne jest również dążenie do ścisłego powiązania stref HVAC z głównymi strefami pożarowymi oraz strefami dystrybucji energii elektrycznej. Zakłada się, że przedziały powinny być autonomiczne i wyposażone w autonomiczne/lokalne systemy HVAC, OPBMAR, przeciwpożarowe oraz odwadniające (pompy zanurzeniowe, systemy przenośne, eżektory, instalacje z pompami wraz z oddzielnymi autonomicznymi liniami zasilania elektrycznego). Podobnie wygląda kwestia zasilania w media i obsługi systemów bojowych.

**21.13** Mniejsze okręty posiadają uszczelnione cytadele (schrony) z funkcją przełączenia z systemu normalnej wentylacji na pracę w warunkach oddziaływania broni NBC.

**21.14** W celu efektywnego prowadzenia walki o żywotność okrętu jednostkę dzieli się na strefy obrony przeciwwawaryjnej (OPA). Główne stanowisko dowodzenia OPA znajduje się zwykle w Centrum Sterowania Siłownią (CSS).

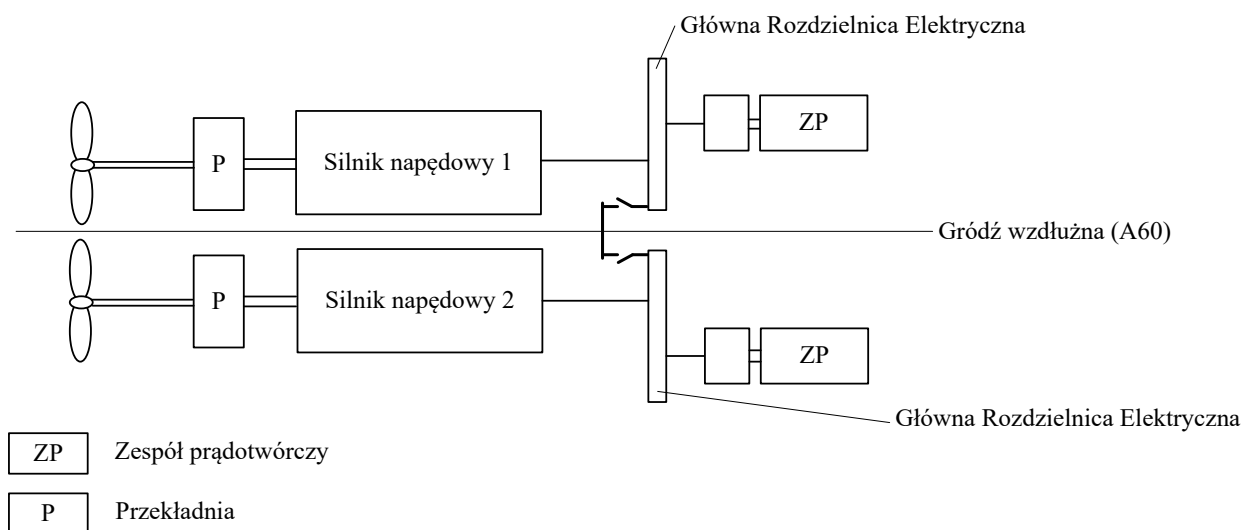
Każda strefa posiada własne stanowiska kierowania, magazyn odpowiedniego sprzętu awaryjnego i wyznaczone środki walki z wodą i ogniem.

**21.15** W prowadzeniu walki o żywotność okrętu ma znaczenie właściwe zaprojektowanie pokładu, z którego będą prowadzone działania obrony przeciwwawaryjnej. Pokład ten powinien umożliwiać szybkie dotarcie do rejonu uszkodzonego, rozwinięcie działań ratunkowych i przywracających zdolności operacyjne oraz umożliwiać efektywne wykorzystanie wyznaczonych środków walki z ogniem i wodą.

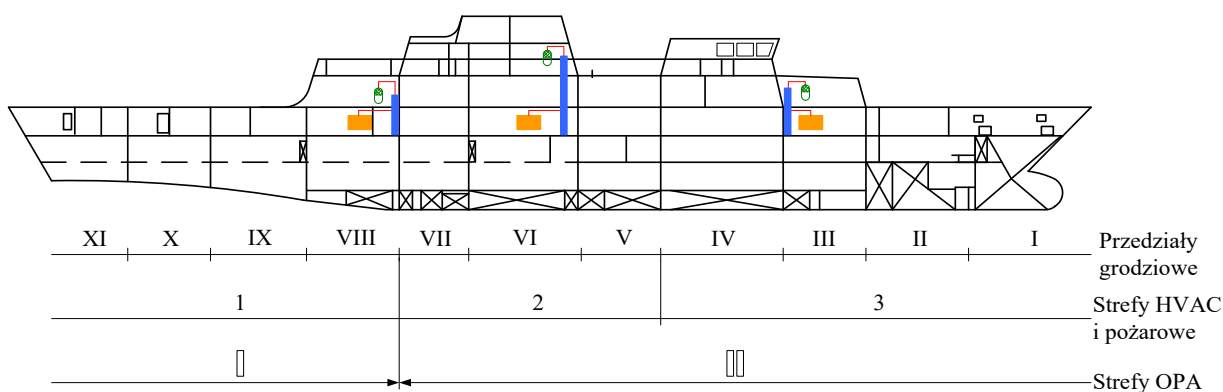
Pokład obrony przeciwwawaryjnej powinien znajdować się powyżej linii granicznej wodoszczelności w PS (patrz *Przepisy klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część IV – Stateczność, niezatapialność i wolna burta*).

**21.16** Uzyskaniu właściwej żywotności okrętu sprzyja rozproszenie układów napędowych i energetycznych oraz stosowanie ich redundancji. Zwykle układy napędowe są umieszczone w dwóch lub więcej przedziałach, skonfigurowane tak, aby umożliwić zachowanie zdolności napędowych i sterowych w przypadku zalania jednego, a nawet dwóch głównych przedziałów maszynowych (patrz rys. 21.9-2).

**21.17** Aby spełnić przepisowe wymagania dla uzyskania znaku redundancji RdSM okręt musi posiadać co najmniej dwa układy napędowe i dwa systemy sterowe. Układy napędowe, systemy sterowe oraz systemy pomocnicze okrętu powinny być skonfigurowane w taki sposób, aby dowolna pojedyncza awaria nie spowodowała utraty napędu lub możliwości sterowania okrętem. Dla uzyskania znaku redundancji rozszerzonej RdSMF oprócz powyższych wymagań okręt musi spełnić warunek pełnej redundancji systemów napędowego i sterowego oraz energetycznego, a zdublowane mechanizmy, urządzenia i systemy muszą być umieszczone w oddzielnych przedziałach wodoszczelnych o klasie izolacji A60 w taki sposób, by w przypadku utraty przedziału na skutek pożaru lub zalania nie nastąpiła utrata napędu i/lub sterowania (patrz rys. 21.17-1).



Rys. 21.17-1 Przykład układu redundancji rozszerzonej (z separacją klasy A60 pomieszczenia zapewniającą zachowanie możliwości napędowych i zasilania w przypadku pożaru)



Rys. 21.17-2 Przykład podziału okrętu na strefy

## 22 WYPOSAŻENIE POKŁADOWE I OGÓLNOOKRĘTOWE

**22.1** Dobór urządzeń winien wynikać z ich przeznaczenia, pewności pracy i parametrów żywotnościowych okrętu i jego wyposażenia niezbędnego do wykonania zadań określonych w ZTT. Kwestie związane z doborami i odbiorami urządzeń wyposażenia pokładowego i ogólnookrętowego zawarte są praktycznie we wszystkich częściach PKiBOW. Zamawiający może jednoznacznie zdefiniować systemy, urządzenia oraz określić standard wyposażenia zamawianej jednostki.

**22.2** Należy stosować kryteria wyboru jak dla standardu wyposażenia COTS lub wysoki poziom odporności na uszkodzenia bojowe (odporność uderowa i inne).

**22.3** Doboru można dokonywać w sposób wynikający z przepisów KiBOW (np. w oparciu o wskaźnik wyposażenia) lub w sposób analityczny, względnie inny dopuszczony przez Organ Nadzoru, ale spełniający podstawowe kryteria określone w ZTT.



### 23 WYPOSAŻENIE. WYMAGANIA OGÓLNE

Niezależnie od przedstawionych w innych punktach wytycznych projektowania okrętów, przedstawia się tutaj ogólne syntetyczne wytyczne mające wpływ na żywotność okrętu i zdolność do jej przywrócenia po doznaniu uszkodzeń. Są to wytyczne kardynalne do bezwzględnego stosowania na wszystkich etapach projektowania i budowy, a także przebudów i modernizacji okrętów.

Jako materiały izolacyjne należy stosować tylko materiały niepalne. Pokrycia pokładów śmigłowcowych oraz korytarzy należy wykonywać na żaroodpornych materiałach pokryciowych, m.in. żywicach epoksydowych z wypełniaczami np. kwarcowymi.

Materiały obiciowe mebli, zasłony, kotary, wykładziny podłogowe itp. należy wykonywać z materiałów niepalnych lub trudnopalnych układanych na podłożach niepalnych.

Jako materiały izolacyjne i szalunkowe, których z racji dostępu do ścian, burt, grodzi itp. konstrukcji powinno być jak najmniej, z racji przystosowania okrętu do walki o żywotność (uszczelnianie poszycia w przypadku przebicia, dojście do armatury i rurociągów w celu usuwania awarii i napraw, napraw kabli itp.) powinno się stosować szczególnie dla nadbudówek ze stopów aluminium ognioodporne warstwy włókniste jako szalowanie oraz warstwy wełny mineralnej jako izolacja. Należy w przypadku hipotetycznego dostępu do poszycia stosować modułowe konstrukcje łatwo demontowalne. Stosowane materiały nie mogą wywoływać efektu wtórnej fragmentacji w przypadku ostrzału okrętu i wybuchów wewnętrznych, skutkujących eskalacją zniszczeń i wtórnych uszkodzeń wyposażenia, rurociągów i okablowania. Kwestie te powinny być przedmiotem głębokiej analizy, w tym ryzyka, a także uzgodnień z zamawiającym, nadzorem oraz wykonawcą projektu już od wstępnych etapów projektowania.

Kable okrętowe, niezależnie od zasadniczych wymagań elektrycznych, powinny być lekkie, łatwe w prowadzeniu i instalowaniu, powinny posiadać dużą wytrzymałość mechaniczną i odporność na oddziaływanie wody, oleju i paliwa, a ich montaż na torach kablowych powinien umożliwiać dostęp do wszystkich kabli właściwie oznakowanych. Izolacje rzadko są przyczyną pożarów, lecz mogą znacznie przyczynić się do zniszczeń z powodu zasilania strefy ognia w wyniku własnego palenia oraz jako efekt wtórny pożarów, emitowanych dymów i trujących gazów, stąd wymaganie by posiadały dobrą odporność na palenie oraz niską dymotwórczość połączoną z niską emisją trujących gazów.

Takim samym warunkom muszą odpowiadać przejścia grodziowe torów kablowych, by podczas pożarów nie mogło nastąpić rozprzestrzenianie się pożarów do sąsiednich przedziałów i pomieszczeń. Należy stosować jako zasadę kable bezchlorowcowe o niskiej palności, np. w izolacji silikonowej. Złącza kablowe i przejścia kablowe powinny zapewnić zasilanie odbiorów bez możliwości powstania zwarć, a także okresową pracę w zalanych przedziałach w wyniku awarii i uszkodzeń kadłuba.

Pasywna ochrona przeciwpożarowa oprócz typowych zabiegów projektowych, obejmujących podział okrętu na autonomiczne, izolowane strefy, stalowe grodzie dochodzące do pokładu głównego z przejściami przez nie jako drzwi grodziowe, powinna obejmować również wyposażenie okrętu w sprzęt i wystrój niepalny bądź trudno zapalny. Wszystkie meble powinny być typu niepalnego – metalowe, zaś materiały syntetyczne powinny być typu niepalnego i nie powinny wytwarzać toksycznych dymów.

Istotnym problemem mającym wpływ na wartość bojową i żywotność okrętu obok instalacji elektrycznych jest również sposób prowadzenia rurociągów i innych linii magistralnych wewnątrz okrętu. Należy zapewnić dostęp do remontu i napraw koniecznych w trakcie normalnej eksploatacji, jak również do usuwania uszkodzeń bojowych. Nie należy ich zabudowywać, muszą być doskonale oznakowane i przystosowane do montażu awaryjnych odcinków wykonanych z materiałów elastycznych i szybkoomocujących.

## 24 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYPOSAŻENIA W ŚRODKI I URZĄDZENIA RATUNKOWE

**24.1** Okręty należy wyposażać w sprzęt, urządzenia i środki wymagane postanowieniami Konwencji międzynarodowych w zakresie bezpieczeństwa na morzu, a także w zakresie wynikającym z postanowień „Konwencji SOLAS dla okrętów wojennych” ANEP-77 „Naval Ship Code” (Kodeks Bezpieczeństwa Okrętów Wojennych), których zastosowanie na okrętach jest niezbędne, możliwe i skuteczne. W odniesieniu do jednostek dużych oraz pomocniczych spełnienie wymagań konwencyjnych jest obligatoryjne, o ile nie określono tego inaczej w ZTT na okręt przez Zamawiającego. Wyposażenie ratunkowe objęte jest wymaganiami *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część X – Wyposażenie konwencyjne, Rozdział 3 – Wymagania przejściowe związane z Konwencją SOLAS III – Środki i urządzenia ratunkowe*.

**24.2** Dobór wyposażenia winien wynikać z jego przeznaczenia, pewności pracy i parametrów okrętu oraz jego wyposażenia niezbędnego do wykonania zadań określonych w ZTT. Kwestie związane z doborami i odbiorami urządzeń wyposażenia pokładowego i ogólnookrętowego do realizacji zadań ratunkowych zawarte są praktycznie we wszystkich częściach PKiBOW. Zamawiający powinien jednoznacznie zdefiniować systemy, urządzenia oraz określić standard wyposażenia zamawianej jednostki.

**24.3** Należy stosować kryteria wyboru jak dla standardu wyposażenia COTS oraz na specjalne wymaganie, wysoki poziom odporności na uszkodzenia bojowe, w tym np. osłony przeciwbaliścienne.

**24.4** Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy opracować dokumentację techniczną w zakresie:

- plan rozmieszczenia środków ratunkowych i ratowniczych, tratw ratunkowych, kół i pasów ratunkowych wraz z ich specyfikacją, sposobem wodowania i urządzeniami do wodowania środków ratowniczych i ratunkowych, wyposażenia specjalnego itp.;
- obliczenia i dane potwierdzające spełnienie wymagań;
- program prób wyposażenia po zainstalowaniu na okręcie oraz
- plan ewakuacji.

**24.5** W przypadku stosowania na okrętach łodzi specjalnych, roboczych, patrolowych i innych można uznać je za łodzie ratunkowe i ratownicze spełniające te funkcje i zadania, pod warunkiem doposażenia ich w sprzęt oraz wyposażenie jak dla tych łodzi, zapewniając możliwość holowania i gromadzenia oraz asekuracji tratw ratunkowych i wykonywania innych zadań podobnego rodzaju.

**24.6** Okręty należy wyposażać w środki dwukierunkowej łączności krótkofalowej, radiotelefony VHF. Powinny one odpowiadać wymaganiom techniczno-eksploatacyjnym nie niższym niż uchwalone przez IMO: rez. A.809(19): *Wymagania techniczno-eksploatacyjne dla radiotelefonów VHF do łączności dwukierunkowej dla jednostek ratunkowych*, Załącznik 1 lub Załącznik 2, z ewentualnymi późniejszymi zmianami. Ich ilość powinna być określona w ZTT lub dobrana na zgodność z wymaganiami konwencyjnymi.

**24.7** Okręty należy wyposażać w urządzenia do lokalizacji, przy czym ich ilość powinna być określona w ZTT lub zgodna z wymaganiami Konwencji, przy czym urządzenia te powinny odpowiadać wymaganiom nie niższym niż uchwalone przez IMO: rez. A.802(19): *Wymagania techniczno-eksploatacyjne dla transponderów radarowych jednostek ratunkowych przeznaczonych do stosowania w akcjach poszukiwania i ratownictwa morskiego* z ewentualnymi późniejszymi zmianami oraz rez. MSC.246(83) – *Wymagania techniczno-eksploatacyjne dla nadajników AIS-SART używanych w akcjach poszukiwania i ratownictwa morskiego*. Urządzenia do lokalizacji powinny być przechowywane w takich miejscach, aby je można było szybko umieścić w każdej jednostce ratunkowej innej niż tratwa ratunkowa.

**24.8** Wyposażenie okrętów w tratwy, pasy ratunkowe, kombinezony ratunkowe, wyposażenie specjalne, dodatkowe i inne związane powinno być zdefiniowane w ZTT. Jeśli nie zostanie to jednoznacznie określone przez Zamawiającego, podlega doborowi na podstawie PKiBOW Części X – Wyposażenie konwencyjne, na podstawie Kodeksu LSA oraz postanowień ANEP-77. Zasadnicze minimalne wymagania oparte o te postanowienia zawarto w Części X PKiBOW, rozdział 3.

## **25 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYPOSAŻENIA W URZĄDZENIA RADIOWE**

**25.1** Zestaw środków łączności oraz niezbędnego wyposażenia dodatkowego, w tym anten, zestawów przełączeniowych, rozdzielaczy itp. wyposażenia powinien wynikać z jego przeznaczenia, pewności pracy i parametrów okrętu oraz jego wyposażenia niezbędnego do wykonania zadań i spełnienia wymagań wynikających z przeznaczenia okrętu określonego w ZTT.

**25.2** System łączności okrętu zwykle składa się z systemu łączności strictly wojskowej, bojowej będącej składnikiem systemu dowodzenia i kierowania okrętem oraz systemu łączności zapewniającego bezpieczeństwo żeglugi, wymaganego Konwencją bezpieczeństwa na morzu oraz wymaganiami Administracji Morskiej Państwa. Kwestie związane z doborami i odbiorami urządzeń łączności „specjalnej” są przedmiotem oddzielnych ustaleń i decyzji, zaś system łączności bezpieczeństwa żeglugi musi zostać jednoznacznie zdefiniowany przez Zamawiającego łącznie ze specyfikacją urządzeń oraz powinien być określony standard wyposażenia dla zamawianej jednostki zgodnie z wymaganiami Konwencji oraz postanowieniami ANEP-77, a także MARSTANS, jeśli nie zostało to określone w ZTT.

**25.3** Wszystkie urządzenia radiowe instalowane na okrętach podlegających nadzorowi PRS powinny być typu uznanego przez PRS lub posiadać odpowiednie certyfikaty zgodności z wymaganiami *Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/90/UE z dnia 23 lipca 2014 r. w sprawie wyposażenia morskiego*, wraz z poprawkami, zwanej Dyrektywą MED.

**25.4** Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy opracować dokumentację techniczną w zakresie dostosowanym do rejonu żeglugi okrętu, obejmującą m.in. opis techniczny okrętu, wykaz wraz ze specyfikacją urządzeń radiowych, schematy instalacji urządzeń radiowych, okablowania i ich źródeł zasilania, separacji, uziemień, rezerwowe źródła zasilania, plan rozmieszczenia urządzeń radiowych, plan rozmieszczenia anten.

**25.5** Każdy okręt powinien być wyposażony w urządzenia radiowe zależnie od obszaru lub obszarów morza, przez które przebiega trasa zamierzonej podróży. Zakres wyposażenia w urządzenia radiowe okrętów, w zależności od rejonu pływania, a także wymagania dotyczące instalacji i zasilania oraz wymagania techniczno-eksploatacyjne urządzeń radiowych na okręcie określono w *Przepisach PRS klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część X, Wyposażenie konwencyjne, Rozdział 4 – Wymagania przejściowe związane z Konwencją SOLAS IV – Urządzenia radiowe*.

**25.6** W projektowaniu systemu łączności spełniającej wymagania konwencyjne dopuszcza się inne rozwiązania systemowe, uwzględniające wykorzystanie przyjętych środków łączności wewnętrznej i zewnętrznej systemu dowodzenia i kierowania okrętem do zadań zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi, w tym zapewnienia ciągłego dyżuru i nasłuchu w sieciach bezpieczeństwa, ratownictwa itp. Kwestie te powinny być przedmiotem szczegółowej i wnikliwej analizy, również w aspekcie kompatybilności, kosztów, zapewnienia obsługi, dyżurów i pracy wielu środków w różnych warunkach służby.

## 26 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYPOSAŻENIA W URZĄDZENIA NAWIGACYJNE

**26.1** Zestaw urządzeń nawigacyjnych oraz niezbędnego wyposażenia dodatkowego, w tym kompasów magnetycznych, żyrokompasów, logów, echosond, wskaźników prędkości zwrotu, radarów, urządzeń do automatycznego nakreślania radarowego (ARPA), do automatycznego śledzenia (ATA), do elektrycznego nakreślania (ETA), systemów obrazowania map elektronicznych i informacji (ECDIS), odbiorników systemów radionawigacyjnych, systemów automatycznej identyfikacji (AIS), rejestratorów danych z podróży okrętu (VDR), urządzeń do określania i przekazywania kursu magnetycznego (TMHD), urządzeń do przekazywania kursu (THD), lamp oraz szereg innych niż wymienione urządzenia nawigacyjne, powinien zostać określony przez Zamawiającego i wskazany w ZTT na budowany okręt i powinien wynikać z jego przeznaczenia, pewności pracy i parametrów okrętu oraz jego wyposażenia niezbędnego do wykonania zadań i spełnienia wymagań wynikających z przeznaczenia okrętu określonego w ZTT.

**26.2** System nawigacyjny okrętu zwykle składa się z systemu nawigacji stricte wojskowej, bojowej/taktycznej będącej składnikiem systemu dowodzenia i kierowania okrętem oraz systemu nawigacji zapewniającego bezpieczeństwo żeglugi wymaganego Konwencją bezpieczeństwa na morzu oraz wymaganiami Administracji Morskiej Państwa. Kwestie związane z doborami i odbiorami urządzeń nawigacji „specjalnej” są przedmiotem oddzielnych ustaleń i decyzji, zaś system nawigacji bezpieczeństwa żeglugi musi zostać jednoznacznie zdefiniowany przez Zamawiającego łącznie ze specyfikacją urządzeń oraz powinien być określony standard wyposażenia dla zamawianej jednostki zgodnie z wymaganiami Konwencji oraz postanowieniami ANEP-77, a także MARSTANS, jeśli nie zostało to określone w ZTT.

**26.3** Wszystkie urządzenia nawigacyjne, instalowane na okręcie podlegającym nadzorowi PRS, powinny być typu uznanego przez PRS lub posiadać odpowiednie certyfikaty zgodności z wymaganiami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego I rady 2014/90/UE z dnia 23 lipca 2014 r. w sprawie wyposażenia morskiego wraz z poprawkami, zwanej Dyrektywą MED.

**26.4** Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy opracować dokumentację techniczną w zakresie wyposażenia okrętu w urządzenia nawigacyjne oraz warunki dotyczące instalacji i zasilania oraz wymagania techniczno-eksploatacyjne urządzeń nawigacyjnych na okręcie w oparciu o *Przepisy PRS klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część X, Wyposażenie konwencyjne, Rozdział 5 – Wymagania przejściowe związane z Konwencją SOLAS V – Urządzenia nawigacyjne*.

**26.5** Przepisy dopuszczają, że biorąc pod uwagę wpływ jaki będzie to miało na bezpieczeństwo innych jednostek można dopuścić odstępstwo częściowe lub warunkowe od niektórych wymagań i/lub uznać rozwiązania równoważne, jeżeli okręt odbywa podróże takie, że największa odległość pomiędzy okrętem a brzegiem, długość i rodzaj podróży, brak znacznych przeszkód nawigacyjnych i inne warunki oddziałujące na bezpieczeństwo czynią niekoniecznym pełne zastosowanie tych wymagań.

**26.6** Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy opracować dokumentację techniczną w zakresie dostosowanym do rodzaju okrętu, obejmującą m.in. opis techniczny okrętu, wykaz wraz ze specyfikacją urządzeń nawigacyjnych, schematy instalacji urządzeń nawigacyjnych, okablowania i ich źródeł zasilania, separacji, uziemień, rezerwowe źródła zasilania, plan rozmieszczenia urządzeń nawigacyjnych, plan rozmieszczenia anten i innych istotnych rozwiązań.

## 27 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYPOSAŻENIA W ŚRODKI SYGNAŁOWE

**27.1** Zestaw środków sygnałowych oraz niezbędnego wyposażenia dodatkowego, w tym: latarnie sygnałowo-pozycyjne/nawigacyjne, lampy sygnalizacyjne, dźwiękowe i pirotechniczne środki sygnałowe, reflektory radarowe i znaki sygnałowe, powinien zostać określony przez Zamawiającego i wskazany w ZTT na budowany okręt. Powinien on wynikać z jego przeznaczenia, pewności pracy i danych charakterystycznych okrętu oraz jego wyposażenia niezbędnego do wykonania zadań i spełnienia wymagań wynikających z przeznaczenia okrętu określonego w ZTT.

Zasadniczy zestaw środków sygnałowych wymaganych dla okrętów grupy I (jednostki o długości 20 m i większej) oraz grupy II (poniżej 20 m) przedstawiony jest w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część X – Wyposażenie konwencyjne, Rozdział 8 – Wymagania związane z Międzynarodowymi przepisami o zapobieganiu zderzeniom na morzu (Konwencja CORLEG)*.

**27.2** Wyposażenie w środki sygnałowe okrętu zwykle składa się z systemu sygnalizacji stricte wojskowej, bojowej/taktycznej będącej składnikiem systemu dowodzenia i kierowania okrętem oraz systemu sygnalizacji zapewniającego bezpieczeństwo żeglugi wymaganego Konwencją bezpieczeństwa na morzu oraz wymaganiami Administracji Morskiej Państwa. Kwestie związane z doborami i odbiorami urządzeń sygnalizacji „specjalnej” są przedmiotem oddzielnych ustaleń i decyzji, zaś system sygnalizacji bezpieczeństwa żeglugi musi zostać jednoznacznie zdefiniowany przez Zamawiającego łącznie ze specyfikacją urządzeń oraz powinien zostać określony standard wyposażenia dla zamawianej jednostki zgodnie z wymaganiami Konwencji oraz postanowieniami ANEP-77, a także innych standardów MW RP, jeśli nie zostało to określone w ZTT.

**27.3** Przed rozpoczęciem budowy okrętu należy opracować dokumentację techniczną w zakresie wyposażenia okrętu we wszystkie urządzenia sygnalizacyjne oraz warunki dotyczące instalacji i zasilania oraz wymagania techniczno-eksploatacyjne urządzeń sygnalizacyjnych na okręcie w oparciu o *Przepisy klasyfikacji i budowy okrętów wojennych, Część X – Wyposażenie konwencyjne, Rozdział 8 – Wymagania związane z Międzynarodowymi przepisami o zapobieganiu zderzeniom na morzu (Konwencja CORLEG)* oraz wymagania dodatkowe przedstawione przez Zamawiającego.

## 28 WYPOSAŻENIE PRZECIWOŻAROWE

### 28.1 Dokumentacja techniczna

Zakres wymaganej dokumentacji został podany w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych – Część V – Ochrona przeciwpożarowa, Rozdział 1*. W projektowaniu okrętów, niezależnie od ogólnych wytycznych wynikających z wymagań i najlepszej wiedzy z zakresu żywotności bojowej i eksploatacyjnej okrętu, należy stosować stosownie do wymagań zamawiającego oraz ewentualnych potrzeb dodatkowych standardy międzynarodowe, w tym NATO i sojusznicze, np. STANAG 1169 – Firefighting Equipment and Principles for Harmonisation of Present and Future Equipment and Materials czy Instrukcję o ochronie przeciwpożarowej w resorcie obrony narodowej sygn. ppoż. 3/2014.

### 28.2 Konstrukcyjna ochrona przeciwpożarowa

**28.2.1** Zakres wymagań dotyczących konstrukcyjnej ochrony przeciwpożarowej został podany w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych – Część V – Ochrona przeciwpożarowa, Rozdział 2*.



## 28.2.2 Zabezpieczenie przeciwpożarowe pomieszczeń okrętu

**28.2.2.1** W zależności od typu pomieszczeń i konstrukcji okrętu zabezpieczenie powinno spełniać wymagania podane w Rozdziale 4 *Przepisów klasyfikacji i budowy okrętów wojennych – Część V – Ochrona przeciwpożarowa*.

## 28.3 Stałe instalacje gaśnicze

**28.3.1** Wszystkie instalacje gaśnicze powinny być tak wykonane, aby w czasie normalnej eksploatacji okrętu były zdolne do natychmiastowego użycia i zapewniały niezawodność działania w warunkach pracy określonych w *Części VI – Urządzenia maszynowe i urządzenia chłodnicze*.

**28.3.2** Nie zezwala się na stosowanie w instalacjach gaśniczych czynników, które same z siebie lub w przewidywanych warunkach zastosowania wydzielają substancje toksyczne w ilościach zagrożających ludziom lub środowisku.

**28.3.3** Rodzaje stałych instalacji gaśniczych do stosowania na okrętach:

- instalacja gaśnicza wodnohydrantowa,
- automatyczna instalacja tryskaczowa,
- instalacja gaśnicza zraszająca wodna,
- instalacja gaśnicza pianowa,
- stała gazowa instalacja gaśnicza,
- równoważna stała gazowa instalacja gaśnicza,
- instalacja gaśnicza proszkowa,
- instalacja spłukiwania okrętu.

Szczegółowe wymagania dotyczące w/w instalacji podano w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych – Część V – Ochrona przeciwpożarowa, Rozdział 6*.

## 28.4 Sprzęt pożarniczy i ucieczkowy

**28.4.1** Sprzęt pożarniczy i ucieczkowy (określany dalej jako sprzęt) powinien spełniać wymagania obowiązujących norm międzynarodowych. Sprzęt powinien być usytuowany w łatwo dostępnych i widocznych miejscach na okręcie oraz zamocowany do elementów konstrukcji ścian/oszalowań/pokładów w sposób niezawodny, a jednocześnie umożliwiający jego natychmiastowe użycie, również w warunkach braku oświetlenia.

**28.4.2** Wymagania dotyczące liczby i rozmieszczenia poszczególnych rodzajów sprzętu podano w *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych – Część V – Ochrona przeciwpożarowa, Rozdział 8*.

## 29 WYPOSAŻENIE MEDYCZNE

**29.1** Projektowanie okrętów szpitalnych jest problemem wymagającym specyficznego podejścia do założeń, a przede wszystkim określenia przeznaczenia i zadań takiego okrętu. Mieści się to w kategoriach organizacji systemu Medical Afloat skojarzonego z systemem brzegowym oraz środkami transportu wodnego, powietrznego i lądowego i obejmuje wyższy poziom referencyjny opieki medycznej na poziomie wysoko wyspecjalizowanego szpitala lądowego z pełną ofertą medyczną. Niniejsze wytyczne dotyczą organizacji zabezpieczenia medycznego na okrętach nawodnych gwarantujących podstawową opiekę medyczną z możliwością rozwinięcia systemu ewakuacji medycznej. Okręty szpitalne oraz duże okręty mogą mieć rozbudowane systemy w postaci skonteneryzowanych modułów szpitalnych obejmujących moduły szpitalne, magazyny, sale chorych itp. oraz możliwość zapewnieniem transportu do ewakuacji medycznej. Problemy projektowe sprowadzają

się zazwyczaj do właściwego zaprojektowania ciągów medycznych, komunikacji, transportu wewnętrznego, systemu łączności, instalacji obsługujących okręt, w tym ścieków i odpadów medycznych z bloków medycznych, wentylacji i klimatyzacji wraz z systemem filtrów, w tym instalacji wentylacji szpitalnej (można wykorzystać standard lądowy), zasilania elektrycznego, zaopatrywania w wodę, gazy oraz inne niezbędne do pracy szpitala pływającego media itp.

**29.2** Kompleks medyczny na standardowym okręcie wojennym powinien zapewnić możliwość udzielenia pomocy medycznej na poziomie zdefiniowanym w ZTT z zastosowaniem procedur postępowania zgodnego ze wskazanymi standardami i przygotowaniem pacjenta(ów) do ewakuacji na wyższy poziom referencyjny opieki medycznej, w tym z wykorzystaniem śmigłowców i transportu wodnego. Zwykle taki węzeł składa się z pomieszczenia segregowania i kwalifikacji rannych, sali zabiegowej/operacyjnej, stanowiska pierwszej pomocy medycznej, izolatek, węzłów sanitarnych, magazynów. Dodatkowo wszystkie okręty wyposaża się zgodnie ze standardem służby medycznej w zestawy apteczek pierwszej pomocy i rozmieszcza w widocznych miejscach i oznakowuje.

**29.3** Pomieszczenia i urządzenia okrętowej służby zdrowia powinny zapewnić funkcjonalne rozmieszczenie mające na celu optymalne wykorzystanie sił i środków medycznych zgromadzonych na okręcie w przypadku nagłych przypadków zachorowania, urazów oraz działania w warunkach bojowych, a także efektywne i bezpieczne udzielenie pomocy medycznej. W procesie opracowywania projektu budowy jednostki średniej wielkości należy przewidzieć minimum następujący zestaw pomieszczeń:

- ambulatorium lekarskie z małą salą opatrunkowo-zabiegową wyposażoną w podstawowy sprzęt do udzielania pierwszej ambulatoryjnej pomocy lekarskiej, w tym tzw. małej chirurgii;
- minimum 3 łóżkowe pomieszczenie dla chorych z pełnym węzłem sanitarnym;
- magazynek leków i sprzętu medycznego;
- pomieszczenie dla lekarza okrętowego i podoficera sanitarnego;
- pomieszczenie z wanną dla leczenia poparzonych.

**29.4** Na każdym okręcie, o ile nie ma specjalnych wymagań dotyczących węzłów szpitalnych stałych, należy przewidzieć możliwość adaptacji pomieszczeń służbowych i mieszkalnych (pasażerskich) do wykorzystania jako sale zabiegowe oraz jako szpitalne w przypadku większej ilości zachorowań bądź urazów.

**29.5** Rozplanowując pomieszczenia medyczne i towarzyszące należy dążyć do rozmieszczenia ich na poziomie pokładu śmigłowcowego lub jeśli okręt wyposażony jest w windy osobowe, pomieszczenia mogą być rozmieszczone niżej, natomiast wyjścia z wind powinny być na wprost wyjścia na pokłady.

**29.6** Na okręcie należy przewidzieć specjalnie przygotowane miejsce do ewakuacji ofiar działań bojowych.

**29.7** Na jednostkach większych z rozbudowaną funkcją medyczną okręt należy wyposażyć w system specjalnej wentylacji i klimatyzacji, również w systemie OPBMAR wraz z systemem filtracji powietrza dla sal operacyjnych zgodnie ze standardem szpitalnym.

**29.8** Praktycznie w projektowaniu węzłów medycznych zestaw (wykaz) pomieszczeń, ich wyposażenie oraz zakres świadczenia usług medycznych na okręcie należy przewidzieć na poziomie podstawowym, o ile nie określono tego inaczej w ZTT. Wielkość magazynów do przechowywania zapasów medycznych powinna być zgodna z wymaganiami Służby Zdrowia MW RP.

**29.9** Ogólne wymagania związane z wyposażeniem i lokalizacją węzła medycznego na okręcie oprócz wyżej wymienionych obejmują poniższe wymagania dodatkowe:

- węzeł medyczny należy rozmieścić jak najbliżej śródkręcia na pokładzie głównym lub powyżej z możliwością dostępu do środków transportu i ewakuacji medycznej;
- powinna istnieć łatwość dostępu dla wszystkich członków załogi i pasażerów;
- lokalizacja węzła powinna zapewnić minimalne ruchy okrętu na fali, a także powinna być w znacznej odległości od źródeł ciepła, hałasu i infekcji;
- dostęp do węzła powinien być zapewniony przy transporcie rannych na standardowych noszach ze wszystkich stref okrętu. Wymiary noszy ogólnego zastosowania wynoszą 2300 mm × 590 mm, co wymaga otworów drzwiowych w świetle około 700 mm i zapewnienie minimalnego promienia skrętu na załamaniach korytarzy około 3000 mm;
- węzły sanitarne powinny być zlokalizowane w rejonie węzłów medycznych lub w niedalekiej odległości;
- niewielka odległość od messy lub jadalni z wydzieleniem obsługujących je systemów i instalacji;
- węzeł należy wyposażać w odpowiedni zestaw mebli, sterylizatory, umywalki, lampę bezcieniową, stół operacyjny, niezbędne oświetlenie zasadnicze i awaryjne, środki łączności wewnętrznej oraz niezbędne zaplecze biurowe i magazynowe;
- stanowisko pierwszej pomocy medycznej powinno być rozmieszczone w miejscu z łatwym bezkolizyjnym dostępem, w obszarze chronionym od wiatru, fal, udarów, odłamków i zalewania, z łatwym dostępem dla noszy, o powierzchni około 2,5x3 m, z dostępem do ciepłej i zimnej wody, z dostępem do węzłów sanitarnych oraz dobrą wentylacją i oświetleniem, także awaryjnym. Pomieszczenie powinno być wyposażone w szafki i zaczepy na nosze oraz przechowywanie koców do okrywania chorych;
- wszystkie okręty powinny być wyposażone dodatkowo w lekkie okrętowe nosze transportowe, które powinny być rozmieszczone w miejscach dogodnych do natychmiastowego użycia i transportu rannych. Nosze takie nadają się do transportu w trudnych warunkach okrętowych, np. schodnie, trapy itp.

**29.10** Jeśli nie zostało to zdefiniowane w ZTT, do projektowania węzłów medycznych można wykorzystać postanowienia zawarte w Konwencjach i rekomendacjach ILO, Dyrektywach UE oraz Konwencjach i rekomendacjach IMO SOLAS, LSA, ISM i SAR oraz wymaganiach narodowych administracji. Określają one standardy wyposażenia oraz poziom opieki medycznej w zależności od wielkości jednostek, ilości osób na pokładzie oraz rejonów pływania, a ponadto określają wymagania organizacyjne i techniczne związane z projektowaniem i wyposażeniem kompleksowym węzłów medycznych, magazynów, przedstawiają system zarządzania służbą medyczną, scenariusze działania i zagrożenia, niezbędną dokumentację, systemy ewakuacji medycznej, wyposażenie w apteczki i ich zasadniczą zawartość itd.

**29.11** W projektowaniu okrętów wykorzystywane są poniższej wymienione zasadnicze Sojusznicze i narodowe standardy dotyczące kryteriów wyboru i doboru wyposażenia niezbędnego dla wsparcia medycznego okrętów wojennych:

- STANAG 1185 – Minimum essential medical and survival equipment ship life rafts including guidelines for survival at sea;
- STANAG 1208 – Minimum requirements of emergency medical supplies on board ships;
- STANAG 1269 – NATO handbook on maritime medicine – AMedP-11;
- STANAG 2061 – Procedures for disposition of allied patients by medical installations;
- STANAG 2068 – Emergency war surgery;
- STANAG 2127 – Medical surgical and dental instruments, equipment and supplies;
- STANAG 2128 – Medical and dental supply procedures;
- STANAG 2179 – Minimum requirements for medical care of woman aboard ships;
- STANAG 2228 – Allied joint medical support doctrine AJP-4.10;

- STANAG 2546 – Allied joint doctrine for medical evacuation AJMEDP-2, a ponadto szereg standardów związanych z projektowaniem okrętów wsparcia logistycznego.
- Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 4 marca 2016 r. (Dz.U. RP z 18 marca 2016 r. poz. 364) w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia, urządzenia i obiekty podmiotów leczniczych będących jednostkami budżetowymi i jednostkami wojskowymi, dla których podmiotem tworzącym jest Minister Obrony Narodowej.

### 30 OKRĘTOWA INFRASTRUKTURA LOTNICZA. ŚMIGŁOWCE

**30.1** Okręt posiadający okrętową infrastrukturę lotniczą musi spełniać wymagania w zakresie możliwości transportu śmigłowca o masie i zakresie odtwarzania jego gotowości technicznej i bojowej, zdefiniowanej w wymaganiach taktyczno-technicznych.

**30.2** Zdefiniować należy poziom i klasę infrastruktury oraz warunki wykonywania lotów, a także wymagania dotyczące HIFR, VERTREP oraz HOIST TRANSFER.

**30.3** Zdefiniować należy potrzebę budowy oraz wyposażenia hangaru.

**30.4** Infrastruktura w zakresie wymagań projektowych i certyfikacyjnych musi odpowiadać wymaganiom przepisów oraz spełniać wymagania NO-19-A206. Pomocniczy materiał mogą stanowić dokumenty standaryzacyjne NATO związane z operacjami lotniczymi z pokładów okrętów innych niż nosiciele lotnictwa.

#### 30.5 Śmigłowce

Podjęcie decyzji dotyczącej przyjęcia na okręt śmigłowca wiąże się z rezerwowaniem znacznych powierzchni pokładu na lądowisko, hangar i pomieszczenia obsługi śmigłowca, a ponadto z rezerwą wyporności i objętości (pomieszczenia obsługi, komory amunicyjne, hangar, magazyny na wyposażenie dodatkowe i obsługi śmigłowca, warsztaty, zbiorniki paliwa i innych mediów itp.). Szacuje się, że lądowisko może zająć dla średniego śmigłowca ok. nawet 25-30% długości okrętu, zwykle nie mniej niż 24 m wolnego pokładu. Wymagane przykładowe wielkości lądowiska oraz hangaru dla różnych typów śmigłowców morskich zamieszczono w tabeli 30.5.

**Tabela 30.5**

Lp.	Typ śmigłowca	Masa [kg]	Średnica wirnika [m]	Minimalna długość lądowiska [m]	Minimalna szerokość lądowiska [m]	Minimalna długość hangaru [m]	Minimalna szerokość hangaru [m]	Minimalna wysokość hangaru [m]
1	Aerospatiale Dauphin 2	3900	13,5	14,0	8,6	15,7	5,2	4,1
2	Westland Lynx	4880	12,8	14,0	7,6	12,6	4,9	3,9
3	Bell AB 212	5400	14,6	21,0	11,0	15,0/18,0	4,0	4,6
4	Kaman Seasprite	5800	13,4	18,5	8,0	12,9	4,2	5,6
5	Aerospatiale Super Puma	7800	15,6	17,3	10,5	14,5	5,3	4,6
6	Sikorsky Sea Hawk SH 60B	9070	16,4	19,0	10,9	14,5	5,3	4,6
7	Westland Sea King	9300	18,9	22,0	10,0	16,4	7,0	5,7
8	Westland EH 101	13 000	18,6	20,0	10,1	17,9	7,5	5,8

W przypadku braku parametrów dotyczących specyficznych danych śmigłowców determinujących warunki lądowania i startu śmigłowców z okrętu można przyjąć powszechnie stosowane następujące kryteria, będące średnimi wartościami parametrów dynamiki ruchu okrętu:

- kołysanie poprzeczne 5°,
  - kołysanie wzdłużne 2°,
  - prędkość pionowa 2 m/s,
  - przyspieszenie pionowe 0,2 g.
- najkorzystniejszym z punktu widzenia ruchów pokładu i korzystnych warunków lądowania na pokładach okrętów jest rozmieszczenie lądowiska w rejonie środka kołysania okrętu.

**30.6** Szczegółowe warunki współpracy okrętu ze statkiem powietrznym powinny być wyspecyfikowane w założeniach do projektowania, wydane przez zamawiającego, zaś do projektowania i certyfikacji polskich okrętów należy stosować wymagania techniczne i organizacyjne zawarte w NO-19-A206, oparte na Publikacji – Helicopter Operations from Ships Other Than Aircraft Carriers (HOSTAC). W odbiorach można również, jeśli byłby taki wymóg, posługiwać się standardami sojuszniczymi i innymi przepisami, w tym standardem dla platform morskich CAP 437 oraz Ustawą Prawo Lotnicze zawierającą postanowienia ICAO. W odniesieniu do paliwa stosowanego dla śmigłowców obowiązuje norma obronna NO-91-A268.

**30.7** Stosowanie bezpilotowych statków powietrznych (BSP) i dedykowana im okrętowa infrastruktura lotnicza generalnie powinna być zgodna z wymaganiami NO-19-A206 oraz szczegółowymi warunkami technicznymi przedstawionymi przez dostawców BSP oraz Zamawiającego/Geostora sprzętu.

**30.8** Kwestie wytrzymałości i konstrukcji pokładów śmigłowcowych, systemów mocowania śmigłowców, pokryw pokładów, instalacji i wyposażenia przeciwpożarowego, zbiorników, systemów tankowania śmigłowców itp. podlegają wymaganiom normy NO-19-A206, standardom sojuszniczym oraz stosownym przepisom PRS, w tym PKiBOW, a w szczególności: Cz. I – Zasady sprawowania nadzorów i klasyfikacji, Rozdz. 10 – Certyfikacja infrastruktury technicznej okrętu, Cz. II – Kadłub, Rozdz. 8 – Lądowiska śmigłowców i płaszczyzny VERTREP, Cz. III – Wyposażenie kadłuba, Rozdz. 14 – Lądowiska śmigłowców i płaszczyzny VERTREP. Niezależnie od tego w ANEP-77 w części dot. Aviation zawarto wiele wskazówek i wytycznych dot. operacji lotniczych z pokładów okrętów. Do specjalnego użytku mogą mieć zastosowanie NATO Standard AJP-3.3.3 – Allied joint doctrine for air-maritime coordination, NATO Standard MPP-02.3.5 – Standardized deck marking for through-deck and aircraft carrier flight decks, SOLAS Chapter II-2, IMO Resolution A.855(20), UK MoD Def.Std.00-133, BV 4950/1-1, Air Capable Ship Aviation Facilities Bulletin No. 1H, Bulletin 1J oraz wiele przedmiotowych STANAG. Stosowanie systemów wspomaganie lądowania i kotwiczenia śmigłowców należy zawrzeć w wymaganiach taktyczno-technicznych dla okrętu, specyfikując ich rodzaj oraz wymagania dodatkowe, poza standardowym zakresem dokumentacyjnym dostarczonym przez dostawcę systemu. Stosowanie systemów mocowania typu „harpoon” jest zdefiniowane w NO-19-A206 oraz w PKiBOW, Cz. III, Rozdz.14.

**30.9** Równie ważnym elementem wyboru płaszczyzny pokładu przeznaczonej do operacji z użyciem śmigłowców, a mającym bardzo istotny wpływ na architekturę okrętu i rozwiązania instalacji i systemów okrętowych, jest określenie wpływu trójwymiarowego (przestrzennego w 3D) pola prędkości opływu powietrza oraz pole i rozkład temperatury w rejonie lądowiska, również w przestrzeni w rejonie lądowiska. Od parametrów tych pól zależy bezpieczeństwo wykonywania operacji lotniczych z i na pokładach okrętów (wytrącenie z równowagi śmigłowca). Innym czynnikiem mającym wpływ na te operacje jest wysokość usytuowania lądowiska z uwagi na powstającą mgłę wodną, wytwarzaną w trakcie operacji lądowania lub startu, w korelacji z naturalnym zjawiskiem powstawania bryzgów wody i aerozolem w trakcie pracy okrętu na sfalowanym morzu oraz wydechem



spalin, szczególnie za burtę czy z pawęży. Określenie optymalnego położenia płaszczyzny lądowiska powinno być przedmiotem badań opływu nadbudówek wraz z rejonami pokładów lotniczych w tunelach aerodynamicznych, w celu określenia kierunku i pola prędkości (zawirowań w rejonie lądowiska) w 3D opływu, dla stworzenia tzw. „koperty wiatru” – dokumentu ważnego dla załogi śmigłowca. Pole temperaturowe ma istotny wpływ (wrażliwość turbin śmigłowców na zmienną gęstość zasysanego powietrza i możliwy spadek ciągu-utraty mocy) szczególnie dla okrętów z napędem turbinami gazowymi, szczególnie przy pracy bez schładzania spalin.

### 31 UZUPEŁNIANIE ZAPASÓW – SYSTEM ZAOPATRYWANIA

Kompleksowe i efektywne wsparcie logistyczne oraz organizacja odpowiedniego systemu dowodzenia jest niezbędnym i zasadniczym czynnikiem determinującym pomyślność wszelkich operacji i misji prowadzonych przez siły biorące udział w operacjach połączonych. Działania sił komponentu morskiego, w szczególności jednostek mniejszych, w rejonach oddalonych od macierzystych baz zaopatrzenia wymagają kompleksowego wsparcia logistycznego w celu uzupełnienia zapasów bytowych, paliwa, olejów, smarów, amunicji, części zamiennych itp. w celu odtworzenia gotowości bojowej i zapewnienia możliwości realizacji operacji morskich. Przyjęte w tym obszarze standardy, odnoszące się do sił morskich, wynikają z różnych standardów sojuszniczych obejmujących procedury operacyjne, techniczne, materiałowe i organizacyjne, które tworzą ogólne wymagania interoperacyjności sił. Zgodnie z założeniami MARSTANS (p. 1.18 nin. Wytycznych), okręty, które osiągnęły gotowość do realizacji działań powinny być w pełnej gotowości eksploatacyjnej i do działań bojowych z wymaganymi zapasami niezbędnymi do realizacji zadań, zaś załogi powinny znać procedury, systemy komunikowania się, i powinny uzyskać zweryfikowany poziom interoperacyjności w kompleksowym systemie zdolności.

System uzupełniania zapasów okrętu w porcie i w morzu należy projektować zgodnie z Przepisami KiBOW, Cz. I, Rozdz.10, Cz. III, Rozdz. 16 oraz zgodnie z zaleceniami zawartymi w STANAG i EXTAC dot. sposobów i metod realizacji przeładunków (RAS i VERTREP). Stanowiska do realizacji procesu przeładunków muszą być specjalnie przygotowane i muszą zapewnić bezpieczną pracę załogi. W opracowywaniu systemu należy zapewnić dostęp do ładunków dostarczanych i przygotowywanych do transportu oraz zapewnić bezkolizyjne drogi transportowe do miejsc ich przechowywania.

Dla wszystkich jednostek projektowanych należy przewidzieć, o ile inaczej nie przewidziano w ZTT, następujące systemy zaopatrywania (przeładunków):

- dla ładunków płynnych: metodą “burta - burta” (trawersowy) z obu burt przy stanie morza do 5 oraz “za rufą” (kilwaterowy) do stanu morza 6;
- dla ładunków stałych o masie zwykle do 250 kg z obu burt – z wykorzystaniem lekkich urządzeń, używanych powszechnie na okrętach Sił Morskich NATO;
- pionowy ze śmigłowców obejmujący odbiory i dostawę wyposażenia, materiałów, amunicji i ludzi na specjalnie przygotowane stanowisko;
- standardowe (klasyczne) systemy przeładunkowe z użyciem dźwigów pokładowych, żurawików, ramp itp. zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami zawartymi w stosownych publikacjach oraz przepisach przedmiotowych.

### 32 OCHRONA ŚRODOWISKA

Okręt powinien być wyposażony w odpowiednie systemy, urządzenia i sprzęt zapewniający ochronę środowiska morskiego zgodnie z obowiązującymi przepisami krajowymi i międzynarodowymi, przytoczonymi w części X Przepisów KiBOW (Konwencje: SOLAS i MARPOL).

Dotyczy to takich zagadnień jak:

- możliwość oczyszczania wód zęzowych i zdawania zanieczyszczeń na ląd;

- utylizacja fekalii;
- utylizacja śmieci i odpadków;
- możliwość oczyszczania lub przechowywania ścieków szarych i zdawania na ląd.

W projektowaniu instalacji, wyposażenia oraz organizacji systemu ochrony środowiska na okręcie należy oprócz wymienionych wyżej standardów oprzeć się na postanowieniach opracowanych przez zespół roboczy ds. ochrony środowiska, pracujący w ramach INSA. Do istotnych dokumentów należą publikacje:

- NATO-AMEPP-4 Guidance for the Integration of Maritime Environmental Protection (MEP) Functional Requirements into a Ship Design. Ten AMEPP, o którym mowa w ANEP-24 jest częścią serii AMEPP dotyczącej MEP, która obejmuje następujące dokumenty uzupełniające:
  - AMEPP 1 NATO navy pollution abatement policies,
  - AMEPP 2: National navy regulation for the disposal of waste,
  - AMEPP 3: Shipboard pollution abatement equipment catalogue,
  - AMEPP 4: The present AMEPP in replacement of the« ship design guidance,
  - AMEPP 5: Ozone depleting substitute solvent and cleaning agent alternatives,
  - AMEPP 6: Hazardous materials offload guide,
  - AMEPP 7: Glossary of terms and definitions in the AMEPP series.

Niektóre dane dotyczące możliwych scenariuszy i technologii są również przedstawione w raporcie NIAG D(96)1 dotyczącym „studium wykonalności natowskiego przyjaznego dla środowiska okrętu XXI wieku”.

Inne dokumenty, takie jak STANAG 4167 (NATO Pollutant Discharge Connection for Sewage and for Oily Water) są bezpośrednio powiązane z niniejszym AMEPP 4.

- AJEPP-4 – Joint NATO Doctrine for Environmental Protection During NATO-LED Military Activities;
- ANEP-24 – Guidelines for Shipboard Habitability Requirements for Combatant Surface Ships;
- ANEP-25 – Guidelines for Environmental Factors in NATO Surface Ships (Acoustical, Climatic, Vibration, Colour, Illumination);
- ANEP-26 – Ergonomic Data for Shipboard Space Design in NATO Surface Ships.

### **33 WYMAGANIA DOTYCZĄCE RODZAJÓW ZABEZPIECZEŃ, W TYM LOGISTYCZNEGO**

Bardzo istotnym zagadnieniem stanowiącym nieodłączną część projektowania okrętu, jak również zapewnienia jego eksploatacji jest stworzenie zintegrowanego systemu logistycznego dla konkretnego typu okrętu, grupy i zespołu okrętów. Kwestiom tym należy nadać wysoki priorytet na etapie ofertowania, a później kontraktacji jednostek, szczególnie zamawianych poza granicami kraju, względnie realizowanych kontraktów z udziałem partnerów strategicznych. ILS (Integrated Logistic System) musi obejmować wszystkie działy okrętowe oraz okręt jako całość i musi być jasno zdefiniowany w warunkach do zamówienia.

Pakiet logistyczny powinien zapewnić co najmniej:

- usługi gwarancyjne i bieżące serwisowanie okrętu i jego systemów;
- możliwość rozwoju i modernizacji systemów w oparciu o tworzone specjalistyczne ośrodki w bazach brzegowych;
- szkolenie techniczne;
- naprawy i obsługę w oparciu o zestaw części zamiennych, podzespołów i materiałów eksploatacyjnych, przy czym zestaw części zamiennych powinien odpowiadać przyjętym w SZ RP(MWRP) poziomom:
  - taktyczny (zapas okrętowy),

- taktyczny dla pododdziałów remontowych WRTM,
- strategiczno-operacyjny w pododdziałach remontowych jednostek logistycznych oraz
- polityczno-wojskowy oparty o strategiczne zasoby gospodarki narodowej;
- wyposażenie obsługowo-naprawcze;
- sprzęt i wyposażenie obsługi brzegowej;
- wsparcie techniczne i informatyczne eksploatacji.

Kwestiom zasadniczego planowania zabezpieczenia logistycznego okrętów poświęcone są dokumenty tzw. standardy morskie – MARSTANS (p. 1.18 nin. Wytycznych), definiujące podstawowe wymagania taktyczne, techniczne i organizacyjne wymagane od okrętów sojusznicznych w celu zapewnienia ich interoperacyjności i kompatybilności sprzętowej, a także wymagań dotyczących ciągłego zabezpieczenia logistycznego, wyposażenia w sprzęt OPA, zdolności odtwarzania gotowości technicznej i bojowej okrętu własnymi siłami, zaopatrywania itd.

W odniesieniu do systemu metrologicznego w SZ RP, a szczególnie wyposażenia jednostek pływających MW RP, wszystkie urządzenia oraz instalacje pomiarowe i sygnalizacyjne okrętów powinny odpowiadać oraz spełniać wymagania stosownych norm i przepisów resortowych oraz postanowień PKiBOW. Wszystkie nowe urządzenia i przyrządy pomiarowe muszą posiadać aktualne metryki i świadectwa pomiarowe, zaś wszystkie zainstalowane na urządzeniach i mechanizmach muszą posiadać aktualne dokumenty z terminami ważności. W eksploatacji i planowaniu remontów, badaniach i przeglądach okrętów należy przeprowadzać przeglądy metrologiczne związane z okresowymi cyklami przeglądów okrętów, zakładając, że przeglądy klasowe okrętów związane będą z demontażami oraz legalizacją przyrządów kontrolno-pomiarowych. W celu usprawnienia procesu nadzoru metrologicznego „w ruchu”, a ponadto wykonywania pomiarów i diagnostyki instalacji oraz urządzeń, należy przewidzieć w instalacjach, na rurociągach i na urządzeniach możliwość zainstalowania króćców do doraźnego montażu przyrządów kontrolno-pomiarowych do weryfikacji wskazań zainstalowanych przyrządów bez ich demontażu do sprawdzenia. Obsługę metrologiczną przyrządów kontrolno-pomiarowych w eksploatacji zwyczajowo zapewnia gestor sprzętu. Działalność metrologiczną w resorcie obrony narodowej regulują przepisy i decyzje MON, w tym kluczowa Decyzja Nr 209 /MON MINISTRA OBRONY NARODOWEJ z dnia 12 czerwca 2015 r. w sprawie działalności metrologicznej w resorcie obrony narodowej (Dziennik Urzędowy MON z dnia 15 czerwca 2015 r. Poz. 161) ujmująca ogół zagadnień w zakresie organizacji, trybu oraz sposobu działania w obszarze stosowanych metod i procedur oraz uprawnionych i upoważnionych jednostek organizacyjnych MON wykonujących usługi metrologiczne w SZRP. Szczegółowe wymagania oraz aktualne procedury, informacje i niezbędne standardy zamieszczono na stronie domowej Wojskowego Centrum Metrologii w Warszawie.

### **34 SYSTEMY WODOWANIA ŁODZI ABORDAŻOWYCH, ROBOCZYCH ORAZ DRONÓW NAWODNYCH ORAZ PODWODNYCH**

Kwestie związane z operacjami związanymi z obsługą łodzi roboczych i interwencyjnych oraz dronów nawodnych i podwodnych powinny być jednoznacznie określone w ZTT okrętu. Ogólne wymagania dotyczące operowania łodziami zawarte są w Cz. III PKiBOW w Rozdz.16, zaś dla operowania dronami wymagania powinny być określone w dokumentacji stanowiącej podstawę przyjęcia jako wyposażenia etatowego na okręt wraz z całym systemem zabezpieczenia logistycznego oraz eksploatacyjnego. Kwestia bojowego użycia zawarta musi być w dokumentacji szkoleniowej oraz kompletnej dokumentacji i formularzach taktyczno-technicznych sprzętu. Projektowanie ramp oraz wrót zamykających pomieszczenia do przechowywania łodzi musi uwzględniać warunki środowiskowe oraz klimatyczne występujące w rejonie operowania okrętów. Najogólniej rampy projektowane są jako płaskie z kołyskami rurowymi dla łodzi typu RHIB oraz jako systemowe z systemem ślizgowym wykonanym lub pokrytym materiałami o zmniejszonym tarciu (wykładziny Ultra-Poly, Teflon lub inne) lub rolkowym dla transportu łodzi większych i hybrydowych. Pochylenie ramp jest

w przedziale 7-18 stopni pozwalającym na podejmowanie łodzi z pozycji pływania, przy czym wodowanie i lądowanie w ładowni przy pochyleniach rampy powyżej 12 stopni można realizować samodzielnie przez obsady łodzi bez stosowania dodatkowych środków technicznych. W projektowaniu należy uwzględnić wymiary wlotów do ładowni, wysokość wlotów uwzględniającą falowanie i ruchy łodzi, zanurzenie dolnej krawędzi otworu wlotowego do ładowni, w tym w aspekcie ewentualności wchodzenia lodu do ładowni, systemy odladzania, luzy w świetle wlotu do ładowni, konieczność zaoblania wszelkich krawędzi i elementów wyposażenia zapobiegających uszkodzeniom i awariom w trakcie operacji na sfalowanym morzu, sposób mocowania łodzi, zwalniania systemu mocowania, sposób naprowadzania łodzi do wlotu ładowni i na rampę.

Projektowanie systemu zwykle prowadzone jest poprzez modelowanie operacji oraz programy symulacyjne uwzględniające ruchy okrętu i ruchy łodzi w różnych warunkach środowiskowych. Ważnym czynnikiem jest zastosowany układ napędowy łodzi, a ponadto prędkość okrętu nosiciela łodzi oraz układ falowy powstający za rufą okrętu w zakresie najczęściej stosowanych prędkości w operacjach wodowania i podejmowania łodzi w przedziale 3-6 węzłów.

**ZAŁĄCZNIK 1**

Przykładowy zakres dokumentacji projektu koncepcyjnego:

1. Dokumentacja okrętu zawiera informacje odnoszące się do wszystkich wymagań ujętych w WS (wymaganiach sprzętowych).

W skład dokumentacji wchodzi co najmniej:

- analiza możliwości osiągnięcia parametrów technicznych okrętu niezbędnych do spełnienia wymagań ujętych w WS w zakresie dostępnych na rynku technologii, popartą w razie potrzeby badaniami elementów modelowych (demonstrantów technologii), obliczeniami, symulacjami wraz z ewentualną propozycją weryfikacji tych parametrów i uzasadnieniem (Decyzja nr 116/MON z dn. 1 września 2021 r., §40),
- identyfikacja problemów dotyczących kompatybilności, interoperacyjności, weryfikacji, bezpieczeństwa teleinformatycznego, ochrony informacji, zabezpieczenia metrologicznego oraz kodyfikacji i standaryzacji, w tym koniecznych do zastosowania norm krajowych, międzynarodowych i właściwych dokumentów standaryzujących NATO (Decyzja nr 116/MON z dn. 1 września 2021 r., § 40),
- propozycja rozwiązań technicznych okrętu spełniających wymagania ujęte w WS, w razie potrzeby rozwiązań wariantowych,
- rekomendacja optymalnego rozwiązania technicznego okrętu w szczególności z uwzględnieniem aspektów finansowych i technicznych,
- szczegółowa specyfikacja techniczna rozwiązania optymalnego, w tym:
  - plan ogólny,
  - opis techniczny,
  - analizy i obliczenia projektowe (wg spirali projektowej),
  - wstępne linie teoretyczne,
  - plan uzbrojenia i wyposażenia specjalnego,
  - plan siłowni,
  - bilans energetyczny,
  - wykaz zasadniczych maszyn i urządzeń,
  - wstępna analiza żywotności okrętu, w tym analiza systemów okrętowych, podział na strefy pożarowe, wentylacji, filtrowentylacji, przedziały wodoszczelne, redundancja urządzeń,
  - zakładane położenie linii bezpieczeństwa (linii granicznej wodoszczelności),
  - analiza systemów redukcji pól fizycznych,
  - wykaz norm, przepisów i standardów do zastosowania w projekcie,
  - zakres badań i prób.

2. Propozycje dotyczące wykonania związanych prac badawczo-projektowych/badań modelowych, w tym prototypowych systemów, urządzeń i oprogramowania.
3. Propozycje dot. zakresu stosowania urządzeń/wyposażenia COTS.
4. Wstępna wycena kosztów w całym cyklu projektowania, budowy i eksploatacji.
5. Wstępny harmonogram realizacji projektowania i budowy okrętu.

Wykaz nie obejmuje analiz systemów dowodzenia, obserwacji i rozpoznania, systemów walki oraz pozostałych systemów natury militarnej.



## ZAŁĄCZNIK 2

Przykładowy zakres dokumentacji projektu wstępnego:

1. Założenia projektowe okrętu (ZTT).
2. Obliczenia projektowe wstępne.
3. Opis techniczny.
4. Plan ogólny.
5. Plan zbiorników.
6. Linie teoretyczne. Tabela kształtu kadłuba.
7. Wyniki obliczeń hydrostatycznych.
8. Informacja o stateczności.
9. Informacja o niezatapialności i stateczności awaryjnej.
10. Ustalenie położenia linii bezpieczeństwa (linii granicznej wodoszczelności).
11. Plan otworów do obliczania wolnej burty.
12. Obliczenia wolnej burty i/lub analiza właściwości morskich okrętów zgodnie z wymaganiami NATO STANAG 4154.
13. Plan otworów mających wpływ na niezatapialność.
14. Zestawienie mas i obliczenia środka ciężkości okrętu.
15. Analiza systemów okrętowych dla zapewnienia wymaganej żywotności okrętu (w tym redundancji systemów i urządzeń).
16. Obliczenia i analizy wytrzymałości konstrukcji okrętu.
17. Zład wzdłużny.
18. Zład poprzeczny.
19. Konstrukcja części skrajnych okrętu.
20. Plan siłowni.
21. Plan systemów sterowania okrętem.
22. Bilans energetyczny.
23. Specyfikacja materiałowa.
24. Program badań modelowych i symulacji i wykonania oprogramowania.
25. Wykaz maszyn, urządzeń i wyposażenia.
26. Harmonogram opracowania dokumentacji.
27. Harmonogram budowy okrętu.
28. Wycena kosztów w całym cyklu projektowania i budowy okrętu.
29. Plan ochrony przeciwpożarowej okrętu (z podziałem na strefy).
30. Plan wentylacji i filtrowentylacji (z podziałem na strefy).
31. Plan ochrony przeciwwawaryjnej okrętu.
32. Plan pomieszczeń zagrożonych wybuchem.
33. Plan OPBMAR.
34. Plan instalacji spłukiwania okrętu.
35. Obliczenia drgań ogólnych i lokalnych kadłuba.
36. Linia wałów.
37. Obliczenia drgań skrętnych i giętnych wału.
38. Plan demontażu urządzeń w siłowni.
39. Schemat zasadniczy rozdziału energii elektrycznej.
40. Schemat zasadniczy sieci awaryjnej.
41. Schemat funkcjonalny automatyki napędu głównego i mechanizmów siłowni.
42. Schemat funkcjonalny automatyki instalacji ogólnokrętowych.
43. Schemat zasadniczy Zintegrowanego Systemu Kontroli i Monitoringu Systemów Okrętowych (IMCS lub IPMS) (jeśli ma zastosowanie).
44. Schemat zasadniczy urządzeń informatycznych.

45. Schemat zasadniczy lokalnej sieci komputerowej (LAN) (jeżeli ma zastosowanie).
46. Schemat zasadniczy urządzeń nawigacyjnych.
47. Rozmieszczenie wyposażenia nawigacyjnego.
48. Schemat zasadniczy łączności przewodowej.
49. Schemat zasadniczy instalacji rozgłośni.
50. Schemat zasadniczy instalacji urządzeń radiokomunikacyjnych.
51. Rozmieszczenie anten, świateł nawigacyjnych i pokładowych.
52. Obliczenia urządzeń sterowych.
53. Plan urządzeń maszynowni chłodniczej.
54. Plan instalacji zęzowo-balastowej.
55. Plan instalacji odwadniającej.
56. Schemat zasadniczy urządzeń awaryjnego wyrównywania przechyłów.
57. Schemat zasadniczy urządzeń stabilizacji kołysań.
58. Plan instalacji transportu paliwa.
59. Plan instalacji gaśniczych.
60. Plan instalacji hydraulicznej napędów i sterowania.
61. Plan instalacji pneumatycznej napędów i sterowania.
62. Plan urządzenia kotwicznego.
63. Plan urządzenia cumowniczego.
64. Plan urządzenia holowniczego.
65. Plan urządzeń ładunkowych/przeładunkowych (w tym RAS).
66. Plan urządzeń transportu wewnętrznego/przemieszczania osób, ładunku, amunicji, itp.
67. Plan lądowiska, hangaru, urządzeń i środków przyjmowania i mocowania aparatów latających.
68. Plan rozmieszczenia i mocowania przewożonego ładunku.
69. Wykaz inwentarza i części zapasowych.
70. Plan urządzeń i rozmieszczenia łodzi roboczych i interwencyjnych.
71. Prognoza hałasów i zalecenia.
72. Plan urządzeń ratunkowych i ratowniczych.
73. Plan izolacji wewnętrznej pomieszczeń.
74. Projekt architektury wnętrza.
75. Wstępny Plan Jakości dla projektowania i budowy okrętu.
76. Plan wyposażenia i urządzeń w zakresie ochrony środowiska naturalnego.
77. Schemat zasadniczy instalacji szkoleniowo-treningowych.
78. Sprawozdania i inne dokumenty z badań modelowych, symulacji, analiz i ocen technicznych, które są przewidziane do wykonania na etapie PW.
79. Zakres badań kwalifikacyjnych.

Wykaz nie obejmuje systemów dowodzenia, obserwacji i rozpoznania, systemów walki, planu osłon ochrony przeciwbalistycznej, analizy systemów redukcji pól fizycznych, militarnej części LAN, militarnych systemów łączności i wymiany danych oraz pozostałych systemów natury militarnej.