Modularna architektura statków pomocniczych floty *offshore*.

Analiza projektowa możliwości modułowej standaryzacji architektury statków na przykładzie floty pomocniczej morskiego przemysłu wydobywczego.

Nowy standard nadbudówek statków floty *offshore*.

rozprawa doktorska
promotor: dr hab. Jarosław Szymański
autor: mgr Paweł Gełesz

Akademia Sztuk Pięknych w Gdańsku
Wydział Architektury i Wzornictwa
Pracownia Architektury Okrętów

Gdańsk 2013

Do projektowania należy podchodzić ze skromnością wynikającą z naszych niewielkich umiejętności przewidywania przyszłości i jeszcze mniejszych - do jej rozsądnego kontrolowania.

Dobry projekt to decyzje i wybory, które nie przesądzają wyborów naszych następców.

Herbert A. Simon

1.0 | motywacja do podjęcia tematu ... 7
1.1 | cel pracy ... 11
1.2 | hipotezy pracy ... 11
2.0 | doświadczenia osobiste - czyli dwa polskie projekty statków typu ahts ... 15
3.0 | AHTS – taksonomia typu ... 23
3.1 | pionierzy wydobycia ... 23
3.2 | wzorzec statku do obsługi platform ... 27
3.3 | kotwiczenie platform ... 31
3.4 | morze północne ... 33
3.5 | norweskie innowacje ... 35
3.6 | podsumowanie rozdziału ... 37
4.0 | współczesna postać ahts–ów ... 43
4.1 | struktura funkcjonalna statku ... 53
5.0 | przegląd najciekawszych projektów ostatnich lat ... 57
5.1 | najnowsze koncepcja oraz przyszłość floty ahts ... 67
5.2 | podsumowanie rozdziału ... 71
6.0 | systematyka nadbudów ahts-ów ... 75
6.2 | wielość nadbudowy ... 77
6.3 | struktura funkcjonalna nadbudówek ... 77
6.4 | struktura użytkowa nadbudowy ... 79
6.5 | struktura organizacyjna załogi ... 91
6.6 | praca na pokładzie ahts-a ... 91
6.7 | podsumowanie rozdziału ... 91
7.0 | modułowa budowa i wyposażenie statków ... 93
7.1 | modułowe projektowanie statków ... 97
7.2 | modułowe okręty ... 99
7.3 | modularność z punktu widzenia Armatora ... 101
7.4 | podsumowanie rozdziału ... 101
8.0 | opis studium projektowego ... 103
8.1 | założenia i cele ... 103
8.2 | opis struktury funkcjonalnej – nośniki funkcji ... 105
8.2.1 | system ergonomiczny – blok mieszkalny ... 105
8.2.2 | system ergonomiczny – blok rekreacyjny ... 105
8.2.3 | system techniczny – kadłub i jego wnętrze ... 107
8.2.4 | system funkcjonalny ... 107
8.3 | struktura zasadnicza – opis ... 109
krok 1. blok wciągarki ... 109
krok 2. hangar ... 109
krok 3. blok mieszkalny i wypoczynkowy ... 109
krok 4. moduł dowodzenia ... 111
krok 5. otwarty pokład roboczy ... 111
krok 6. komunikacja pionowa ... 111
8.4 | podsumowanie rozdziału ... 111
9.0 | wygląd statku ... 115
10.0 | zakończenie ... 117

załączniki ... 119
piśmiennictwo ... 123

1.0 | motywacja do podjęcia tematu

W przeciwieństwie do statku pasażerskiego statki niepasażerskie nie powstają aby wprost spełnić potrzeby społeczne. Statki niepasażerskie nie są istotnym czynnikiem kształtującym społeczeństwo, gdyż nie zapewniają mu możliwość przemieszania się, kontaktowania się ludzi bezpośrednio. Statek niepasażerski nie jest też ważnym elementem kultury materialnej, ani też czynnikiem kształtującym stylistyczne trendy. Statek niepasażerski trudno poznać, polubić, zobaczyć, czy fotografować. Czym więc jest statek niepasażerski?, dla kogo powstaje? Przede wszystkim jest narzędziem, dzięki któremu możliwym jest wykonywanie prac w stale niebezpiecznym i wrogim człowiekowi środowisku. W ujęciu strukturalnym niezależnie od wielkości, typu czy przeznaczenia statek jest systemem, który z racji złożoności funkcjonalnej jest systemem o wyższym stopniu zorganizowania[1] składającym się z szeregu wzajemnie powiązanych podsystemów[2].

W zależności od przeznaczenia statku składowe systemu zmieniają się. Inna też jest ich wzajemna sieć powiązań przekładająca się na strukturę. Inaczej wygląda struktura zasadnicza i funkcjonalna (poszczególne funkcje składowe i ich nośniki)[3] systemu statku pasażerskiego, okrętu wojennego, czy statku technicznego - niepasażerskiego. System pasażerski budują dwa główne podsystemy. Pierwszy związany z mobilnością statku - nazwijmy go ogólnookrętowym lub technicznym, jego rola jest kluczowa dla bezpieczeństwa całego systemu. Drugi podsystem związany jest z obecnością człowieka na statku - nazwijmy go ergonomicznym[4]. Jego fundamentalną rolą jest wpływanie na pozostałe podsystemy statku w celu dostosowania ich (a przez to całego systemu) do potrzeb i wymogów bezpośredniego użytkownika - człowieka na statku. Ważnym dla systemu pasażerskiego jest fakt, iż istotą jego działania jest obsługa człowieka[5].

Nieco inaczej kształtuje się istota systemu niepasażerskiego gdyż celem, dla którego projektowany jest statek niepasażerski, jest wykonywanie postawionych przed nim zadań technicznych bądź przemysłowych. Punktem odniesienia jest tu technologia procesu pracy[6], a nie wprost potrzeby człowieka. Dlatego też w skład systemu niepasażerskiego wchodzi trzeci element składowy - podsystem funkcjonalny związany z technologią procesu pracy statku.

Konieczność pogodzenia w jednym systemie uwarunkowań technicznych, funkcjonalnych i ergonomicznych czyni z projektowania statków niepasażerskich zadanie wyjątkowe. Cechą szczególną ich procesu projektowania jest hierarchia ważności podsystemów składowych. W zależności od typu statku niepasażerskiego lub technologii procesu, na pierwsze miejsce wysuwa się albo podsystem techniczny, albo funkcjonalny. Podsystem ergonomiczny jest (niestety) podrzędny. Wynika to z roli człowieka na statku niepasażerskim, nie jest on podmiotem systemu, jest (tylko) jego elementem. Ponadto, w przeciwieństwie do statków pasażerskich, w których podsystem ergonomiczny jest dominujący, na statku niepasażerskim sfera człowieka często stoi w sprzeczności z wymogami podsystemów technicznych i funkcjonalnych. Tak rodzi się konflikt, którego przegraną jest zwykle bezpośredni użytkownik systemu - marynarz. Konflikt ten można rozwiązać na wiele sposobów: poprzez eliminację bezpośredniego udziału człowieka w systemie tworząc bezzałogowego pływającego drona (obecnie taka możliwość pozostaje w sferze koncepcji) lub też poprzez próbę takiego zorganizowania systemu, aby możliwym było wypracowanie „złotego środka" godzącego podsystemy w „idealny" statek niepasażerski.

---

1 *Ergonomiczna analiza statku w ujęciu systemowym i funkcjonalnym*, praca zbiorowa, Politechnika Gdańska, 1978, s. 143

2 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., *Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 55.

3 Tjalve E., *Projektowanie form wyrobów przemysłowych*, 1984, s. 20–21

4 *Ergonomiczna analiza statku w ujęciu systemowym i funkcjonalnym,* praca zbiorowa, Politechnika Gdańska, 1978, s. 9–10

5 Lerch A., *Architektura statków niepasażerskich. Inspiracje projektowe.* Okrętownictwo i żegluga, Gdańsk 2002, s. 22

6 *ibidem*., s.22

Wspólną cechą obydwu rodzajów statków: pasażerskiego i niepasażerskiego jest ich powiązanie z szerszym, nadrzędnym systemem - np. transportu morskiego, czy wydobycia węglowodorów z dna morza, który określa ramy funkcjonowania poszczególnych podsystemów.

W ujęciu idealistycznym projektant, czy raczej zespół projektujący statek niepasażerski, powinien umieć pogodzić stawiane statkowi przez zamawiającego wymagania funkcjonalne i techniczne z wymaganiami i potrzebami bezpośredniego użytkownika - załogi. Projektowanie statków niepasażerskich, podobnie jak wzornictwo przemysłowe polega na umiejętności twórczego pogodzenia tych często sprzecznych wymagań. Dlatego też, jak sądzę podjęcie „statkowego" tematu przez projektanta wzornictwa przemysłowego nie powinno być zaskoczeniem.

Moje osobiste doświadczenia wynikające z ponad 10 letniej praktyki zawodowej związanej z pracą w przemyśle okrętowym wskazują, iż każdy projekt obiektu pływającego niesie ze sobą swój własny, niepowtarzalny pakiet ograniczeń. W skrajnym przypadku np. statku wycieczkowego o długości bliskiej trzystu metrów możemy mówić, nie tyle o architekturze, co o „urbanistyce statku". Stopień złożoności struktury funkcjonalnej tak dużego systemu, ilość zaokrętowanych ludzi (nawet 5000 osób), mnogość funkcji czynią z wycieczkowca obiekt bliższy małemu miasteczku niż budynkowi. Zupełnie inaczej wygląda specyfika projektowania małych statków niepasażerskich np. holowników, czy pchaczy, którym zdecydowanie bliżej do porównań z „pływającym narzędziem", niż „pływającym miastem".

Projektowanie statków, w szczególności zaś statków niepasażerskich, jest oczywistym polem działań designerów, gdyż *kompleksowe kształtowanie systemu ergonomicznego jakim jest statek, nierozłącznie związane jest z warunkami przestrzennymi, które decydują o niezawodności działania systemu jako całości oraz komforcie działań człowieka w szczególności (…). Specyfika pracy człowieka na statku morskim, ograniczone gabaryty statku i jego pomieszczeń, a także ogrom funkcji nań realizowanych, nakładają szczególne zadania na projektantów i konstruktorów odpowiedzialnych za kształtowanie warunków przestrzennych na statku*[7].

Zdaję sobie sprawę z tego, że projekt statku, a w szczególności statku dużego nie jest pracą łatwą, ani tym bardziej jednoosobową. Do sprawnej pracy potrzebny jest interdyscyplinarny zespół projektowy. Dlatego też niniejsza praca ukazuje statek niepasażerski z punktu widzenia projektanta wzornictwa przemysłowego, dla którego punktem wyjścia do rozważań projektowych nad kompleksową strukturą systemów statku, jest rola i miejsce bezpośredniego użytkownika - marynarza, załoganta. Miejscem szczególnej koncentracji obecności ludzi na pokładzie statku niepasażerskiego jest rejon jego nadbudowy. Koncentracja ta, jest szczególnie widoczna w strukturze statków typu *ahts*[8] dlatego też, do celów niniejszej pracy postanowiłem zawęzić pole rozważań do tego typu statków niepasażerskich.

Ponadto wybór ahtsów, jako przedmiotu rozważań podyktowany jest także względami, które czynią ten typ statków jednym z najciekawszych z punktu widzenia projektanta. Po pierwsze ahtsy są jednym z najmłodszych typów statków stworzonych przez człowieka. W przeciwieństwie do np. kontenerowców ich postać nie osiągnęła jeszcze i prawdopodobnie nigdy nie osiągnie optymalnej postaci. Wynika to, ze stałej zmienności warunków, w jakich statki te muszą funkcjonować. Ropa naftowa wydobywana jest z coraz dalszych akwenów i z coraz większych głębokości. Powoduje to, potrzebę stałej adaptacji, jakiej poddawane są poszczególne elementy systemu wydobywczego – w tym także statki.

Po drugie zaś wypracowana przez prawie 50 lat charakterystyczna wielofunkcyjność ahtsów skutkuje wysokim stopniem skomplikowania ich struktury funkcjonalnej. Powoduje to znaczny wzrost

---

7 *Ergonomiczna analiza statku w ujęciu systemowym i funkcjonalnym*, praca zbiorowa, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1978, s. 91

8 *AHTS* – Skrót od angielskiego: *anchor handling, towing, supply vessel*. Statek do manewrowania kotwicami, holowania oraz zaopatrzenia platform wydobywczych. W niniejszym tekście skrótowiec *ahts* jest wymiennie używany z określeniami: statki serwisowe, serwisowce.

komplikacji zarówno na etapie projektowania statku, ale także w czasie jego wieloletniej eksploatacji. Wspomniany wcześniej konflikt między systemami technicznym, funkcjonalnym, a architektonicznym statku jest w przypadku ahtsów wyraźnie widoczny. Trzecią cechą charakteryzującą ahtsy jest właściwie nieograniczona warunkami pogodowymi zdolność nie tylko do bezpiecznego pływania, ale także do wykonywania pracy. Zdolność ta wymaga, moim zdaniem, nie tyle odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych, co przede wszystkim szczególnego traktowania załogi, która stale przebywa w stanie zagrożenia. Po czwarte zaś parametry użytkowe ahtsów, ich stosunkowo niewielkie wymiary pozycjonują je w polu zainteresowania designera.

Koncepcja niniejszej pracy zrodziła się w wyniku moich doświadczeń zawodowych. W latach 2001 –2006 współtworzyłem dwa różne, zrealizowane projekty statków klasy ahts. Realne ograniczenia, jakie wpłynęły zarówno na przebieg procesu projektowego oraz na postać powstałych w jego wyniku statków, stały się pretekstem do sformułowania tematu niniejszej pracy. Dzięki studyjnemu charakterowi praca ta, pozbawiona jest ograniczeń związanych z realną, rutynową praktyką zawodową, zaś jej koncepcyjny charakter sprzyja generowaniu rozwiązań, których celem nie jest tylko rozwiązanie konkretnych problemów (użytkowych, funkcjonalnych czy technicznych), ale przede wszystkim nakreślenie zarysu nowego modelu myślowego, który posłużyć może w przyszłości do stworzenia nowych, lepszych dla załóg statków.

1.1 | cel pracy

Rozwiązywanie w pierwszej kolejności problemów technicznych i funkcjonalnych statku w oczywisty sposób spycha na dalszy plan potrzeby człowieka znajdującego się na jego pokładzie. Podmiotem niniejszej pracy jest człowiek - marynarz, przedmiotem zaś, jego środowisko na pokładzie statku typu ahts.

Dlatego też, celem niniejszej pracy jest ukazanie możliwości projektowania architektury statków typu ahts, nie z punktu widzenia inżyniera rozwiązującego li tylko cząstkowe problemy, ale z punktu widzenia projektanta wzornictwa przemysłowego, uwzględniającego w swej pracy nie tylko ograniczenia technicznie i funkcjonalne, lecz przede wszystkim potrzeby człowieka. W pracy przedstawione zostaną czynniki wpływające na postać architektury statków ahts. W szczególności, skupię się na nadbudowie - czyli środowisku człowieka na statku.

By zrealizować założony cel koniecznym jest przeanalizowanie czynników, które wpłynęły na obecną postać systemu architektonicznego statków typu ahts. W tym celu dokonam analizy historycznej – taksonomii typu; przedstawię najciekawsze, moim zdaniem, współczesne rozwiązanie systemowe, omówię modułową technikę budowy i wyposażania statków oraz poddam analizie moje dwa zrealizowane projekty statków, które staną się podstawą do przygotowania autorskiej koncepcji nowego, modułowego standardu architektury statków typu ahts.

1.2 | hipotezy pracy

Obecna postać struktury zasadniczej i funkcjonalnej ahtsów jest wynikiem wieloletnich doświadczeń użytkowych jest kombinacją wielu sprawdzonych cząstkowych rozwiązań funkcjonalnych, technicznych i technologicznych. Zaś stosowany powszechnie model myślowy używany na etapie projektowania nowego statku jest wynikiem tej kombinacji. Ponadto czytelna jest tendencja do zwiększania ilości funkcji do jakich przeznaczony ma być ahts przy jednoczesnym oczekiwaniu redukcji kosztów jego projektu, budowy i eksploatacji. Oczekiwana przez użytkowników wielofunkcyjność często stoi w sprzeczności z możliwościami adaptacyjnymi typowych struktur ahtsów. Dlatego też uważam, że istnieje realna potrzeba oraz, że możliwym jest stworzenie nowego standardu strukturalnego i funkcjonalnego architektury statków typu ahts.

Główną hipotezą pracy jest możliwość zastosowania modułowych rozwiązań systemowych przy projektowaniu nowego, koncepcyjnego standardu architektury statków typu ahts, dzięki czemu nowy standard pozwoli na: uproszczenie struktury funkcjonalnej statku, uelastycznienie procesu projektowania, zbudowanie nowego, charakterystycznego wizerunku i co najważniejsze, zapewni poprawę warunków bytowych załóg.

„J. Hugo Roff Jr" pierwsza jednostka zbudowana wg projektu NED 8164 | fot. Grupa Remontowa

2.0 | doświadczenia osobiste - czyli dwa polskie projekty statków typu ahts

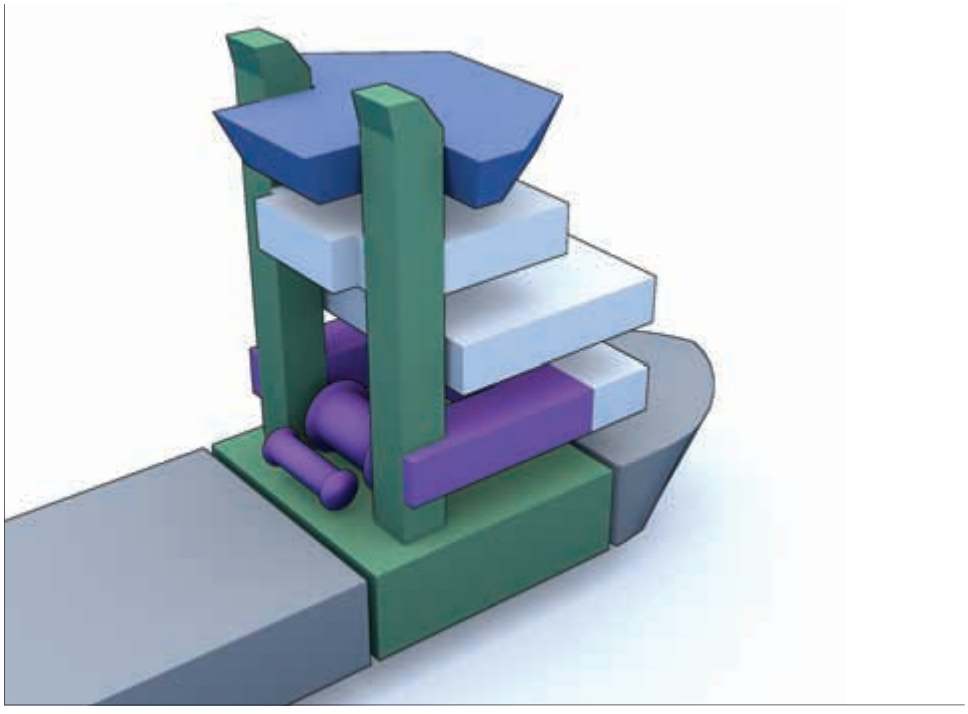
Jak już wspomniałem, w latach 2001–2006 miałem możliwość współtworzenia dwóch, różnych projektów statków typu ahts. W 2001 roku, bezpośrednio po obronie dyplomu w Akademii Sztuk Pięknych w Gdańsku rozpocząłem pracę, w nieistniejącym już, biurze projektowo-konstrukcyjnym należącym ówcześnie do Stoczni Północnej (obecnie Grupy Remontowa) – firmie NAVAL ENGEENIRING AND DESIGN SP. Z O.O.. Po wstępnym okresie terminowania zostałem przydzielony do pracy w nowo tworzonym Dziale Projektów Nowych. Ten niewielki zespół, składający się z 3 osób (teoretyka hydromechaniki statku, specjalisty od wyposażenia pokładowego oraz mnie) miał za zadanie współpracując z Generalnymi Projektantami Biura przygotowywać projekty koncepcyjne i ofertowe. Powołanie Zespołu zbiegło się w czasie z ogłoszeniem, przez ówcześnie największego światowego armatora floty statków *offshore* firmę TIDEWATER LLC z Nowego Orleanu, konkursu na projekt trzech typów jednostek typu ahts przeznaczonych do obsługi pól naftowych na zachodnich wodach Afryki. We wstępnych dokumentach TIDEWATER oczekiwał projektów statków o uciągu 80, 100 i 120 ton. Główną cechą, jakiej Armator oczekiwał od nowych statków, było wynikające ze specyfiki akwenu bardzo niskie zanurzenie przy czym inne, typowe w tej klasie statków parametry miały pozostać bez zmian. Wymóg ten jest trudny do spełnienia, jednakże pomimo braku doświadczenia w projektowaniu tego typu jednostek zarząd firmy podjął decyzję o powołaniu zespołu projektowego i rozpoczęciu prac nad projektami ofertowymi. W skład nowo powołanego zespołu celowego wszedł obok innych pracowni biura także Dział Projektów Nowych.

Od samego początku moja rola w pracy nad projektem podzielona była na trzy realizowane symultanicznie części. Pierwszą była rola autora koncepcji układu funkcjonalnego wnętrz mieszkalnych i bytowych załogi (rejon nadbudowy), druga była rola koordynatora odpowiedzialnego za wykonanie podstawowych rysunków wchodzących w skład oferty tj. planu ogólnego i rysunku wymiarowego, trzecia zaś, była rola projektanta wyglądu bryły statku. Ten trzeci składnik był bardzo istotny, gdyż zależało nam na tym, aby projekt nie tylko spełniał oczekiwane przez armatora parametry użytkowe, ale także, aby na tle innych ofert wyróżniał się pozytywnie swym wyglądem.

Przygotowany przez nas projekt powstał na podstawie wytycznych, jakie określił Armator. Wiele elementów wyposażenia statków, takich jak np. rodzaj wymaganych silników, układ przeniesienia napędu, ilość i wielkość poszczególnych kabin, czy pomieszczeń została precyzyjnie wyspecyfikowania i przedstawiona w stustronicowym dokumencie. Zadaniem zespołu projektowego było spełnienie tych oczekiwań. Prace nad projektem koncepcyjnym trwały bardzo krótko. Już po niespełna 3 miesiącach gotowa był pełna analiza właściwości hydromechanicznych, rozkładu mas i stateczności naszego statku. W jej wyniku zaproponowaliśmy rezygnację z projektowania i budowy trzech osobnych statków (o uciągu odpowiednio 80, 100 i 120 ton) gdyż według naszego projektu 120-tonowy statek będzie miał zanurzenie, którego armator oczekiwał od jednostki 80-tonowej. Po przedstawieniu oferty projekt biura NED został wybrany, jako jeden z dwóch, do dalszego opracowania, celem którego było doprecyzowanie konstrukcji i wyposażenia (wg. nowych, ściślejszych oczekiwań armatora). Na tym etapie do prac projektowych włączył się przedstawiciel armatora. W roku 2003 projekt NED 8164 został zwycięzcą przetargu. Armator zamówił dwie jednostki z opcją na dwie kolejne. Podejmując decyzję o wyborze naszego projektu Armator ogłosił, iż 8164 będzie pierwszym projektem zrealizowanym w ramach programu *cost cutter* czyli programu redukcji kosztów. Armatorowi zależało na tym, aby możliwie obniżyć koszt budowy, wyposażenia i eksploatacji przy jednoczesnym zachowaniu zakładanych parametrów użytkowych statku. Po 18 miesiącach pierwsza jednostka „J. Hugh Roff Jr." została przekazana armatorowi. Projekt 8164 okazał się ogromnym sukcesem. Do dnia dzisiejszego Grupa Remontowa, właściciel projektu zbudowała bądź zakontraktowała w sumie 21 sztuk statków zbudowanych w oparciu o dokumentację 8164[1].

1 w/g danych Grupy Remontowa ostatnią zbudowaną jednostką jest „*Sea Victor*" (2010); źródło: www.remontowa-rsb.pl | pobrano 03.01.2012

„Ivoli Blue" jednostka drugiej serii projektu NED 8164 (po zmianie wielkości szybów kominowych).
Widoczna jest ulokowana po za nadbudówką „budka" kryjąca wciągarkę holowniczo-kotwiczną | fot. Jurgen Braker



Schemat struktury zasadniczej ahtsa NED 8164. Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.
Szczegółowy plan ogólny jednostki, str. 120 –121.

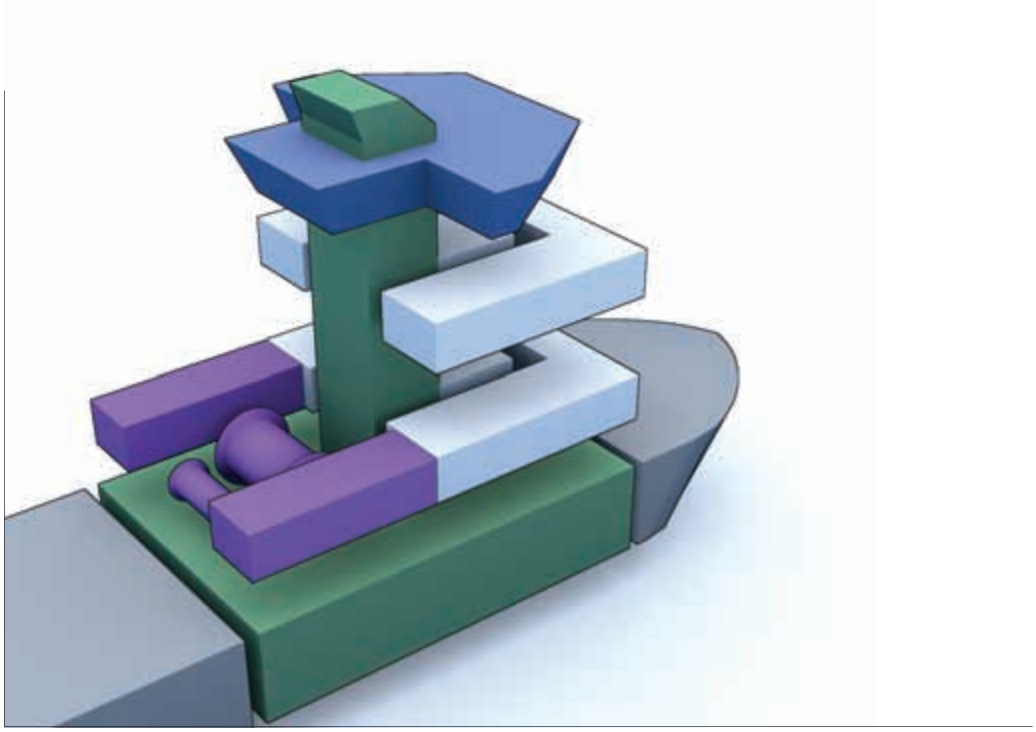
Ponieważ Armator nie określił oczekiwanej konfiguracji pomieszczeń bytowych załogi, zaproponowałem dwie wersje nadbudowy. Niską (jednokondygnacyjną), zapewniającą minimum komfortu załodze (tylko dwie jednoosobowe kabiny dla kapitana i pierwszego oficera), oraz wysoką (dwukondygnacyjną), w której znajdowały się tylko dwie kabiny dwuosobowe (dla ponad etatowej, czasowej załogi) resztę stanowiły jednoosobowe kabiny z niezależnymi blokami sanitarnym. Ponadto, wysoka nadbudowa mieściła przestronną mesę oraz oddzielny od niej salon wypoczynkowy. Pomimo wielu zmian i modyfikacji bryła nadbudowy statku zachowała zakładany przeze mnie od początku charakter wizualny. O jej wyglądzie decyduje geometria rufowej ściany nadbudowy - główna stylistyczna wizytówka projektu. Definiują ją trzy istotne elementy - wyrastające płynnie z burt nadbudowy kominy oddzielone dwiema klatkami schodowymi, oraz mocno wysunięta w stronę rufy statku bryła rufowego stanowiska manewrowego sterówki. Pozostałe elementy nadbudowy są „wchłonięte" przez kadłub lub przesłonięte urządzeniami pokładowymi.

Nieco gorzej niestety przedstawiła się funkcjonalna strona nadbudowy. Struktura wewnętrzna nadbudowy ma jedną niezwykle cenną w procesie projektowania cechę – jest stosunkowo łatwo adaptowalna do nowych potrzeb. Ta łatwość we wprowadzaniu zmian była szczególnie „cenna" dla moich współpracowników – inżynierów projektujących: układy elektryczne, tory i dukty kablowe oraz układy wentylacji i klimatyzacji, którzy projektowali przebiegi „swoich instalacji" w dogodnych dla siebie miejscach, wychodząc z założenia, że instalacje są ważniejsze niż np. przestrzeń kabiny, czy mesy załogi. Proces koordynacji systemów „przechodzących" przez nadbudówkę zajął tak dużo czasu, że zmiany w stalowej konstrukcji nadbudowy nie były już możliwe, gdyż była ona już częściowo zbudowana. Ta praktyka pozostawiła najwięcej „śladów" w układzie funkcjonalnym wnętrz nadbudowy. Właściwie każda kabina jest inna, ich przestrzenie pełne są zakamarków kryjących dukty i szyby. Poszczególne funkcje nadbudowy są rozmieszczone chaotycznie. Kabiny załogi są ulokowane na każdym pokładzie nadbudowy (z wyjątkiem pokładu sterówki) często w miejscach, które pozostały po rozplanowaniu „ważniejszych" urządzeń, czy pomieszczeń technicznych. Niektóre z nich, zajmują nieregularne przestrzenie pozostałe w nadbudowie po rozmieszczeniu w niej ważniejszych systemów i mechanizmów. Pomieszczenia mieszalne załogi sąsiadują bezpośrednio z pomieszczeniami technicznymi np. centralą klimatu.

Układ funkcjonalny nadbudowy ma też kilka zalet. Najbardziej charakterystycznym rozwiązaniem jest „dwupoziomowa sterówka". Zaproponowałem, aby na pokładzie bezpośrednio pod sterówką umieścić pomieszczenie, które pomimo iż znajduje się poniżej jest jej integralna częścią. Pojawianie się tej propozycji spotkało się z entuzjastycznym przyjęciem Działu Elektrycznego - odpowiedzialnego za projekt wnętrza sterówki. W pomieszczeniu pod podłogą umieszczono te wszystkie urządzenia mostka, które dają się oddzielić od swoich odbiorników. I tak bezpośrednio z przestrzeni sterówki usunięto kilka serwerów, bloków baterii, wyjątkowo dużych rozdzielni elektrycznych oraz cały szereg drobnych urządzeń elektrycznych. .

Po przekazaniu dwóch pierwszych jednostek armatorowi udały się one na swój główny rejon pracy – szelfowe wody zachodniej Afryki. Główną bazą floty jest skromny port w Luandzie. Roczna eksploatacja statku z ograniczonym zapleczem serwisowym, ukazała kolejny mankament projektu 8164 - trudności serwisowe siłowni statku. Bryła nadbudowy przykrywa całą jej powierzchnię skutecznie utrudniając możliwość zainstalowania na pokładzie wygodnych klap serwisowych. Co prawda na pokładzie udało się znaleźć miejsce na luk, niemniej jednak jest on ciasny i trudno dostępny. Z mojego punktu widzenia projekt 8164 posiada też jedną niewidoczną w dokumentacji wadę. Powstał w odpowiedzi na bardzo wąskie, precyzyjne wymagania jednego armatora. Innymi słowy projekt 8164 jest zamkniętą strukturą funkcjonalną, którą trudno dostosować do oczekiwań potencjalnych nowych klientów. Doskonałym przykładem tego problemu jest konieczność zastosowania w jednostce trzeciej i czwartej (budowanych także dla Tidewater-a) innych, nieco mocniejszych silników. O ile zastosowanie samych bloków silników nie stanowiło problemu gdyż były one tylko nieznacznie większe od poprzednio montowanych, o tyle, aby zainstalować przynależne im systemy wydechowe, koniecznym okazało się, całkowite

il. MMC Ship Design and Marine Consulting.



Wizualizacja oraz schemat struktury zasadniczej ahtsa MMC 887 przygotowanego dla Lotos Petrobaltic. Podobnie jak to miało miejsce w projekcie NED 8164 wciągarka jest całkowicie odseparowana od nadbudówki. Na schemacie kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia. Szczegółowy plan ogólny jednostki, str. 120 –121.

przeprojektowanie obydwu burtowo-rufowych narożników nadbudowy. Kiedy była ona pierwotnie projektowana nikt nie zakładał, że zaistnieć może potrzeba umieszczenia w niej rur wydechowych o większych średnicach, większych kanałów wentylacyjnych i czerpni powietrza. I tak stosunkowo prosta modernizacja wymagała dużych nakładów czasowych i finansowych, związanych ze znaczną korektą dokumentacji technicznej nowej wersji projektu. Zamknięta na etapie projektowania struktura przestrzenna nadbudowy znacznie ograniczyła rynkowy potencjał projektu 8164.

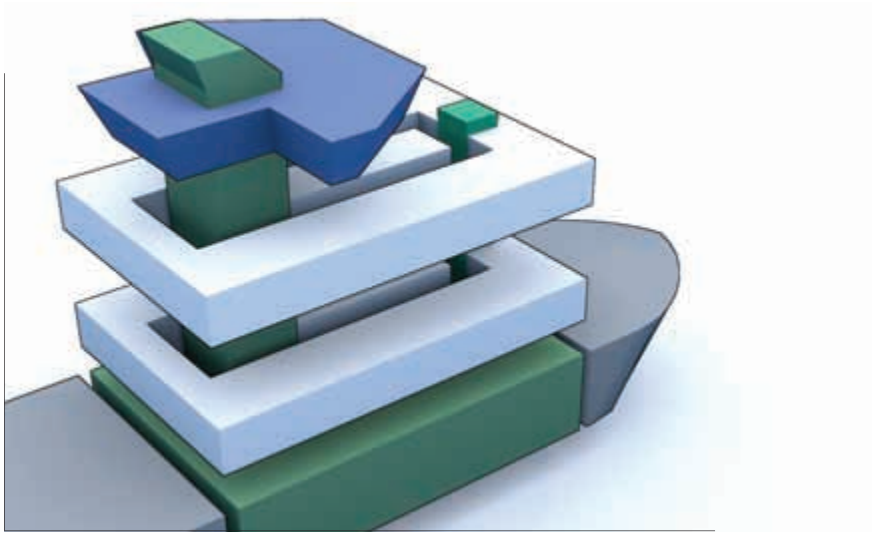
W 2006 roku na polskim rynku usług projektowych, skierowanych do armatorów statków *offshore* pojawił się nowy podmiot. Utworzona w 2006 roku MMC SHIP DESIGN & MARINE CONSULTING LTD, powstała by wykonywać i sprzedawać projekty statków. Od samego początku jej istnienia miałem możliwość współtworzyć nowy podstawowy produkt MMC, występujący pod kilkoma oznaczeniami jako: projekt 887, projekt 974 i 976. Pomimo, iż określa go kilka nazw handlowych, jest to w zasadzie jedna i ta sama „matryca projektowa". Paradoksalnie nowy projekt MMC nie był w zasadzie adresowany do armatorów. Gdy budowaliśmy założenia tego projektu naszym celem nie było zaspokojenie zdefiniowanych, precyzyjnych potrzeb armatorów. Naszym celem było opracowanie charakterystycznej dla firmy „matrycy postępowania", którą łatwo będziemy mogli dostosowywać do potrzeb zamawiającego nie projektując za każdym razem statku od podstaw. Dodatkowo ważnym dla nas było także, aby powstałe w przyszłości projekty statków były zarówno wyraziste stylistycznie, jak i funkcjonalnie. Pomimo, iż MMC zajmuje się projektowaniem statków niepasażerskich zależało nam na zbudowaniu charakterystycznego i powtarzalnego języka stylistycznego firmy.

Na początku swej działalności firma nie miała ani znanej marki, ani referencji ani portfolio. Siłą w walce rynkowej MMC miła być szybkości i jakość opracowywania projektów w odpowiedzi na zapytania armatorów. Ponieważ firma została sprofilowana na rynek *offshore* oczywistym stało się zbudowanie „matrycy projektowej" dedykowanej dwóm podstawowym typom statków PSV i AHTS. Projekt „matrycy" składa się z dwóch elementów – kadłuba i nadbudowy, które mogą być poddawane określonym adaptacjom. Każdy z elementów posiada części stałe, niezmienne oraz wachlarz opcji. Kadłub ma niezmienną szerokość. Natomiast jego długość może być zmieniana w zakresie od około 50 do około 80 metrów. Koncepcja kadłuba została przebadana przy pomocy technik komputerowych, które potwierdziły słuszność podjętych decyzji. Kształt dziobu i rufy jest dostosowywany do wymaganych parametrów nautycznych i napędowych konkretnego statku.

Podobnie postąpiliśmy z koncepcją nadbudowy. Stałym elementem jest pionowy „rdzeń" składający się z łączącej wszystkie pokłady statku klatki schodowej po bokach, której przewidzieliśmy dwie przestrzenie na kominy. Pozostałe funkcje nadbudowy są rozplanowywane „odśrodkowo" – względem rdzenia. Stosowanie „matrycy" wymaga od projektantów MMC postępowania określoną metodą, którą streścić można następująco:

– określenie wielkości rdzenia (zabiegowa klatka schodowa, dwa kominy, dukty kablowe)
– określenie pozycji rdzenia (zawsze w płaszczyźnie symetrii statku, na dziobowej grodzi siłowni)
– określenie wielkości korytarza pieszego okalającego rdzeń
– rozplanowanie poszczególnych funkcji nadbudowy (kabiny i inne pomieszczenia załogi)

Stosowanie takiej metody przyśpiesza prace projektowe szczególnie na etapie budowania koncepcji nowego statku. Projektanci nadbudowy pracują rutynowo posługując się sprawdzoną metodą. Nie muszą przy każdym projekcie, jego kolejnej wersji rozwiązywać wciąż tych samych problemów funkcjonalnych. Stosowanie „rdzenia" ułatwia także zapewnienie nadbudowie wymaganej sprawności konstrukcyjnej. Stosowanie „odśrodkowej metody" aranżacji wnętrza nadbudowy wprowadza porządek w układ funkcjonalny nadbudowy. Jest on widoczny na dokumentacji technicznej projektu. Przejrzystość ta, obok stylistyki zewnętrznej bryły statku, jest do dziś znakiem rozpoznawczym projektów MMC.



Schemat struktury zasadniczej jednostki MMC DSV 900. Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia, ponadto kolorem zielonym oznaczono dodatkową klatkę schodową.

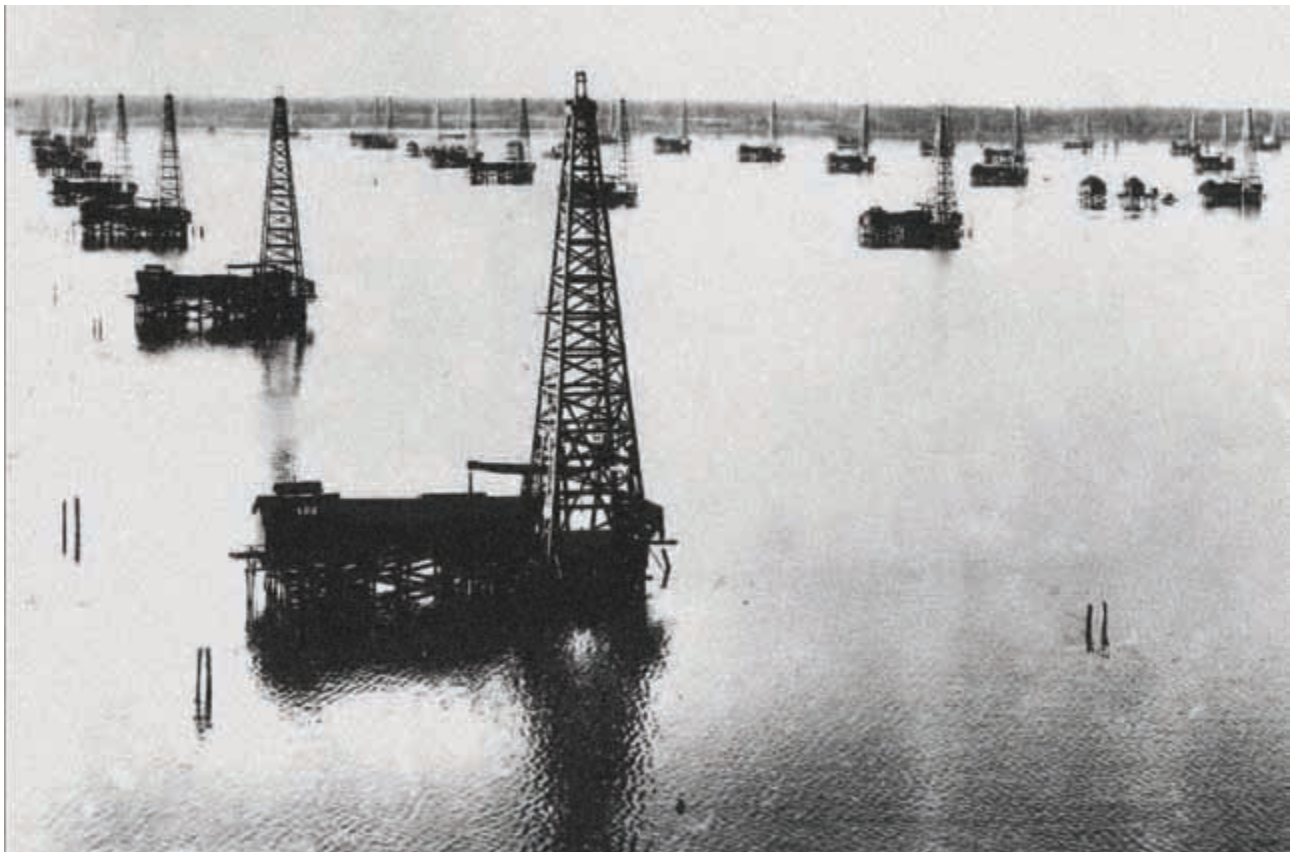
Dwie jednostki zbudowane wg projektu MMC 887 w wersji psv | fot. Knut Helge Schistad, Dean Rojas

Opracowana przez nas metoda nie jest zamknięta. W kilku projektach bardzo dużych statków zastosowaliśmy metodę odśrodkową, choć w założeniu miała ona być stosowana w jednostkach małych i średnich (PSV i AHTS). Przykład studyjnego projektu MMC 900 DSV (DIVING SUPPORT VESSEL – statek do prac podwodnych, długość 102 metry, załoga 105 osób) pokazuje jedną z dróg adaptacji odśrodkowego układu funkcji nadbudowy. Przy tak dużych jak, MMC 900 statkach, podstawowym problemem w kształtowaniu nadbudowy, jest zapewnienie odpowiedniej ilość dróg komunikacji i ewakuacji załogi. Dlatego też, w tym projekcie obok typowego dla MMC „rdzenia" komunikacyjno-technicznego, zastosowaliśmy drugi - tylko komunikacyjny. Zgodnie z zasadami „odśrodkowej metody" oba rdzenie ulokowane są w płaszczyźnie symetrii statku na dziobowym i rufowym końcu nadbudowy, łączy je pętlowy korytarz, pozostałe funkcje nadbudowy rozplanowane są odśrodkowo.

Tyle teoria. W 2008 roku TIDEWATER LLC zamówił w MMC projekt statku typu PSV. Przygotowany przez nas projekt MMC 887 PSV powstał w oparciu o zasady „matrycy projektowej" – kształt dziobu i rufy kadłuba został dostosowany do wymagań ładunkowych i nautycznych armatora, a nadbudowa powstała metodą odśrodkową. W 2009 roku armator zakontraktował w Chinach budowę serii 8 statków MMC 887 PSV. Pomimo ogromnego sukcesu rynkowego projektów MMC mają one także wady. Pierwszą, którą chciałbym pokrótce omówić jest wpływ stosowania „rdzenia" na postać sterówki statku. Rdzeń jest łącznikiem wszystkich pokładów statku. Zaczyna się w siłowni a kończy umieszczonym wysoko powyżej dachu sterówki wylotem spalin. Na całej długości rdzeń zmienia kształt swego przekroju. Zmianę tę powoduje różna na poszczególnych poziomach zawartość rdzenia. Jedynymi stałym składnikami rdzenia są klatka schodowa i dukty kablowe. Na niskich pokładach w skład rdzenia wchodzi także blok wlotów powietrza do siłowni, a powierzchnia przekroju kominów jest duża, gdyż mieszczą się w nich tłumiki silników głównych statku. Czym wyżej, tym mniej składników zawiera rdzeń. W sterówce widoczne są dwa kominy o możliwie zredukowanej kubaturze, które rozdziela otwarta klatka schodowa.

Standardowa sterówka statków AHTS i PSV zawiera dwa stanowiska sterowe – dziobowe i rufowe. Pozostałe elementy wyposażenia i aranżacji sterówki powinny być ulokowane między stanowiskami - na środku sterówki. Nie inaczej jest w przypadku stosowania rdzenia. Niestety, jego stosowanie nie pozwala na umieszczenie kominów na zewnątrz sterówki. Rozwiązanie to, stosowane w szczególność na niewielkich statkach, pozwala zredukować bryłę, a co za tym idzie także masę sterówki. Sterówka z kominem wewnątrz dedykowana jest dużym statkom offshore-owym. W projektach nadbudów zawierających rdzeń sterówka musi mieć dużą kubaturę, która z punktu jej funkcjonalności jest nieodpowiednia. Schemat aranżacji sterówki jest także często ważnym elementem założeń armatorskich. Pozycja kominów i determinowana nią widoczność ze sterówki jest newralgicznym punktem projektu sterówki. Podobnie, jak opisany wcześniej projekt 8164, także „matryca projektowa" ma niewidoczną wadę. Koncepcja „matrycy" skupia się na dwóch podmiotach statku - jego funkcjonalności oraz metodzie pracy nad samym projektem. Trzeci podmiot, bezpośredni użytkownik - człowiek pracujący na pokładzie pozostał w tle. Koncepcja „matrycy" powiela utrwalony przez lata wzorzec postaci statków ahts. Jej największą wadą jest to, iż została opracowana z myślą o używaniu jej w ramach określonej konwencji funkcjonalnej statków. Potencjał płynący ze stosowania „matrycy" nie jest wykorzystywany w pełni, gdyż używana jest ona do projektowania statków, których struktura zasadnicza jest zbliżona do innych rozwiązań.

W okresie pracy dla MMC zacząłem interesować się historią ahtsów. Ciekawiło mnie skąd wiemy, że statki te mają funkcjonować i wyglądać tak a nie inaczej? Jakie czynniki ukształtowały tę postać? Jakie przyjęto kryteria, którymi wartościowano kolejne koncepcje? Oczywiście zdawałem sobie sprawę z tego, iż postać ahtsów jest wynikiem wieloletnich, często dramatycznych doświadczeń, niemniej jednak ciekawiło mnie, jakimi drogami ewoluowała ich postać? Zagłębiając się w dostępne historyczne materiały odkryłem interesującą, mało znaną historię ewolucji myśli projektowej, która po z górą sześćdziesięciu latach ukształtowała dzisiejszy, jak mogłoby się wydawać, optymalny kształt architektury statków typu ahts.



Szyby wydobywcze na jeziorze Caddo w Liusianie, ok. 1920 | fot. Louisiana State Oil & Gas Museum

Panorama jeziora Maracaibo w Wenezueli, lata 20. XX wieku | fot. www.cclausen.net

3.0 | AHTS – taksonomia[1] typu

Chcąc zapoznać się z historią powstania statków *offshore*, należy spojrzeć szerzej na historię wydobycia węglowodorów z dna morskiego. W rozdziale tym przedstawię łańcuch wydarzeń, który doprowadził do powstania klasy statków, które dziś określamy mianem ahts oraz, który określił typową postać ich struktury zasadniczej i funkcjonalnej.

W grudniu 2007 roku minęła 60. rocznica uruchomienia pierwszej, w pełni produkcyjnej pływającej platformy wiertniczej. Miało to miejsce na wodach Zatoki Meksykańskiej. Odwiertu dokonano na niewielkiej - z dzisiejszej perspektywy, głębokości nieco ponad 4 metrów. Wydarzenie to, uważane jest obecnie za początek nowego kierunku rozwoju przemysłu wydobywczego – i zaowocowało stworzeniem nowej dziedziny przemysłowej aktywności człowieka – wydobyciem węglowodorów z dna morskiego. Od samego początku morskiemu wydobyciu towarzyszy rywalizacja, która była i nadal jest głównym motorem rozwoju.

3.1 | pionierzy wydobycia

Początek morskiego wydobycia sięga końca XIX wieku. Wtedy stale głodny nowych złóż północno-amerykański, lądowy przemysł wydobywczy zwrócił swoją uwagę na płytkie wody zatoki Summerland w Kaliforni oraz na otoczone lądowymi szybami wydobywczymi jezioro Eirie[2]. Pierwszym, w pełni eksploatowanym podwodnym polem naftowym były, okryte złą sławą ze względu na częste erupcje gazu, złoża jeziora Caddo w Liusianie, które w 1910 roku przejęła na własność firma GULF OIL[3]. Całość sprzętu niezbędna do rozpoczęcia wydobycia była transportowana barkami po rzece Red. Pierwsze „platformy" – po prostu wbite w dno - były przeznaczone do jednorazowego użycia. Wykonane były w całości z drewna ściętego na brzegach jeziora. W 1911 roku na jeziorze funkcjonowało już 8 szybów[4], zaś w 1920 już 278[5]. Ten wczesny okres wydobycia jest stosunkowo słabo udokumentowany jednakże wydaje się, że GULF OIL musiała wykorzystywać do transportu drewnianych pali rodzaj specjalnie wyselekcjonowanych - możliwie długich barek. Można przyjąć, iż było to pierwsze, w pełni świadome dostosowanie sprzętu płynącego do potrzeby wydobycia. Co ciekawe możliwość transportu długich ładunków jest po dzień dzisiejszy jedną z fundamentalnych cech statków typu ahts.

Kolejnym znaczącym etapem w rozwoju przemysłu było odkrycie, w 1917 roku przez SHELL-A, ropy pod dnem jeziora Maracaibo w Wenezueli. W pierwszych latach w Maracaibo zainstalowano standardowe wtedy drewniane konstrukcje szybów zbliżone postacią do tych z jeziora Caddo. Jednak szybko okazało się, że słone wody jeziora są domem „drwenożernych" skorupiaków z rodziny Teredinidae[6], które zagrażały stabilności drewnianych konstrukcji szybów. Z konieczności rozpoczęto poszukiwania nowego materiału konstrukcyjnego dla podstaw platform i tak, w roku 1927 RAYMOND CONCERETE PILE COMPANY dostarczyła pierwsze w świecie betonowe słupy przeznaczone na podstawy platform. Znaczny, względem drewnianych, wzrost masy betonowych słupów, okazał się kolejnym progiem technologicznym, z jakim musieli sobie poradzić pionierzy wydobycia. Do transportu betonowych prefabrykatów zaczęto używać kolejnej wersji specjalistycznego sprzętu pływającego – samonapędzających się barek zwanych – *tenders*.

---

1 Choć użyty w tytule rozdziału termin taksonomia zaczerpnięty jest z nauk przyrodniczych to doskonale pasuje on do klasyfikowania ahtsów ze względu na czytelne między poszczególnymi etapami ich rozwoju relacje pokrewieństwa.

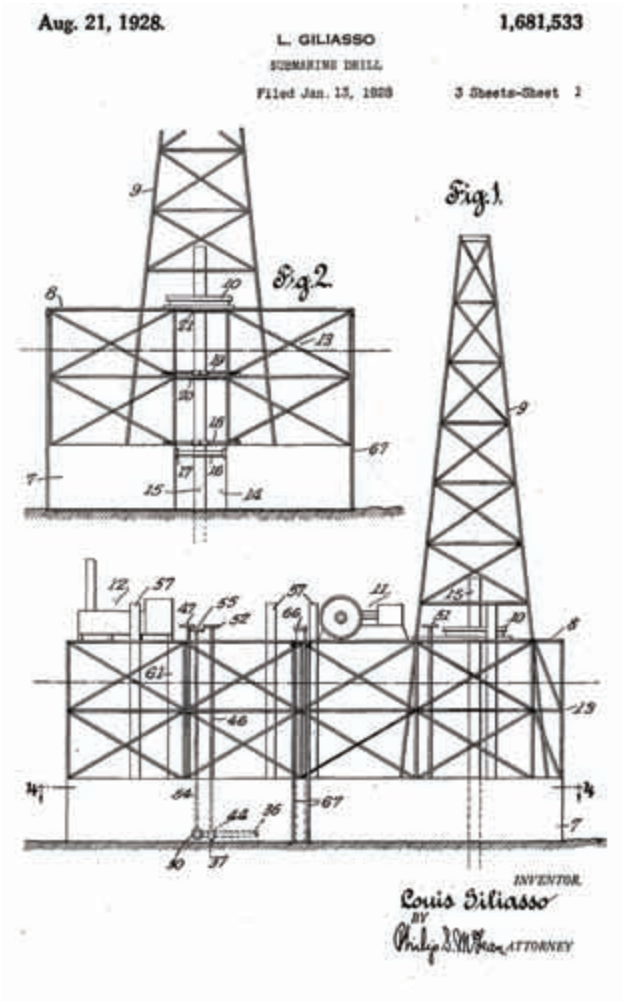
2 Gibson V., *History of the supply vessel,* s.27

3 i*bidem*. s. 27

4 *ibidem*. s. 27

5 *Louisiana Proud Past. Promising Future*, Hart Energy publishing, 2005, s.40 | publikscja elektroniczna, pobrano 20.01.2010

6 *ibidem*. s. 27


Aug. 21, 1928. 1,681,533

L. GILIASSO

SUBMARINE DRILL

Filed Jan. 13, 1928 3 Sheets-Sheet 1

Fig. 1.

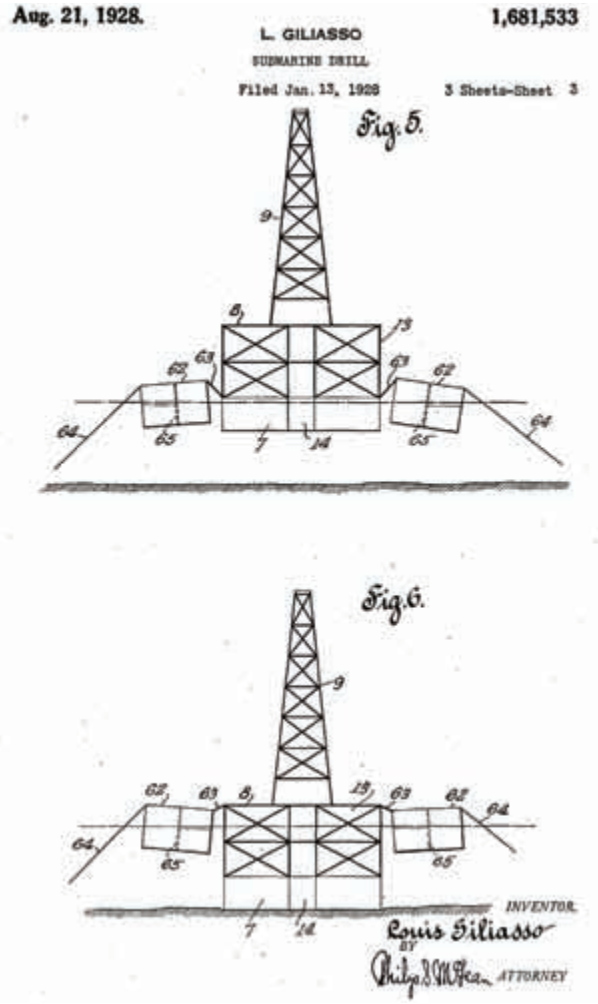
Fig. 2.

INVENTOR.

Louis Giliasso

BY

Philip J. McKee ATTORNEY


Aug. 21, 1928. 1,681,533

L. GILIASSO

SUBMARINE DRILL

Filed Jan. 13, 1928 3 Sheets-Sheet 3

Fig. 5.

Fig. 6.

INVENTOR.

Louis Giliasso

BY

Philip J. McKee ATTORNEY

Fragmenty oryginalnego wniosku patentowego Luisa Giliasso | fot. www.archpatent.com

Na początku lat 30. XX wieku TEXAS COMPANY (obecnie znana jako TEXACO) poszukiwała możliwie taniego i łatwego w użyciu rozwiązania technicznego, pozwalającego na przemieszczanie sprzętu na bagnach Luisiany, pod którymi, jak sądzono znajdują się obiecujące złoża ropy. Inżynierowie TEXACO poszukiwali rozwiązania, które pozwoli na bezpieczną pracę w bagnistych wodach zakrywających szczelnie dno. Opracowali koncepcję barki, która mogłaby pływać po akwenie, mogłaby być kotwiczona, lub osiadałaby bezpośrednio na dnie. W ten sposób zapewniono by w tani i stosunkowo łatwy sposób eksplorację niepewnego akwenu. Jednak szybko okazało się, że już wcześniej ktoś wpadł na ten pomysł.

Pracownik SHELLA, kapitan jednego z holowników pracujących na jeziorze Maracaibo, Luis wynalazł obiekt, który dziś znamy jako *submersible drilling barge*[7]. Koncepcja Luis-a wynikała wprost z obserwacji realiów, w jakich przyszło mu pracować. Po pierwsze, szyby o drewnianej konstrukcji były jednorazowe. Oznaczało to, iż w przypadku wyczerpania danego odwiertu, całość konstrukcji należało rozmontować (tylko część elementów nadawała się do powtórnego zastosowania), przetransportować na nową lokalizację, zmontować i uruchomić odwiert. Czynności te znacznie komplikował fakt, że w przypadku nieudanego odwiertu (zanieczyszczonego urobku) nie istniała możliwość przesunięcia platformy nawet o 5 metrów. Po drugie, wykonanie całej tej operacji ze zdecydowanie cięższą konstrukcją betonową było na ówczesne czasy szczytem techniki. Niosło to za sobą duże koszty, mogące w skrajnym przypadku zagrażać ekonomicznym racjom eksploracji dna jeziora. Cały pomysł, na który Luis Giliasso w 1928 roku otrzymał patent (US Patent nr 1681533), polegał na wykorzystaniu użytkowanych na jeziorze barek, jako pływającej podstawy dla konstrukcji wiertła. Po dotarciu na miejsce pracy, barki miały być zatapiane i kotwiczone[8]. W przypadku niepowodzenia odwiertu, woda z zatopionych barek mogła być wypompowana i cała konstrukcja przeholowana na nowe miejsce. Tylko część najcenniejszego sprzętu (np. wiertła) miała być transportowana osobnymi barkami. Niestety, Luisowi nie udało się znaleźć zrozumienia dla swej innowacyjnej idei. Dlatego też, szybko odszedł z pracy, osiadł w Panamie, gdzie prowadził bar, aż do 1933 roku kiedy został odnaleziony przez pracowników TEXACO. W tym samym roku do służby weszła pierwsza w historii pływająca platforma wiertnicza nazwana „Giliasso".

W ten sposób przemysł pozyskał technikę pozwalającą na wyruszenie na morze. Tym samym rozpoczął się nowy etap w konstruowaniu sprzętu wydobywczego. Zarówno platformy, jak i towarzyszące im holowniki i barki zaczęto przystosowywać do bardziej wymagających warunków pogodowych. Wzrosły także odległości odwiertów od brzegu, a także odległości między samymi platformami. Początkowo operacje transportowania elementów konstrukcyjnych i zaopatrzenia wykonywały holowniki portowe i barki. Do transportu pasażerskiego wykorzystywano przeróżne dostępne statki i łodzie.

Prostota posiadanych ówcześnie środków technicznych, której najlepszym dowodem jest brak powszechnie dostępnej łączności radiowej, czy radaru, nie przeszkodziłaby w okresie miedzy 1937 a zakończeniem II wojny światowej na wodach Zatoki Meksykańskiej powstało 25 odwiertów. Niektóre z nich w odległości 100 metrów od brzegu, w wodzie o głębokości 4 metrów, inne w odległości 13 mil morskich (około 24 kilometrów), w wodzie o głębokości 20 metrów[9].

W 1946 roku MAGNOLIA PETROLIOM COMPANY uruchomiła pierwszą platformę wiertniczą, której autorem był J Ray McDermott[10]. Innowacyjna koncepcja McDermott-a zakładała, iż pokład roboczy platformy wiertniczej zostanie wyniesiony wysoko ponad poziom morza na trzech słupach, wykonanych z prefabrykowanych na lądzie i łatwo łączonych w morzu stalowych kratownicach. Platforma miała stanąć w odległości 16 mil morskich (około 30 km) od brzegu. Była to także pierwsza platforma przystosowana

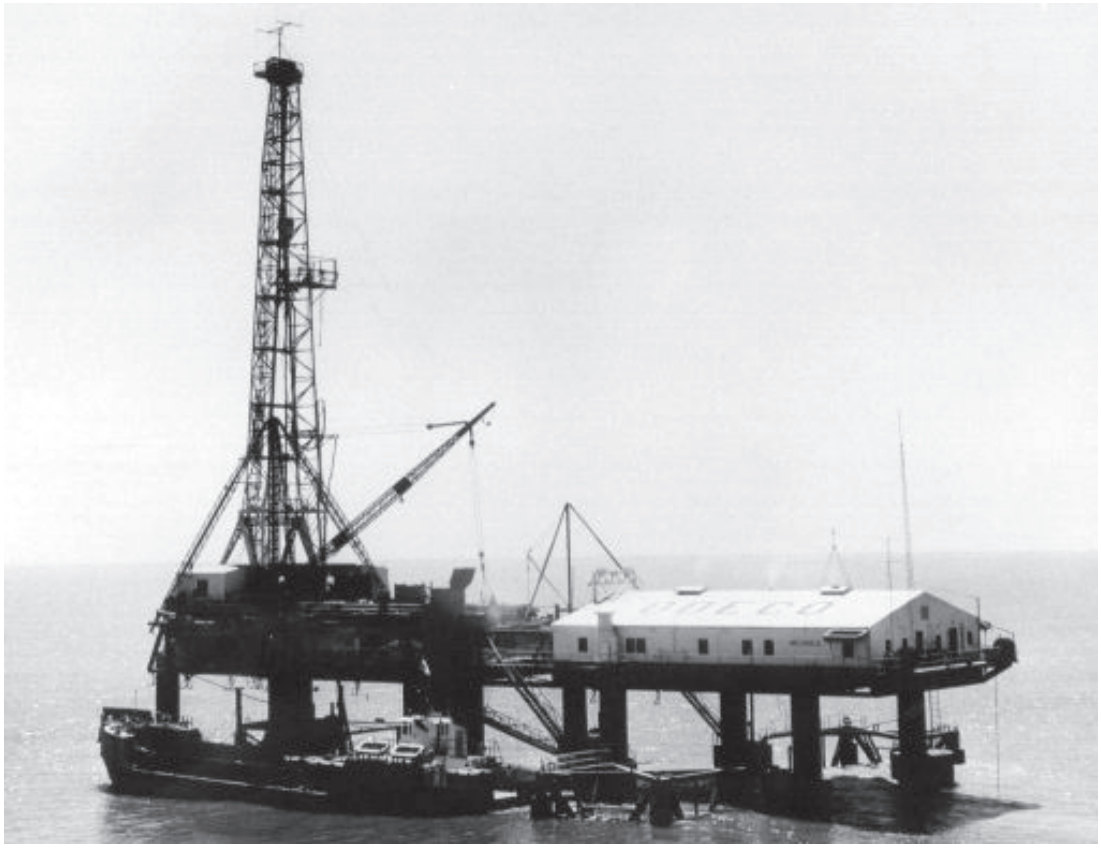
7 *submersible drilling barge* - zanurzalna barka wiertnicza.

8 Leffler W. L., Pattarozzi R., Sterling G., *Deepwater. Petrolum exploration & production*. s.4

9 Gibson V., *History of the supply vessel*, s.29

10 *ibidem*.

Szyb wiertniczy „Frank Phillips" zamontowany na pochodzącej z powojennego demobilu barce.
Przy burcie widoczny zmodyfikowany okręt desantowy LST, 1947 |fot. www.offshoreindustry.blogspot.com



Platfotma „Mr. Charile" z przycumowanym zmodyfikowanym okrętem LST, lata 50. XX w.
fot. The International Petroleum Museum and Exposition, Luizjana

do długotrwałego przebywania załogi na pokładzie – miała kompletny blok mieszkalny. Dotychczasowa organizacja pracy zakładała, iż po zakończeniu zamiany pracownicy platformy są odwożeni na brzeg. W 1947 Konkurent MAGNOLII firma KERR-MCGEE uruchomiła zaprojektowaną przez firmę BROWN AND ROOT zupełnie inną w koncepcji platformę. Aby zminimalizować koszty budowy tylko niezbędne do wykonywania wierceń elementy platformy były podparte na dnie morza. Reszta funkcji między innymi blok mieszkalny, zostały rozlokowane na bezpośrednio towarzyszących platformie, zakupionych z powojennych zapasów barkach. Jako statki transportowe zaopatrujące platformę wykorzystywano także, pochodzące z demobilu okręty desantowe typu LST[11]. W stosunku do dotychczas używanych statków i barek, okręty LST zapewniały ogromny pokład transportowy. Ponadto, co istotne, były one bardzo tanie, gdyż ze względu na ograniczone możliwości nautyczne nie nadawały się do tradycyjnego transportu wodnego. Użycie okrętów LST okazało się na tyle udane, że już w 1948 roku RUMBLE OIL użytkowała 19 sztuk tych jednostek. Oczywiście LST miały także wady, ich wysokie burty (stanowiące doskonałą ochronę dla transportowanych żołnierzy w warunkach wojennych) znacznie utrudniały przekazywanie ładunku na i z platformy. Sternik LST dysponował bardzo ograniczoną widocznością, co w połączeniu z bardzo słabą sterownością przy niewielkich prędkościach utrudniało manewrowanie, oraz zwiększało niebezpieczeństwo kolizji z podporami platformy.

W okresie bezpośrednio po zakończeniu II wojny światowej zarysował się kolejny, ważny element w rozwoju wydobycia – podział na: platformy przeznaczone do poszukiwania złóż (odwierty próbne) oraz przeznaczone do produkcji (właściwe wydobycie). Niezbędna przy skutecznym poszukiwaniu coraz to nowych złóż mobilność, spowodowała kolejną zamianę w postaci sprzętu wydobywczego. Platforma, musiała być zdolna nie tylko do przewożenia całego niezbędnego do prowadzenia odwiertów sprzętu i pracowników, ale także winna być wyposażona we własne źródła energii, magazyny, zbiorniki – innymi słowy stać się możliwie samodzielną jednostką.

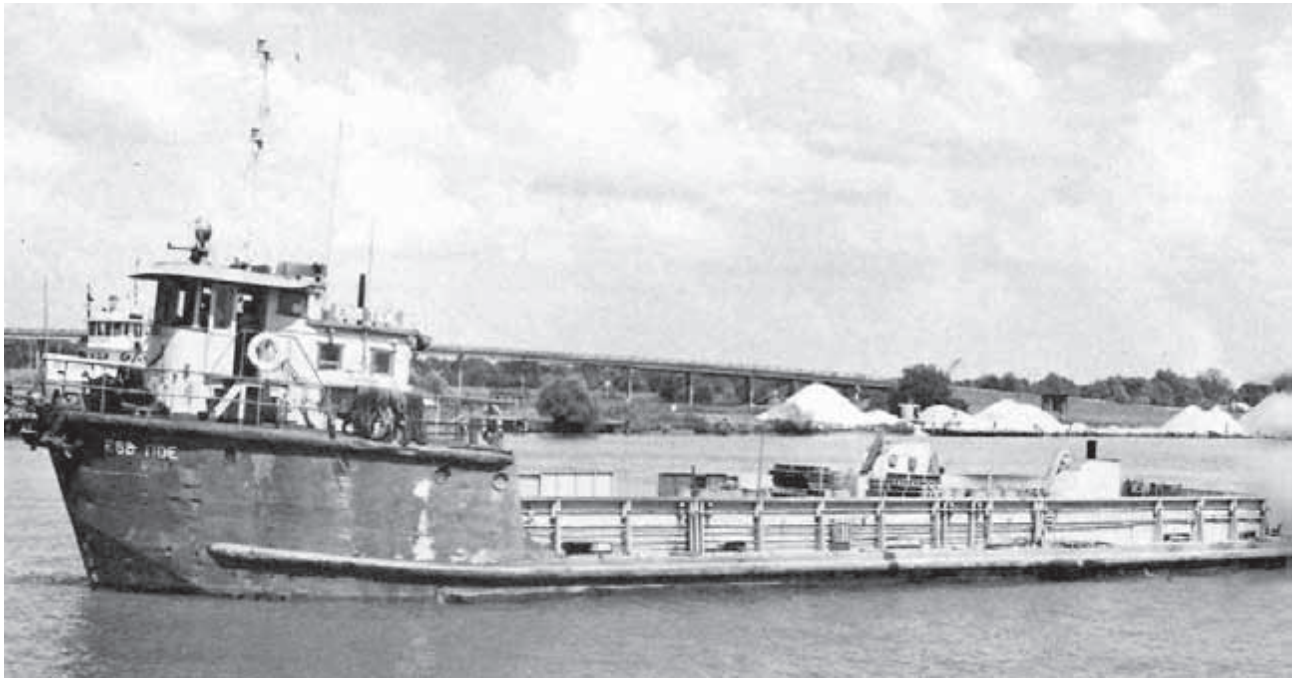
3.2 | wzorzec statku do obsługi platform

W 1953 roku były pracownik kompanii KERR-MCGEE, Alden J Laborde założył OCEAN DRILLING AND EXPLORATION COMPANY (ODECO), której pierwszą platformą był „Mr Charlie", który w 24 lipca 1954 roku rozpoczął pracę dla SHELLA[12]. Obecnie „Mr Charlie" jest, głównym eksponatem w The International Petroleum Museum and Exposition w Luizjanie. Projektując platformę, jej autor uwzględnił nie tylko względy czysto technologiczne i funkcjonalne związane z prowadzeniem odwiertów i ich eksploatacją. Przede wszystkim stworzył i usystematyzował sposób obsługi platformy. Cała procedura ze względu na znaczą wysokość pokładu platformy od lustra wody (12 metrów nad poziomem morza) uniemożliwiała czasowe zacumowanie statku transportowego do platformy. Chcąc współpracować z „Mr Charlie" statek musiał sam utrzymywać możliwe stabilną pozycję wzdłuż boku platformy. Cały ładunek z pokładu statku na pokład platformy był wciągany przy pomocy dźwigów. Najbardziej otwarte z pokładów, jakimi dysponowały ówczesne statki posiadały mocno niesterowne, ex-desantowce LST. Zapewne dlatego też, bardzo szybko Alden J Laborde opracował założenia dla specjalnie przystosowanego dla potrzeb „Mr Chalie-go" statku zaopatrzeniowego.

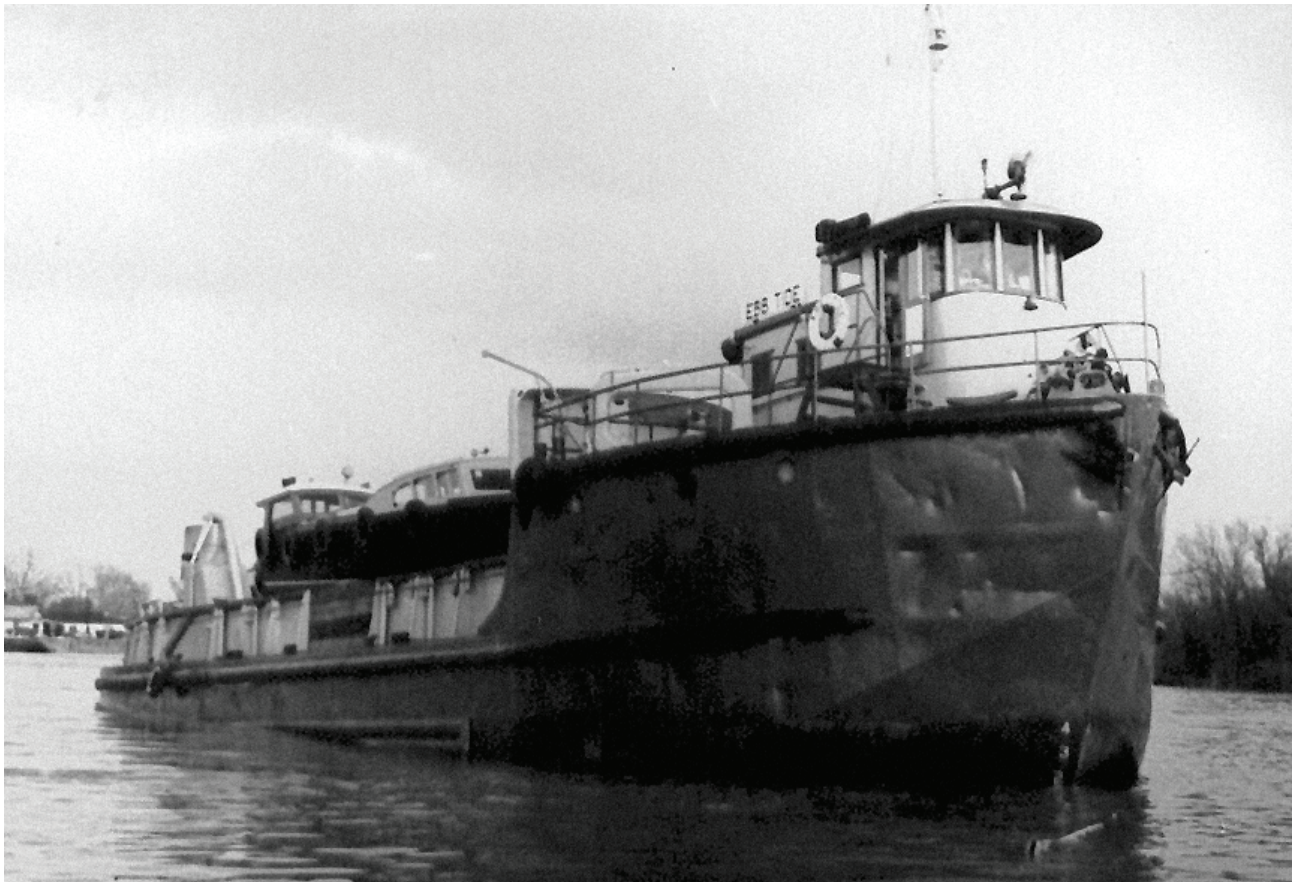
To czego oczekiwał Laborde, to statek przede wszystkim z możliwie dużym otwartym pokładem. Zdolnym pomieścić przeróżnej maści ładunek - od ciężkich kotwic, czy wierteł, fragmentów rurociągów, po zbiorniki z wodą i prowiantem. Pokład otwarty miał być także możliwie nisko zabudowany od strony burt i rufy. Statek miał też mieć pomieszczenia dla załogi i sterówkę umieszczone możliwe daleko na dziobie – po to, by zwolnić miejsce dla ładunków. Pomysł, aby ładunek przewozić na rufie, a nie

11 *Landing Ship, Tank* – okręt desantowy opracowany w latach 1941–42 na potrzeby wojsk aliantów. Występował w kilku wersjach . Także jako zbiornik desantowy dostarczający paliwo na brzeg. Długość 100, szerokość 15, zanurzenie 1,2 metra.

12 International Petrolium Museum & Exposition, źródło: www.rigmuseum.com/charlie1.html



„Ebb Tide", 1955 | fot. Tidewater Publicity



„Ebb Tide", (1960?) w czasie transportu ładunku na pokładzie otwartym | fot. Tidewater Publicity

jak dotychczas praktykowano, możliwie blisko śródokręcia statku podyktowany był potrzebą bezpiecznego utrzymania statku blisko nóg platformy. Ówczesne statki napędzane były tradycyjnymi śrubami i nie posiadały standardowych dziś dziobowych sterów strumieniowych czy pędników azypodalnych. Powodowało to, iż przy prędkościach bliskich zeru statki stawały się bardzo niesterowne. Jedyną szansą na zapewnienie sterowności przy podejściu do platformy było manewrowanie nie w prawo i lewo tylko w przód i wstecz. Ustawiając statek rufą do platformy, kapitan manewrował wykorzystując tylko moc śruby. W takim manewrze statek należało ustawić dziobem na wiatr, który pchał statek w kierunku nóg platformy. Redukcja mocy silników pozwalała przybliżyć, a wzrost mocy oddalić statek od platformy.

Laborde skonsultował swój pomysł z kapitanem kompanii KERR-MCGEE, który skrytykował go ze względu na bezlitosne traktowanie załogi[13] mającej pracować i wypoczywać w pomieszczeniach umieszczonych na dziobie. Taka zmiana w lokalizacji pomieszczeń bytowych złogi na statku powoduje zwiększenie odczuwanego przez ludzi falowania statku. Dotychczas przy projektowaniu statków hołdowano zasadzie, mówiącej, że pomieszczenia dla załogi powinny być rozlokowane możliwie blisko owręża statku, czyli tam, gdzie „statek najmniej się buja".

Niezrażony krytyką ze strony konserwatywnych praktyków Laborde zebrał grupę potencjalnych inwestorów i w lipcu 1954 roku założył TIDEWATER MARINE SERVICES – pierwszą w świecie spółkę armatorską oferującą statki specjalnie stworzone do obsługi platform wiertniczych. Jako projektanta i budowniczego pierwszego statku, wybrano nowoorleańską stocznię ALEXANDER SHIPYARD. Bardzo szybko inżynierowie przetransformowali wyobrażenie Laborde-a na konkretne rysunki i stworzyli statek o długości 36,5 metra, którego pokład otwarty zajmował aż 27 metrów. Jedyną „przeszkodą" przy rozładunku były dwa niskie kominy rozmieszczone na burtach blisko rufy statku. Do napędu wykorzystano zakupione „z drugiej ręki" dwa silniki diesla dające łącznie 600 KM mocy, które zapewniały statkowi prędkość około 10 węzłów. Podobnie, jak silniki, także nadbudowa pochodziła „z drugiej ręki". Zaadaptowano ją ze starego holownika Navajo. Ostatecznie nowy statek był zdolny do przewiezienia w sumie (na pokładzie i w zbiornikach) 330 ton ładunków. 22 marca 1955 roku otrzymał imię „Ebb Tide" i rozpoczął służbę dla „Mr Chalie-go"[14].

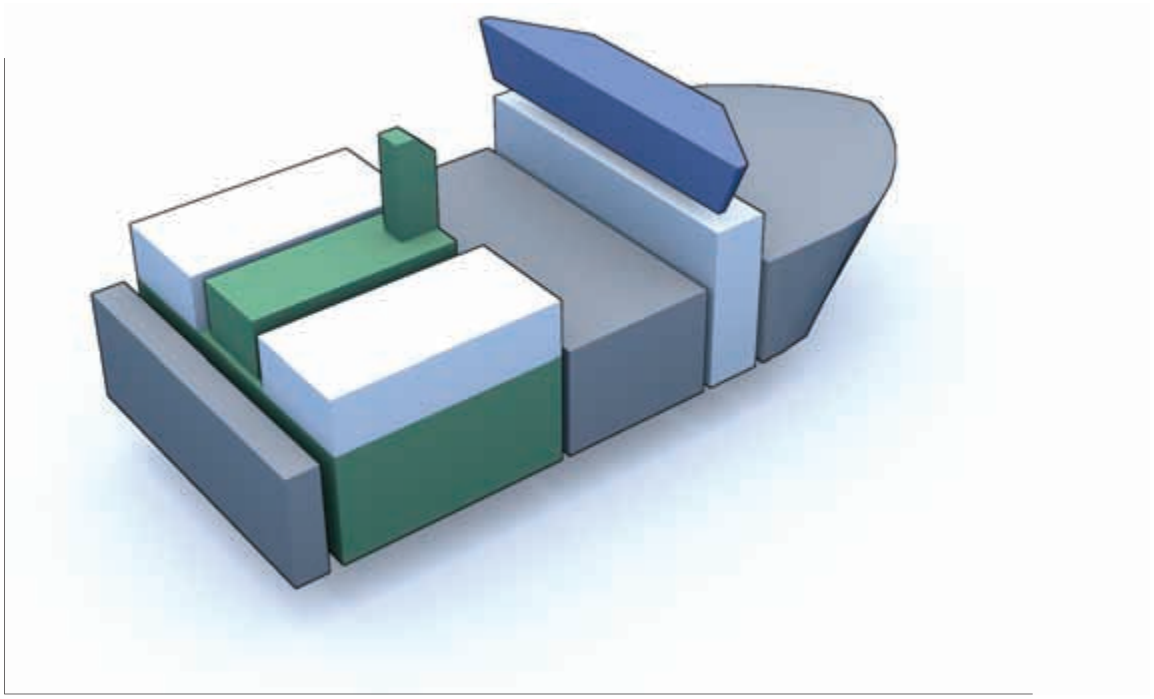
Aby unaocznić rangę pomysłu Laborde-a należy zestawić jego koncepcję ze standardową ówcześnie strukturą przestrzenną statków transportowych. Jako klasyczny przykład statku transportowego tamtych czasów, użyję zaprojektowanego i zbudowanego w Polsce SS „Sołdek". Oddany do eksploatacji w 1949 roku parowy rudowęglowiec SS „Sołdek" jest klasycznym przykładem statku towarowego okresu lat 30. do 50. XX wieku. Zastosowany w nim schemat organizacji przestrzeni (dwie nadbudowy, dwa zespoły ładowni oraz pokład szańcowy) był powszechnie stosowany także na ówczesnych statkach transportowych o napędzie spalinowym. Załadunek i rozładunek takiego statku odbywać się miał w portach przy niskiej kei, do której cumowano statek. Taki system rozładunku nie nadawał się do pracy przy platformach gdyż aby móc efektywnie i bezpiecznie obsługiwać platformy wiertnicze potrzebny był statek, który będzie można rozładować na morzu, bez możliwość cumowania, do tego z pokładu platformy na wysokości znacznie przewyższającej wysokość samego statku. Koniecznym było oczyszczenie bryły statku z elementów mogących przeszkodzić w rozładunku. Projekt Labord-a rozwiązywał problemy, na jakie natrafiono przy eksploatacji zarówno *tenderów* jak i statków typu LST. Narodziła się nowa klasa statków platform supply vessel[15], czyli statków przeznaczonych do zaopatrzenia platform (obecnie PSV). Struktura zasadnicza na jakiej oparto projekt „Ebb Tide"-a stała się wzorcem, który naśladowano przez następnych 20 lat.

---

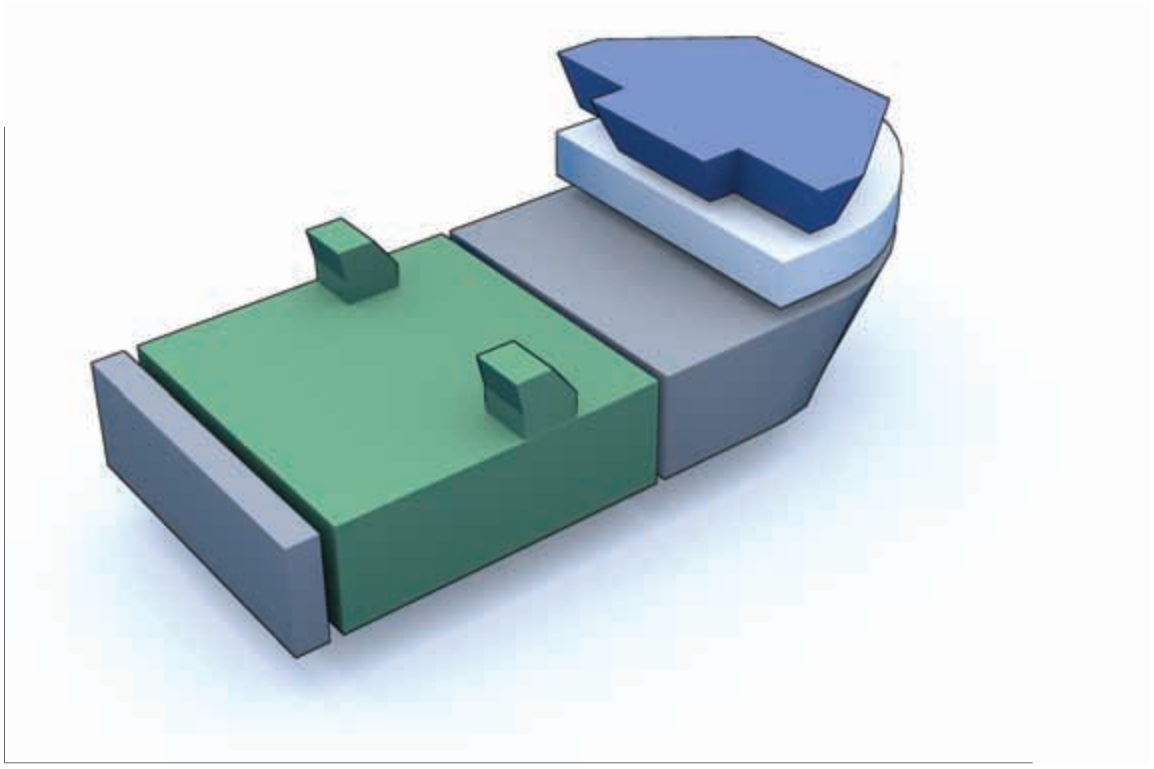
13 Gibson V., *History of the supply ship* s. 31. Autor cytuje słowa kapitana Billa LeBlanca, który skomentował koncepcję Laborde-a jako taką, która *pound the crew ummercifully*. Zwrot ten można przetłumaczyć „bezlitośnie porozbija załogę". LeBlanc krytykował umieszczenie nadbudowy na dziobie statku. Obawiał się, że pracując na fali statek dosłownie rozbije głowy członków załogi.

14 International Petrolium Museum & Exposition, źródło: www.rigmuseum.com/charlie1.html

15 Współcześnie statki te są określane skrótem PSV. Skrót ten używany jest także do opisania zbioru typów statków przeznaczonych do pracy na polach naftowych.



Schemat struktury zasadniczej SS „Sołdek"…



… oraz rewolucyjny, zdecydowanie prostszy schemat „Ebb Tide-a". Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.

Jego najistotniejsze cechy to:
– wymiary: długość około 40 m, szerokość około 8 m, zanurzenie około 2 m,
– jeden, możliwie jak największy, ulokowany w rufowej części statku pokład ładunkowy,
– dwa niskie kominy, umieszczone w około 4/5 długości statku na burtach,
– nadbudowa wraz ze sterówką przesunięta możliwie na dziób statku,
– dolna kondygnacja nadbudowy w formie dziobówki
– brak pomieszczeń bytowych załogi poniżej pokładu głównego
– wolna burta o minimalnej wysokości (pokład główny znajdował się na wysokość mniejszej niż 50 cm od lustra wody),
– niskie nadburcia, zamykające pokład ładunkowy od strony burt i pawęży.
– pomieszczenia załogi nie przystosowane do długotrwałego przebywania. Po zakończeniu zmiany załoga udawała się do domów.

Ważną cechą ówczesnego amerykańskiego standardu statków PSV była zdolność do pływania tylko w łagodnych, charakterystycznych dla Zatoki Meksykańskiej warunkach pogodowych. Dopiero eksploracja odległych akwenów Morza Północnego wymusiła wprowadzenie do rozwiązań amerykańskich istotnych zmian. O ponadczasowości rozwiązania Laborde-a niech świadczy fakt, że niektóre z pionierskich statków, takich jak choćby „Herkules" zwany również „The High Tide" służyły na wodach zatoki Meksykańskiej do końca XX wieku[16].

Koncepcja, jaką zaproponował Alden J Laborde pociągnęła za sobą nie tyko zmiany w strukturze przestrzennej statku, ze względu na nowe możliwości użytkowe statków, zmienił się także sposób pracy załogi, w szczególności w sterówce. W czasie prowadzenia normalnego rejsu i manewrowania w sposobie pracy sternika nie było istotnych zmian. Problemy pojawiały się przy podejściu do platformy. Statek musiał odwrócić się rufą w stronę konstrukcji platformy i na wstecznym podpłynąć w jej pobliże. Manewr podejścia stawiał w bardzo niewygodnej pozycji sternika statku, który musiał precyzyjnie manewrować stojąc twarzą do dziobu ale płynąc wstecz. Najczęściej sternik miał do dyspozycji innego członka załogi, który nawigował. Pamiętać należy, że ówczesne możliwości techniczne były skromne dlatego, niektóre z rozwiązań funkcjonalnych mostka mogą dziś budzić uśmiech niemniej jednak pokazują one skalę problemów, jakich przysparzało użytkowanie statków powstałych według koncepcji Laborde-a. Jednym z najciekawszych rozwiązań „dwukierunkowego" mostka powstało w 1969 roku w Holandii dla statku „Smith-Lioyd 1". Na środku sterówki zamontowano podwójny pulpit z dwoma kompletami urządzeń sterowych. W zależności od kierunku, w którym miał płynąć statek sternik musiał obejść pulpit dookoła tak, by stać twarzą do kierunku kursu.[17] Niestety konieczność obchodzenia sporych rozmiarów pulpitu powodowała, że sternik stał dalej od okien sterówki. Innymi słowy mógł prowadzić statek stojąc twarzą do kierunku rejsu ale za to miał ograniczoną widoczność.

3.3 | kotwiczenie platform

Dekada 1955–1965 to zapewne najistotniejszy czas w rozwoju wydobycia ropy z dna morskiego. W tym okresie ukształtowała się postać platform wiertniczych i wydobywczych jaką znamy dziś. Kontynuowano eksplorację jeziora Maracaibo w Wenezueli, amerykańskie kompanie rozpoczęły eksplorację na Dalekim i Bliskim Wschodzie – w szczególności na wodach Arabii Saudyjskiej. Istotnym jest to, że na wszystkich tych akwenach zarówno platformy, jak i statki mogły operować bezpiecznie, w sposób podobny do tego, znanego z płytkich i stosunkowo spokojnych wód Zatoki Meksykańskiej. Pierwszym, znaczącym wydarzeniem tej dekady było opracowanie przez SHELLA modyfikacji platformy typu SUBMERSIBLE (opierającej się bezpośrednio na dnie morza) w platformę typu SEMI-SUBMERSIBLE

16 Gibson V. , *History of the supply ship,* s. 32

17 *ibidem*, s.56

Operacja rozładunku. Statek przymocowany jest do platformy jedną cumą, lata 50. XX w.
fot. Tidewater Publicity

Dźwig ramowy zamontowany na rufie wczesnego ahts-a w trakcie podnoszenia kotwicy, lata 60. XX w.
fot. Smit-Lloyd Nieuws, www.zeelandnet.nl

Jeden z pierwszych (rok budowy 1967) europejskich statków serwisowych „Essex Shore" lata 70. XX w.,
fot. www.shipspotting.com

(której zatapiany ponton nie dotyka dna, a unosi się w toni wodnej, dla utrzymania pozycji platforma jest kotwiczona). Rozwiązanie to, było alternatywą dla budowania coraz to wyższych, a przez to droższych platform typu *jack-up*. Kotwiczenie pływających platform pozwoliło na prowadzenie odwiertów na głębokości 30 m przy pomocy platformy, której nogi mają wysokość tylko 12 m. Pierwszą, prawdziwą platformą typu semi-submersible była zaprojektowana w firmie ODECO platforma „Ocean Driller". Była ona tak duża, że do jej holowania koniecznym było użycie kilku ówczesnych holowników i statków serwisowych.

Technika kotwiczenia była wtedy powszechnie znana i stosowana, choćby przy pozycjonowaniu boi, czy pływających doków. Przemysł wydobywczy szybko zastosował te rozwiązania. I tak wraz z wejściem do eksploatacji „Ocean Driller-a" statki o czysto zaopatrzeniowym przeznaczeniu zyskały nowe zadania: wyciąganie i stawianie kotwic oraz ich transport. Oczywiście statki PSV nie były w żaden sposób przygotowane do tego typu pracy, dlatego też, wzorując się na technice wodowania kotwic opracowanej w marynarce wojennej ODECO wyposażyło część swoich statków w dźwig ramowy, który był zamontowany na rufie oraz relatywnie silne, spalinowe wciągarki kotwiczne, które instalowano na pokładzie ładunkowym bezpośrednio za nadbudowami. Tak ulokowana wciągarka najmniej kolidowała z transportową funkcją pokładu. Problem zamontowania na pokładzie dodatkowej wciągarki kotwicznej rozwiązano w bardzo prosty sposób. Przytwierdzoną do fundamentów wciągarkę wraz z jej napędem i systemem sterowania stawiano na pokładzie. Nierzadko wciągarka była po prostu przykręcona do pokładu. Sterowanie pracą wciągarki odbywało się bezpośrednio na pokładzie z dala od mostka statku. Wyposażenie statków zaopatrzeniowych w urządzenia do kotwiczenia platformy spowodowało, że straciły one swój pierwotny - stricte transportowy charakter[18]. Z jednofunkcyjnych stały się statkami wielozadaniowymi, które jednego dnia mogą wykonywać skomplikowaną operację cumowania platformy, innego służą po prostu do transportu prowiantu, a innego holują. Można przyjąć, że z początkiem 1963 roku pojawiła się osobna klasa statków – ANCHOR HANDLING, TOWING AND SUPPLY VESSEL[19] – czyli statków do manipulacji kotwicami, holowania i zaopatrzenia platform.

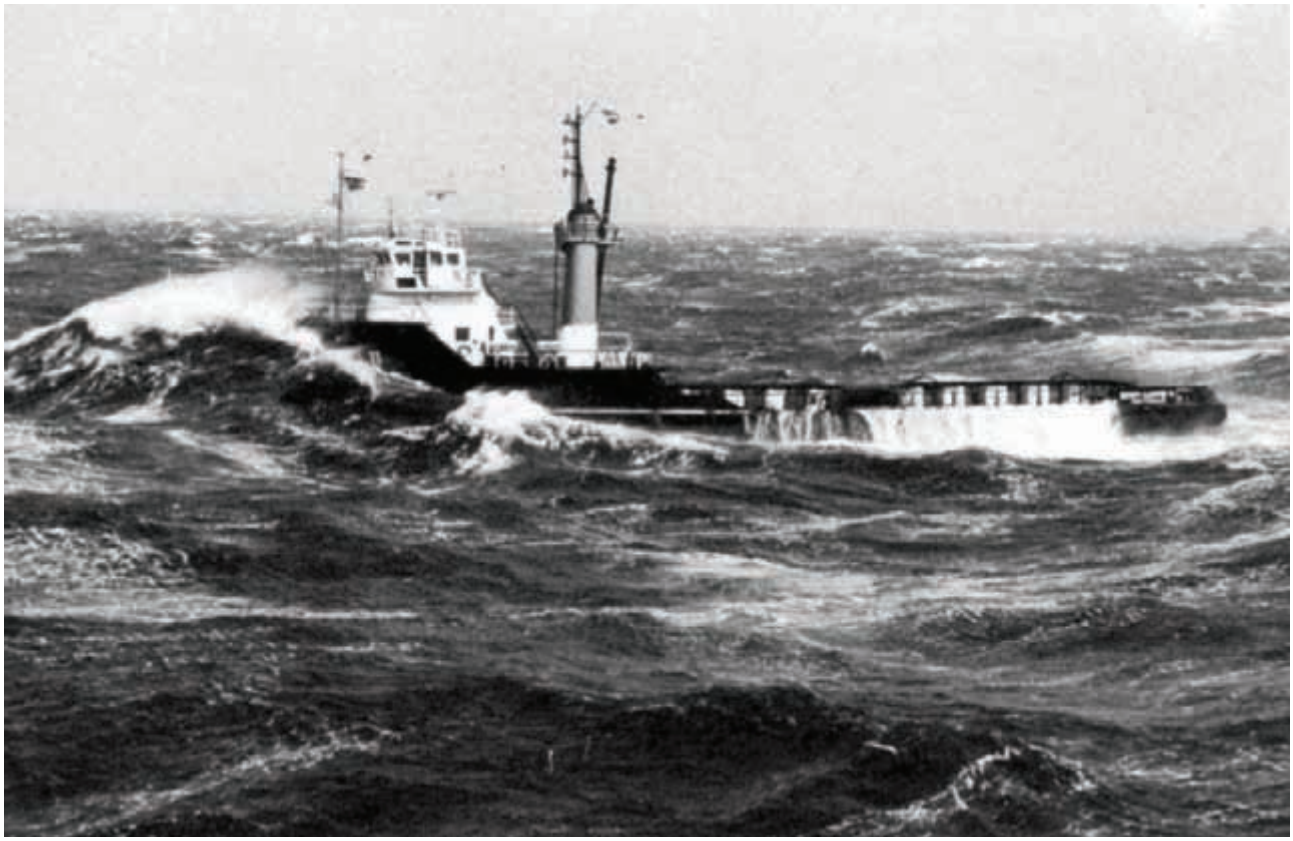
3.4 | morze północne

Kolejnym zjawiskiem decydującym o znaczeniu przełomu lat 50. i 60. XX wieku było rozpoczęcie poszukiwań, a w ich rezultacie także eksploatacja dna Morza Północnego. Po pierwsze złoża znajdowały się zdecydowanie dalej i głębiej (także poza szelfem kontynentalnym) niż w wodach zatoki meksykańskiej, po drugie zaś pojawił się istotny czynnik zewnętrzny, mający decydujący wpływ na postać statków, jakim na Morzu Północnym była okryta złą sławą pogoda. Pionierami eksploatacji dna Morza Północnego były współpracujące z rządem brytyjskim kompanie amerykańskie, które już w 1962 roku prowadziły intensywne poszukiwania pól naftowych w rejonie szkockiego portu Aberdeen. I tak, po prawie 10 latach spokojnej pracy na wodach Zatoki Meksykańskiej przemysł wydobywczy rozpoczął pracę w Europie. Do roku 1963 na wodach terytorialnych Niemiec i Wielkiej Brytanii pracowały dwie platformy: „Mr. Cap" i „Mr. Louise". Do obsługi „Mr. Capc-a" sprowadzono z USA „East Tide" statek zaopatrzeniowy TIDE WATERA. Już od samego początku pracy w Europie instalacje wydobywcze i pracujący na nich ludzie odczuli różnicę między warunkami pogodowymi Zatoki Meksykańskiej a Morza Północnego. Zaledwie po kilku tygodniach od uruchomienia „Mr. Cap" wpadł w objęcia tzw. stuletniego sztormu i został bardzo poważnie uszkodzony. Oczywiście już wcześniej przemysł miał do czynienia ze złą pogodą. Wielokrotnie cykliczne huragany atakowały lub uszkadzały amerykańskie platformy na wodach zatoki meksykańskiej. Jednakże ze względu na bliskość brzegu ewakuacja pracowników przed nadejściem burzy nie stanowiła problemu. Podobnie na bliskim wschodzie *shamal* - wiatr mogący wiać nieprzerwanie przez wiele dni wielokrotnie zmuszał do przerwania wydobycia, jednak nigdy

18 Gibson V., *Supply Ship Operations. A handbook*, Ships and Oil, La Madrilla Press, wydanie 3. 2009, s. 105

19 Współcześnie statki te określane są skrótem AHTS, lub AHT

„Smit-Lloyd 10", dziesiąty z serii identycznych, budowanych w latach 1965–1969 holenderskich serwisowców z charakterystycznie przesuniętymi do dziobu wysokimi kominami | fot. Smit-Lloyd Nieuws www.zeelandnet.nl



Ta sama jednostka w rzeczywistych warunkach pogodowych Morza Północnego, | fot. Smit-Lloyd Nieuws, www.zeelandnet.nl

nie stanowił poważniejszego zagrożenia dla bezpieczeństwa samych konstrukcji i życia załóg. Morze Północne jest inne. Pola naftowe znajdują się z dala od brzegu, nawet w lecie wiatr i fale są wielokrotnie silniejsze niż w Zatoce, prawie przez cały rok pada deszcz. W zimie sytuacja staje się o wiele gorsza - temperatura spada znacznie poniżej zera, pojawia się problem zalodzenia. Dodatkowo świadomość niedostępności, izolacji szybko stała się przyczyną depresji wśród amerykańskich załóg – przywykłych do pracy w zgoła innych warunkach.

Pomimo tych trudnych warunków pogodowych eksploracja Morza Północnego ruszyła pełną parą. W 1965 roku British Petrolium zbudowało i uruchomiło pierwszą brytyjską platformę „Sea Quest". Problemy, jakie z eksploatacją „zatokowej floty" mieli amerykańscy armatorzy (ze względu na pogodę statki te nie mogły kursować regularnie) zwróciły uwagę brytyjskich armatorów. Korzystając z wieloletnich doświadczeń żeglugi po Morzu Północnym statków handlowych i rybackich, brytyjski przemysł okrętowy przedstawił swą własną wersję statku do obsługi platform wiertniczych mającą stawić czoła Morzu Północnemu.

W wydaniu brytyjskim technika pracy statku, jego układ przestrzenny były wzorowane na projektach Laborde-a i doświadczeniach amerykańskich. Podstawowa różnica między amerykańskim statkiem serwisowym a brytyjskim to dzielność morska. Statki europejskie były przede wszystkim większe i mocniejsze. Posiadły zdecydowanie solidniejszą konstrukcję. W wyniku zwiększenia wymiarów statków uległy poprawie także warunki bytowe załóg. W sterówce zamontowano zestaw przyrządów sterowniczych skierowany w kierunku rufy tak, aby sternik mógł jednocześnie sterować statkiem (plecami do dziobu) i obserwować pracę wciągarki kotwicznej. Ponieważ brytyjskie statki posiadały mocniejsze, a co za tym idzie cięższe silniki, dla lepszego zrównoważenia statku siłownię przesunięto do dziobu, mniej więcej w okolice rufowej ściany nadbudowy. Zastosowanie silników o dużych mocach pozwoliło na wykorzystywanie statków także jako holowników oceanicznych. Również w dziedzinie wyposażenia pokładowego Brytyjczycy rozwinęli amerykańskie koncepcje. Wyposażyli pawęże statków w „rolki" ułatwiające wciągnięcie kotwicy na pokład. Pierwszy brytyjski serwisowiec – „Essex Shore" posiadał także prawdziwą techniczną nowość - dziobowy ster strumieniowy. Pomimo znacznych różnic w stosunku do swych amerykańskich protoplastów pierwsze brytyjskie statki były nadal stosunkowo niewielkie.

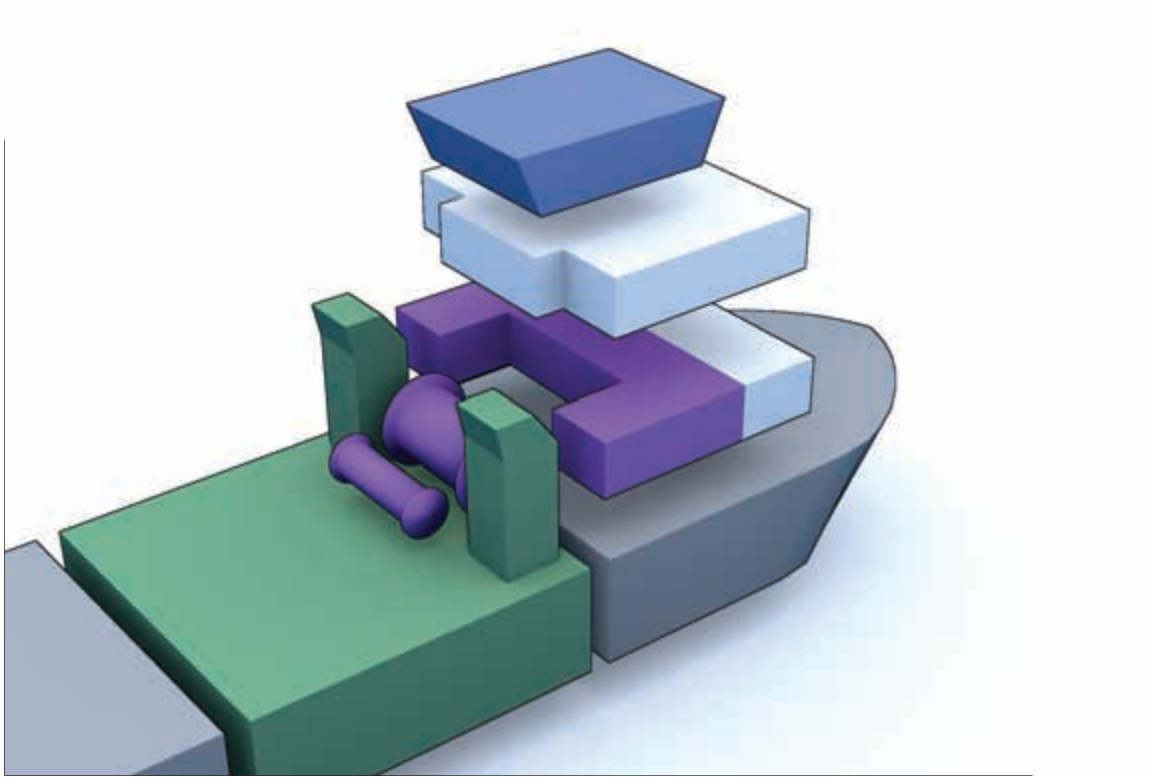
3.5 | norweskie innowacje

W roku 1971 do eksploracji Morza Północnego dołączyła Norwegia. Wkład Norwegów w rozwój technik wydobycia jest największy. Korzystając z doświadczeń amerykańskich, brytyjskich i holenderskich Norwegowie stworzyli szereg nowych technik i technologii wydobycia, a także ukształtowali współczesną postać ahtsów.

Najistotniejszym ośrodkiem projektowym w Norwegii była i jest firma ULSTEIN VERVT (obecnie w posiadaniu ROLLS-ROYCEA). Na początki lat 70. ULSTEIN zebrał doświadczenia wynikające z eksploatacji statków operujących na Morzu Północnym. W 1975 roku Norwegowie przedstawili pierwszy statek z serii UT 704. O ile „Ebb Tide" wyznaczył nową postać struktury zasadniczej statku do obsługi platform wiertniczych o tyle UT 704 wyznaczył standard struktury funkcjonalnej na następne 30 lat. W okresie 1975–1987 zbudowano dziewięćdziesiąt jeden statków w oparciu o projekt 704[20]. Statki były produkowane na licencji w Kanadzie, Malcie, Jugosławii, Hiszpanii, Australii oraz w Polsce, gdzie w 1980 roku Stocznia Szczecińska zbudowała dwa statki MS „Bazalt" i MS „Granit". Obie jednostki należą do spółki LOTOS PETROBALTIC i pozostają w czynnej służbie.

20 źródło: www.shipsandoil.com/features/featut704.htm | pobrano 20.01.2010

Detal nadbudówki ahtsa zbudowanego wg projektu UT 704, | fot. John Regan



Schemat struktury zasadniczej jednostek typu UT 704. Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.

W projekcie 704 ULSTEIN wprowadził szereg innowacji. Przede wszystkim, statek powstał z założeniem, iż jego głównym rejonem pracy będzie Morze Północne. Dlatego też, w stosunku do swoich poprzedników był on dużo większy (64 metrów długości, prawie 14 szerokości i 7 zanurzenia). Wzrost gabarytów zwiększył masę statku, a ta wymagała większych mocy układu napędowego. Standardowo w jednostkach 704 instalowano 7000 KM choć zdarzały się też jednostki posiadające moc 9000 KM („Star Polaris", 1983) a nawet 11000 („Arild Viking", 1985)[21].

Choć UT 704 powiela schemat struktury zasadniczej znanej z dotychczasowych konstrukcji, to norweskie innowacje dotknęły właściwie każdego aspektu projektu statku. Zastosowano w nim szereg oryginalnych rozwiązań od konstrukcyjnych i technologicznych, związanych z budową statku, przez techniczne, dotyczące właściwości nautycznych, po nowe techniki pracy statku. Wszystkie te rozwiązania nie pozostały bez wpływu na organizację dziobowej części statku w tym, przede wszystkim samej nadbudowy. Aby móc w pełni wykorzystać pojemność kadłuba na potrzeby ładunku, pod nadbudówkę przesunięto część zbiorników. Siłownię pozostawiono na śródokręciu ale kominy znalazły się bezpośrednio na tylnej ścianie nadbudowy. Między nimi ulokowano wciągarkę holowniczo-kotwiczną. Wciągarkę napędzał układ hydrauliczny, ulokowany bezpośrednio za nią - w nadbudowie. Nowości pojawiły się także w sterówce statku. Na jej rufowej ścianie umieszczono duże okna dla dodatkowego, całkowicie niezależnego pulpitu manewrowo-kontrolnego, którego używano zarówno do manewrowania przy platformie, jak i do kontroli pracy wciągarki kotwiczonej. Także konstrukcja sterówki uległa zmianie. Pojawiły się okna skierowane ku górze, dzięki którym sternik statku mógł także obserwować pracę dźwigów platformy. Widoczność na pokład platformy ma ogromne znaczenie psychologiczne. Od tego momentu sternik statku mógł nie tylko rozmawiać przez radio z operatorem na pokładzie platformy, mógł go także widzieć. Okna skierowane ku górze są obecnie nieodzownym elementem mostka każdego ahtsa. Znamiennym jest, że częścią statku, w której dokonał się najmniejszy postęp były warunki bytowe załogi, które delikatnie określić można jako dalekie od dzisiejszych standardów.[22]

Wszystkie wymienione powyżej cechy znaleźć można we właściwie każdym, kolejnym projekcie ahtsa, niezależnie od miejsca budowy, wielkości, mocy, rejonu pływania, czy ilości załogi. Oczywiście schemat nie jest sztywny. Zmieniają się poszczególne bryły ich proporcje, wielkości, niemniej jednak schemat struktur zasadniczej i funkcjonalnej pozostaje taki sam.

3.6 | podsumowanie rozdziału

W powyższym rozdziale przedstawiłem wpływy, jakim podlegała postać ahtsów przez ponad 60 lat. Najistotniejsze były doświadczenia wynikające z użytkowania i konieczności przystosowania statków do coraz to nowych wymagań, związanych głównie z warunkami żeglugi panującymi w kolejno odkrywanych i eksploatowanych złożach węglowodorów.

Czytelna jest także relacja między wymaganiami armatorów, skupiających się głównie na podsystemach technicznym i funkcjonalnym statku, a potencjalnymi wymogami dotyczącymi warunków bytowych załóg, w których załoga zawsze znajduje się na drugim miejscu – za funkcjonalnością statku.

Dopiero w ostatnich latach zarysowała się wyraźna tendencja do dbania o załogi. Dotyczy ona w szczególności bezpieczeństwa pracy na pokładzie. Niewątpliwie ma to związek z coraz trudniejszymi warunkami przebywania i pracy na statku. Wynikają one ze wzrostu poczucia izolacji ludzi związanego z coraz większymi odległościami od lądu oraz koniecznością długotrwałego funkcjonowania w skrajnych warunkach pogodowych. Rozwój systemu ergonomicznego ahtsów staje się ważnym czynnikiem

21 źródło: www.shipsnostalgia.com/guides/UT_704_Anchor-Handling_Tug/Supply_Vessel | pobrano 05.03.2011

22 Gibson V., *History of the supply ship* s. 31

Platforma „Deep Water Horizon" w towarzystwie różnego rodzaju typów statków serwisowych
fot. British Petrolium Inc.

Ta sama platforma w trakcie tragicznego pożaru w 2010 roku gaszona przez różne jednostki PSV
fot. British Petrolium Inc.

w rywalizacji o pracownika. Nie bez znaczenia są także ramy prawne, określane przez międzynarodowe organizacje branżowe, które wzorem innych, także w morskim przemyśle wydobywczym, stale określają coraz wyższe standardy bezpieczeństwa i komfortu. Obecny poziom techniki, jakim dysponują projektanci i budowniczy statków pozwala na stworzenie bezpiecznego, sprawnego, racjonalnego statku, zdolnego do wykonywania prac, które jeszcze 30 lat temu były nieosiągalne. Dzięki stałemu podnoszeniu poziomu wiedzy technicznej, stosowanej przy projektowaniu i budowie statków możliwym jest pogodzenie dotychczas sprzecznych ze sobą oczekiwań funkcjonalnych, i co za tym idzie rozszerzenie zakresu użytkowego ahtsów.

Aby historia powstania ahtsów była pełniejsza, koniecznym jest zwrócenie uwagi na jeszcze jeden istotny aspekt. Historia wydobycia węglowodorów z dna morskiego przynosi szereg dramatycznych wydarzeń, które miały wpływ na rozwój floty *offshore*. Doskonałym przykładem jest tu katastrofa platformy „Piper Alpha"[23], w wyniku której międzynarodowe organizacje morskie stworzyły założenia do nowego rodzaju statku tzw. *stand-by*[24]. Jednakże doświadczenia wynikające z bieżącej pracy stały się głównym motorem postępu w dziedzinie bezpieczeństwa wydobycia oraz rozwoju technik pracy ahtsów. Troska o bezpieczeństwo odnosi się do trzech głównych aspektów: życia i zdrowia ludzi, nienaruszalności infrastruktury, oraz ze względu na potencjalne ryzyko skażeń o zasięgu globalnym, także środowiska naturalnego. W procesie wydobycia węglowodorów z dna morskiego nie ma właściwie czynności, która nie wiązałaby się z realnym stanem niebezpieczeństwa. Dlatego też, pracując dla potrzeb morskiego przemysły wydobywczego, przy każdym nowo projektowanym elemencie łańcucha systemu wydobywczego zakłada się *a priori* występowanie stanu stałego zagrożenia. Taki sposób myślenia towarzyszy nie tylko projektantom, czy inżynierom, ale także przede wszystkim, twórcom przepisów określających ramy prawne rządzące tą gałęzią przemysłu.

Na przestrzeni 60 lat wydobycie ropy i gazu z dna morskiego stało się autonomiczną dziedziną nauki. Ukształtował się aparat naukowy, teoretyczny, badawczy i prawny. Morskiemu wydobyciu towarzyszy także cały wachlarz specjalnych technik, technologii oraz oczywiście nie stosowanego w innych dziedzinach przemysłu sprzętu i wyposażenia. Począwszy od ubrań dla załóg, przez drobne narzędzia ręczne, na pływających miastach – platformach – kończąc. Obok platform, najbardziej spektakularnym elementem infrastruktury wydobywczej jest flota specjalistycznych statków – OFFSHORE SUPPORT VESSELS, Współcześnie pojęcie OSV jest bardzo szerokie i mieści w sobie przeznaczone do różnych celów statki typu: PSV, AHTS/AHT, MOTT, SIM, STAND-BY, CREWBOAT.

Obecnie, pomimo stałego wzrostu znaczenia alternatywnych źródeł energii nieuniknionym, wydaje się przekroczenie kolejnego progu technologicznego – eksploatacji złóż ulokowanych na arktycznych akwenach.

Zapoczątkowany w latach 50. XX wieku, prawdziwie innowacyjny schemat organizacji struktury zasadniczej statku, został zaakceptowany, jako wzorcowy przy projektowaniu statków do obsługi platform wiertniczych na wiele lat. Jego fundamentalne cechy to: usytuowany na rufie, możliwie duży, otwarty i niski pokład roboczy, relatywnie mała, zepchnięta na dziób jednostki nadbudówka mieszkalna. Jednakże wzorzec ukształtował nie tylko fizyczną postać statków, stał się także kluczowym czynnikiem kształtującym metodę pracy statku. Do rozładunku statek ustawiał się rufą lub burtą do

23 Platforma wiertnicza Piper Alpha należąca do firmy Occidental Petroleum była największą platformą wiertniczą na Morzu Północnym. Stała ok. 200 km na północny wschód od miasta Aberdeen w Szkocji. U szczytu swojej działalności wydobywała i przetwarzała 30 tysięcy ton ropy dziennie o wartości niemal 4 milionów funtów. Pod wieczór 6 lipca 1988 roku w wyniku uchybień proceduralnych i ewidentnych błędów konstrukcyjnych wybuchł pożar, który w ciągu paru godzin objął całą platformę zabijając 167 ludzi. Tragedia spowodowała wszczęcie szczegółowego śledztwa pod kierownictwem Lorda Cullena, dotyczącego procedur bezpieczeństwa na platformach. Wykazano cały szereg nieprawidłowości, które miały miejsce nie tylko na Piper Alpha… – na podstawie: blogbiszopa.blog.onet.pl/Pieklo-na-morzu-katastrofa-Pip,2,ID227383371

24 *Stand-by* lub *Emergency Response Rescue Vessel* – Statek ratowniczy szybkiego reagowania strzegący bezpieczeństwa platform wiertniczych i wydobywczych, źródło: pl.wikipedia.org/wiki/Skróty_przed_imionami_statków

platformy. Ponadto możliwym stało się prowadzenie rozładunku i załadunku w morzu bez cumowania statku do kei.
Przez sześć dekad lebardoneowski wzorzec był konsekwentnie rozbudowywany i adaptowany do coraz większej ilości nowych zadań. Rosły wymiary jednostek, zmieniały się moce zespołów napędowych, techniki pracy systemów pokładowych, kształty kadłubów ale także ich wzajemne relacje przestrzenne, które doprowadziły do ukształtowania trzech podstawowych typów struktur funkcjonalnych. Jednakże pomimo znacznych zmian struktury funkcjonalnej statków, wzrostu możliwości technicznych, technologicznych, prawnych środowisko człowieka (system ergonomiczny) nadal jest w mojej opinii traktowane jako podrzędne (w ujęciu systemowym) względem systemów technicznego i funkcjonalnego statku. Podobnie, jak to miało miejsce w latach 50. XX wieku, także i dziś załoga statku, jest zepchnięta na margines, choć oczywiście wiele się zmieniło. Niemniej jednak zmiany te są niewystarczające.

Przedstawiona droga rozwoju ahtsów ilustruje najistotniejsze, w mojej opinii rozwiązania. Począwszy od pierwszych, prostych prób obsługi stacjonarnych jeszcze pól naftowych, rozwijanych na początku XX wieku przez użycie adaptowanych jednostek militarnych LST i rewolucyjnego „Ebb Tide"-a Aldena Laborda z okresu powojennego, aż po norweskie osiągnięcia z połowy lat 70. XX wieku związanych z eksploatacją złóż morza północnego.

Starałem się wykazać relacje pokrewieństw strukturalnych czytelnych w poszczególnych etapach rozwoju statków *offshore*: prostych holowanych barkach i pontonach przez *stricte* transportowe psv-y po wielofunkcyjne ahtsy. W mojej opinii na przestrzeni ostatnich 60 lat dwa wydarzenia miały kluczowy wpływ na rozwój floty *offshore*, były to:

– określenie przez Laborda innowacyjnej struktury zasadniczej statku z możliwie dużym, otwartym pokładem na rufie
– oraz zdefiniowanie przez projektantów ULSTEINA struktury funkcjonalnej typowej dla współczesnych ahtsów.

Dwie generacje i dwa typy statków offshore. Mniejszy PSV „Energy Girl" (1985) oraz większy AHTS „SIEM Amethyst" (2011) ilustrują skalę rozwoju jaką na przestrzeni prawie 20 lat przebyły statki floty offshore | fot. Finn Tornquist

Jak już wspomniałem schemat struktury funkcjonalnej ujęty w projektach z serii UT 704 stał się tak efektywny, że zaadoptowany został do innych celów. Wielki, otwarty pokład okazał się doskonały do instalowania na nim przeróżnej maści osprzętu. W zależności od jego konfiguracji tworzone są nowe typy funkcjonalne np.: statki do prac podwodnych (DIVING SUPPORT WESSEL), statki do stymulacji odwiertu (WELL STIMULATION WESSEL). Wszystkie wymienione typy oraz wiele innych tworzą grupę zwaną: OSV – OFFSHORE SUPPORT VESSELS – statki do obsługi morskich pól naftowych, określane potocznie spolszczonym terminem – offshory.

W związku ze stałym rozwojem morskiego przemysłu wydobywczego statki typu OSV stały się jedną z najliczniejszych grup statków na świecie. W tej grupie najwięcej jest psvów i ahtsów. Według danych American Bureau of Shipping[1] w 2009 roku na świecie zarejestrowanych było między 534–551 jednostek typu AHT oraz 1617–2006 jednostek typy AHTS[2]. Od 2001 roku zbudowano średnio 20 statków rocznie. Największe dostawy odbyły się w latach 2006–2008, w których budowano średnio 50 statków rocznie[3].

Jak już pisałem struktura zasadnicza właściwie wszystkich współczesnych statków serwisowych jest do siebie podobna. Ich unikalny język architektoniczny wyznaczają: długi, niski pokład rufowy, wysoko wyniesiony, krótki dziób, zwarta wertykalna nadbudowa zakończona okazałą bryłą sterówki. Jednostki ahts, pomimo większych rozmiarów powielają ten sam, co holowniki model układu przestrzennego. Biorąc pod uwagę architekturę niektórych, szczególnie starszych ahtsów, można śmiało powiedzieć, że są one *de facto* holownikami z wydłużonymi dla potrzeb transportowych pokładami transportowymi. Potrzeba indywidualizacji projektów poszczególnych firm projektowych, nadaje statkom wyraźne, indywidualne cechy wizualne - pomimo niezwykle podobnego schematu przestrzennego.

Ahtsy występują w trzech głównych klasach determinowanych przede wszystkim tzw. uciągiem na palu oraz długością całkowitą. Najmniejsze jednostki dają uciąg około 60–80 ton i posiadają długość do 70 metrów, średnie 80–100 ton uciągu, przy długości między 60–80 metrów. Największe przekraczają znacznie 160 ton uciągu, a ich długość możne sięgać nawet 100 metrów. Co ciekawe niezależnie od wielkości ahtsy są w stanie zaokrętować zbliżoną ilość załogi. Najczęściej waha się ona w przedziale między 24–48 osób.

To, co odróżnia współcześnie projektowane i budowane ahtsy od historycznego już projektu 704, to ich nieporównywalnie większa wielozadaniowość. Współczesny aths może wykonywać szereg prac. Do najistotniejszych należą:

transportowe:
– transport ładunku stałego na pokładzie,
– transport ładunku (płynnego lub sypkiego) w zbiornikach w kadłubie,
– transport prowiantu w specjalnych magazynach (ulokowanych w nadbudowie)

holownicze:
– oceaniczne holowanie obiektów
– manewrowanie i pozycjonowanie wszelkiego typu obiektów pływających

1 American Bureau of Shipping, źródło: www.eagle.org;

2 Globalny handel statkami wpływa na precyzję obliczeń. Jeden statek może kilkakrotnie w ciągu roku zmienić właściciela. Za każdym razem jest rejestrowany stąd wahania w danych statystycznych.

3 dane pochodzą z opracowania *ODS-Petrodata* opublikowanych w magazynie *Offshore Support Jurnal* z 2009 roku

Przykładowe, współczesne ahtsy. Fotografie ukazują bogactwo sposobów aranżacji rufowego pokładu roboczego.

Przykładowe, współczesne ahtsy. Fotografie ukazują różnorodność aranżacji rejonu wciągarki holowniczo-kotwicznej

Przykładowe, współczesne ahtsy. Fotografia górna ukazuje różnorodność urządzeń technicznych instalowanych na pokładach roboczych zaś dolna postaci nadbudówek. fot. Pascal Riteau

Zestawienie charakterystycznych sylwetek ahts-ów (na pierwszym planie) i psv-ów (w tle),
fot. Bjørn Poulsen

Zespół 3 jednostek ahts holuje arktyczną platformę wiertniczą „Lunskoye" na miejsce cumowania | fot. SCF

Widziane z pokładu platformy dwa ahtsy przygotowane do rozładunku | fot. Victor Gibson

związane z kotwiczeniem platform:
– wyrywanie osadzonych w dnie kotwic stabilizujących platformy
– trałowanie kotwic na pokład statku
– magazynowanie i przekazywanie platformie łańcuchów i lin kotwicznych
– osadzanie kotwic platformy na dnie morza
– przekazywanie kotwic na inny statek/platformę

związane ze wsparciem operacji podwodnych:
– bazowanie i wodowanie ekip nurków
– bazowanie i wodowanie zdalnie sterowanych pojazdów podwodnych

prace warsztatowe:
– konserwacja kotwic i łańcuchów
– naprawa uszkodzeń
– remonty urządzeń lub wyposażenia platform

Ze względu na duże zagrożenie katastrofą każdy, pływający po polach naftowych statek przystosowany jest do gaszenia pożarów, ratownictwa morskiego (często także we współpracy ze śmigłowcami) oraz likwidacji zanieczyszczeń środowiska naturalnego.

Połączenie w jednym statku, tak wielu funkcji charakteryzuje ten osobliwy typ statków[4]. Wzajemne przenikanie się stref funkcjonalnych, wymaganych parametrów użytkowych, czy warunków pracy poszczególnych urządzeń, systemów powoduje często trudne do pogodzenia sprzeczności, z którymi zmagać się muszą projektanci statku. Wymaganym jest, aby ahts był możliwie szybki (optymalną prędkością ekonomiczną dla ahtsów jest 14 węzłów). Jednakże kiedy statek holuje, czy też wyciąga kotwice platform wiertniczych pożądanym jest, aby był on przede wszystkim silny. Z punktu widzenia projektantów systemów napędowych są to sprzeczne ze sobą parametry, gdyż optymalizacja napędu „na prędkość" wymaga innych rozwiązań technicznych niż optymalizacja „na moc". Jak by tego było mało ahts musi także być doskonale manewrowy, szczególnie przy prędkościach bliskich zeru. Ten wymóg znacznie komplikuje strukturę układu napędowego. Koniecznym staje się montowanie złożonego systemu napędowego składającego się z różnych, wymiennie używanych pędników.

Kolejnymi, trudnymi do pogodzenia oczekiwaniami są tzw. właściwości morskie statku. Z jednej strony wymagana jest stabilność statku na wodzie, z drugiej zaś istotny jest aby kadłub - główny czynnik hydro-mechaniczny statku był możliwie pojemny tak, aby statek dysponował racjonalną ekonomicznie ładownością. Parametr stabilności - odporności na ruch falowy morza najłatwiej osiągnąć poprzez redukcję tzw. wodnicy pływania. Redukcja oznacza, że powierzchnia styku kadłuba z wodą powinna być jak najmniejsza. Próba spełnienia tego parametru znacznie ograniczy kubaturę kadłuba, co w konsekwencji zmniejszy ładowność statku. Parametr ładunkowej pojemności kadłuba ma szczególny wpływ na zachowanie statku na wodzie przy małych prędkościach. Pojemny, wyporny kadłub jest z zasady bardzo podatny na kołysania. Dodatkowo, czym mniejsza prędkość, tym bardziej odczuwalne jest kołysanie się statku, który staje się podatniejszy na warunki zewnętrzne np. napór wiatru, zmianę jego kierunków. Ma to bezpośredni wpływ na zdolności manewrowe statku.

Ponadto, co jest szczególnie istotne w kontekście niniejszej pracy, sposób zachowania się statku na wodzie ma kluczowe znaczenie dla komfortu i bezpieczeństwa pracy i wypoczynku załogi. W skrajnych wypadkach zachowanie statku na wodzie uniemożliwia wykonywanie jakichkolwiek prac.

4 Gibson V., *History of the supply ship* s. 25. Autor określa ahtsy terminem *curius ship type.*

Pokład roboczy z przygotowanymi do transportu kotwicami | fot. www.shipsnostalgia.com

Moment wodowania kotwicy | fot. Bjørn Poulsen

Ze względu na konieczność użycia znacznych siły operacja wyrwania kotwicy z dna może przebiegać bardzo gwałtownie | fot. Bjørn Poulsen

Moment przeciągania kotwicy przez pawęż | fot. Bjørn Poulsen

AHTS „Highland Endurance" w czasie operacji holowania w typowych dla Morza Północnego warunkach pogodowych
fot. www.boatdesign.net

Narzędzia i systemy pracy podzielić można na dwie zasadnicze grupy:
– ulokowane w kadłubie statku
– ulokowane na pokładzie.

Główne systemy kadłubowe statku to:
– system napędowy (silniki, układy przeniesienia napędu)
– system kontroli układów napędowych - pomieszczenie centrali manewrowo-kontrolnej
– systemy transportowe kadłubowe. Zbiorniki stanowiące integralną część kadłuba
– systemy transportowe - prefabrykowane. Zbiorniki nie będące elementem konstrukcyjnym.

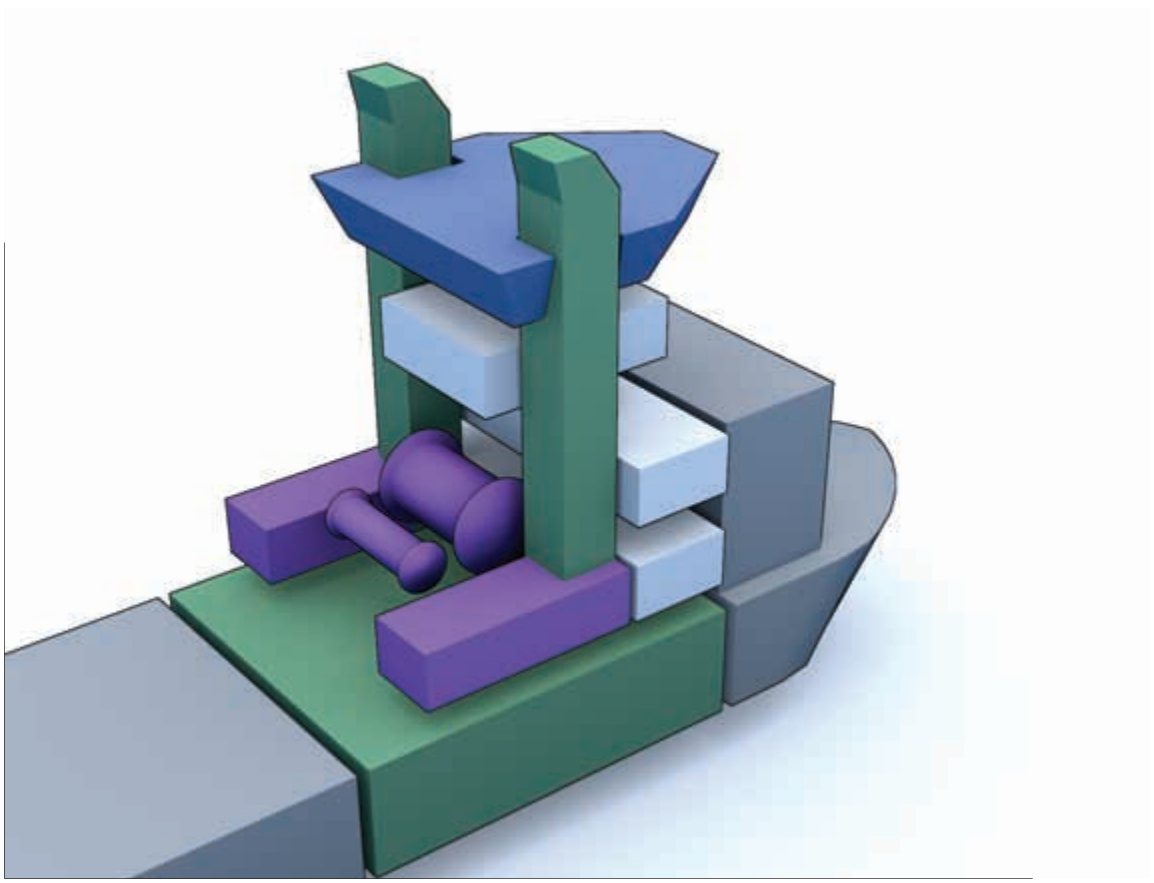
Wymienione systemy składają się w podsystem techniczny - odpowiedzialny przede wszystkim za możliwości mobilne i transportowe statku.

Główne systemy pokładowe statków to:
– wciągarka kotwiczno-holownicza wraz z osprzętem (np. układaczem lin)
– systemy napędowe wciągarki,
– pomocnicze, niezależne wciągarki pokładowe,
– systemy ułatwiające wciągnięcie kotwicy na pokład (rolki)
– systemy kontroli ładunku na pokładzie,
– warsztaty i magazyny pokładowe.

Wymienione systemy składają się w podsystem funkcjonalny odpowiedzialny przede wszystkim za możliwości technologii procesu pracy statku.

AHTS w czasie operacji wyrywania kotwicy, Morze Północne | fot. Mark Heyworth

Ahts „Maersk Master", którego nietypowa struktura zasadnicza wpływa na strukturę funkcjonalną a tym samym kreuje jego nietypowy wygląd. Przesunięta na śródokręcie nadbudówka, ulokowane na burtach kominy oraz niewielka sterówka przypominają bardziej holownik portowo-redowy niż typowy *offshora* | fot. Tony Poll



Schemat struktury zasadniczej „Maersk Mastera". Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.

5.0 | przegląd najciekawszych projektów ostatnich lat

W niniejszym rozdziale przedstawię najciekawsze moim zdaniem realizacje statków typu ahts stworzone w ostatnich latach. Celem tego przedstawienia jest pokazanie statków wykraczających poza konwencję użytkową, czy techniczną stosowaną powszechnie.

Powstała w latach 60 konieczność holowania i kotwiczenia platform wymusiła adaptację standardowo już użytkowanych psv-ów do nowych zadań. Na ich pokładach zamontowano wciągarki. Tak powstał pierwszy ahts, którego postać jest wtórna względem „labordeońskiej" koncepcji transportowych statków typu psv. Jednocześnie wraz z ahts-ami rozwijał się inny typ statków - holownik portowo-redowy - aht. Ze względu na proces pracy holowniki są bardzo podobne do ahts-ów. Są to przede wszystkim statki silne i bardzo manewrowe. Przeznaczone są przede wszystkim do holowania innych obiektów pływających, choć odpowiednio przygotowane (sprzęt pokładowy) mogą z powodzeniem manewrować kotwicami platform. Analizując postacie współczesnych statków ahts widocznym stają się dwie koncepcje organizacji ich przestrzeni. Jedna będąca pochodną koncepcji Laborde-a, i polegająca przede wszystkim na skróceniu jednostki poprzez ograniczenie powierzchni pokładu otwartego. Konsekwencją zmniejszenia jednostki jest także ograniczenie pojemności zbiorników wewnątrzkadłubowych. Druga koncepcja jednostek aht opiera się na schemacie strukturalnym typowego (małego) holownika portowo-redowego.

Najbardziej znanymi ahtsami reprezentującymi „odholownikową" strukturę zasadniczą i funkcjonalną są dwa zbudowane w 1986 roku statki typu M-TYPE - „Maersk Mariner" oraz bliźniaczy „Maersk Master".

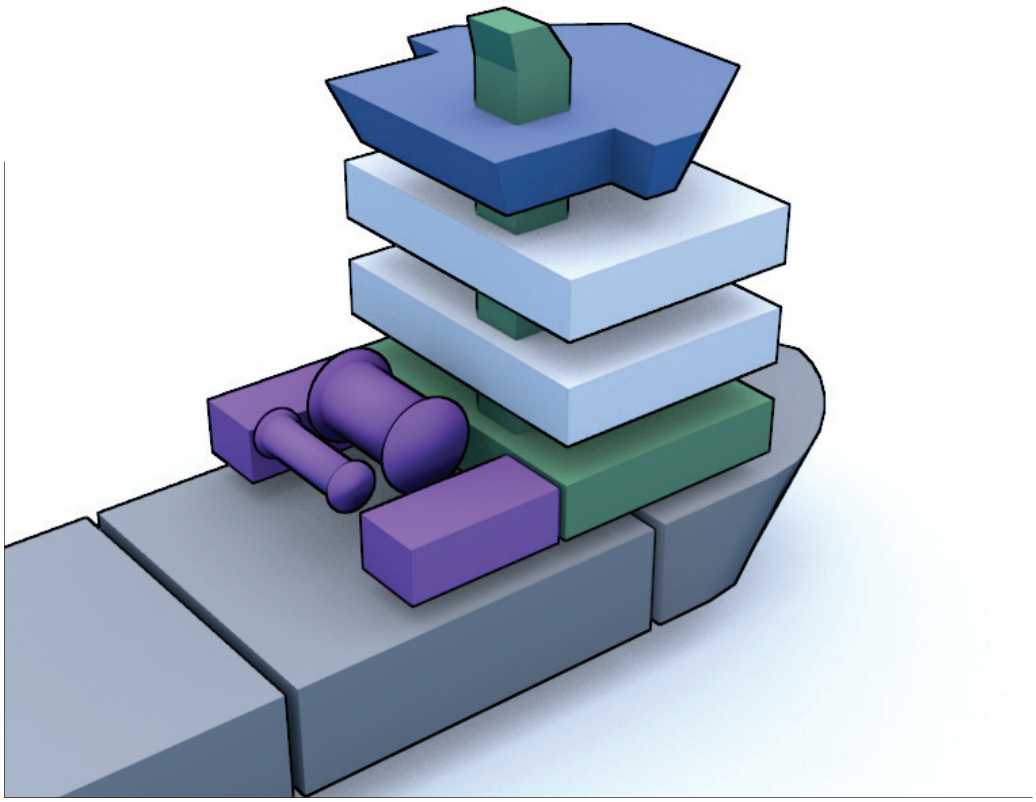
To, co odróżnia oba statki od typowego ahts-a, to zmiana ich programu użytkowego z uniwersalnego na zorientowany w storę mocy i siły uciągu. „Maersk Mariner" i „Mearsk Master" były w końcu lat 80. ubiegłego stulecia najmocniejszymi ahtsami świata. Każdy z nich posiada 16,200 KM mocy zapewniających statkom prędkość 14 węzłów oraz imponujący nawet dziś uciąg 175 ton. Profilowanie statku „na moc" znacznie powiększyło gabaryty i masę siłowni. W przeciwieństwie do typowego rozwiązania znajduje się ona na nie na dziobie statku, tylko na śródokręciu. Dzięki temu statki zachowają wzorową stateczność. Kolejną, znaczącą cechą jest zmiana lokalizacji nadbudowy jest ona tutaj umiejscowiona, podobnie jak w holownikach na śródokręciu statku (średniówka[1]).

Kominy również wzorem holowników znajdują się po bokach nadbudowy. Holownikowe wpływy widoczne są także w sterówce, która jest stosunkowo nieduża. Bezpośrednio pod sterówką na czterech pokładach rozlokowane są pomieszczenia bytowe załogi. Zmiana lokalizacji nadbudowy spowodowała, że na dziobie statku pojawiła się duża „wolna przestrzeń", którą projektanci zaadaptowali na zamykaną ładownię o wymiarach 13×12×6 metrów, której pokrywa możne pełnić rolę pokładu otwartego. „Mariner" i „Master" posiadają jeszcze dwie „holownikowe" cechy. Oparty na dwóch śrubach i aż czterech sterach strumieniowych napęd zapewniający doskonałe właściwości manewrowe - szczególnie przy niewielkich prędkościach oraz rzadko spotykane w ahtsach rozbudowane możliwości ratunkowo-gaśnicze. Statki posiadają aż cztery monitory gaśnicze (o wydajności 2,800 m^3/h), dwie strefy do podejmowania ludzi z wody i pomieszczenia medyczne. Wszystkie te cech sprawiają, iż „Maersk Mariner" i „Maersk Master" są prawdziwie wielozadaniowymi statkami przekraczającymi swymi możliwościami typowe ahtsy. Wciągarka kotwiczono-holownicza ulokowana jest w „tradycyjnym" miejscu - bezpośrednio przy rufowej ścianie nadbudówki. Ze względu na to, iż „Mariner" i „Master" są przystosowane do pływania w warunkach arktycznych wciągarkę obudowano izolując ją w ten sposób od warunków atmosferycznych.

---

1 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 44.

AHTS „Bourbon Libert 201", pomimo radykalnych zamian w strukturze funkcjonalnej statku jego wygląd pozostał typowy dla współczesnych ahtsów | fot. Bourbon Offshore



Schemat struktury funkcjonlanej ahtsa Bourbon „Liberty 200". Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok wciągarki, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.

Opisany przykład doskonale ilustruje, jak struktura zasadnicza statku (w tym wypadku określona przede wszystkim oczekiwanymi parametrami nautycznymi, a co za tym idzie pozycją i gabarytami siłowni) może wpływać na możliwości funkcjonalne i użytkowe statku. Niewątpliwie w tym wypadku podsystem techniczny statku zdominował pozostałe podsystemy - funkcjonalny i architektoniczny.

Podobną hierarchię wartości przyjęto projektując ahts-y z serii Bourbon LIBERTY 200. Projekt Liberty 200 powstał w amerykańskim biurze projektowym GUIDO PERLA & ASSOCIATES, INC. w odpowiedzi na zamówienie obecnie największego armatora floty *offshore* firmy Bourbon Offshore. Statki powstały według precyzyjnych wytycznych armatora. Na pierwszy rzut oka, w przeciwieństwie do „Maerska Marinera" i „Mastera", jednostki LIBERTY niczym nie różnią się od typowego ahtsa. Statki o wymiarach 60 metrów długości i 15 szerokości, posiadają tradycyjną strukturę przestrzenną z długim, niskim pokładem rufowym i stosunkowo wysoką nadbudowę i sterówkę z jednym,m asymetrycznie ulokowanym kominem. Przeznaczeniem statków jest praca głównie w rejonie wód Zatoki Meksykańskiej stąd też posiadają one nieduże zanurzenie o głębokość 5,5 metrów. Pomimo, iż są ahtsami (posiadają wciągarkę) mają w stosunku do typowych jednostek bardzo rozbudowane możliwości transportowe. Według danych projektanta statki mają, aż o 30% zwiększoną pojemność zbiorników kadłubowych. Jak udało się projektantom rozmieścić 30% więcej zbiorników w kadłubie o standardowych wymiarach, który ze względu na niewielkie zanurzenie jest też stosunkowo niski? Otóż, jednostki typu Liberty 200 posiadają siłownię zlokalizowaną powyżej pokładu głównego - na pierwszym pokładzie nadbudowy. Taka lokalizacja siłowni uwalnia całą przestrzeń kadłuba dla systemów zbiornikowych. Zlokalizowanie siłowni w nadbudówce możliwe jest tylko przy zastosowaniu układu napędowego typu *diesel-electric* (bez mechanicznych połączeń miedzy silnikami a pędnikami). Ulokowanie siłowni na pokładzie nie tylko zmieniło całkowicie organizację przestrzenną nadbudowy, ale także spowodowało, iż siłownia stała się jednym z pomieszczeń nadbudowy. Znajduje się ona w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń bytowych załogi. Taka lokalizacja siłowni jest znaczną ingerencją systemu technicznego statku w tradycyjnie rozumianą nadbudowę - środowisko człowieka.

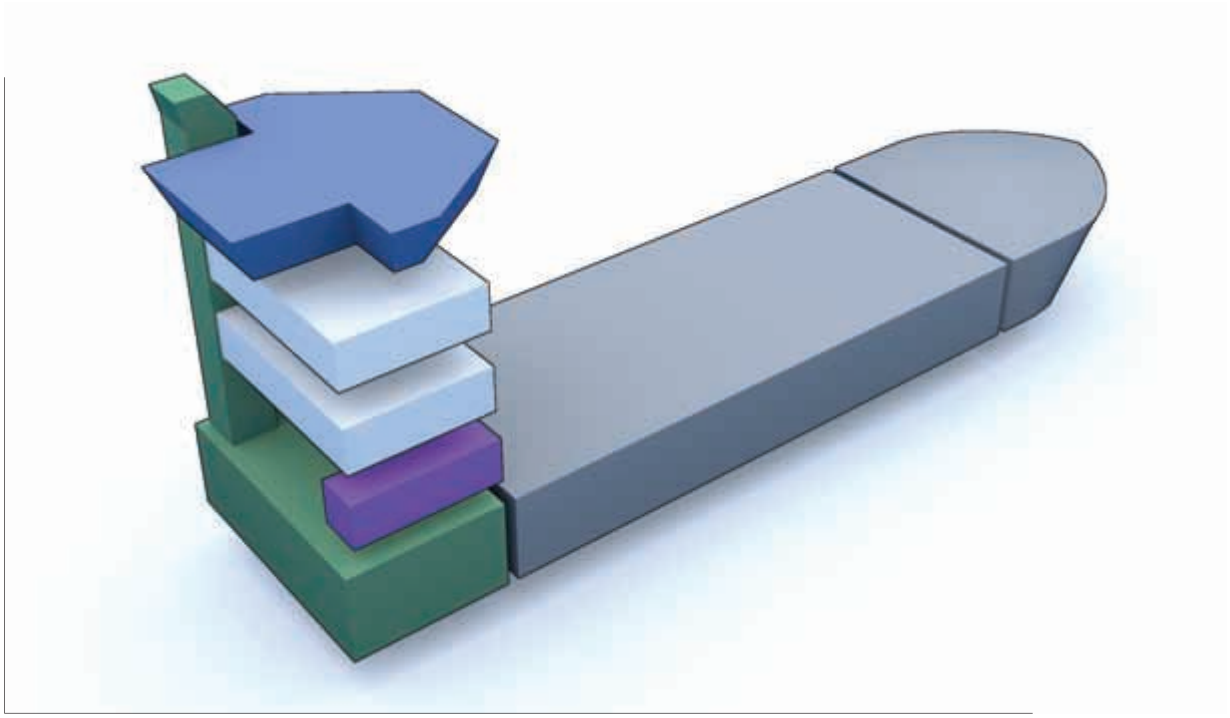
Pierwsza kondygnacja nadbudowy (podwyższona do około 3,5 metrów) mieści w sobie, ulokowany na prawej burcie, blok trzech głównych generatorów, pomieszczenie CMK, oraz inne funkcje towarzyszące siłowni (warsztat, magazyny, stację odpowietrzania zbiorników, ect.). Bardzo dobrze rozlokowano pomieszczenia bytowe załogi. Na kondygnacji drugiej nadbudowy, bezpośrednio nad siłownią znajduje się blok żywieniowy załogi (magazyny prowiantowe, kuchnia, mesa). Wszystkie kabiny znajdują się na lewej burcie oraz na kondygnacji trzeciej, natomiast na czwartej znajduje się dużych rozmiarów sterówka. Blok wciągarki zlokalizowano tradycyjnie bezpośrednio na rufowej ścianie nadbudowy.

Jednostki serii LIBERTY 200 posiadają obok strukturalnych, jeszcze inną, charakterystyczną cechę. Według wymogów armatora statki powinny być możliwie proste technologicznie tak, aby możliwym była budowa w jednej stoczni (Dayang Shipyard w Chinach) 74 jednostek w cztery lata. Statki zostały tak zaprojektowane, że buduje się je tylko z płaskich płyt stalowych, a kształt kadłuba został zaprojektowany tak, że płyty jego poszycia wygina się tylko w jednej płaszczyźnie, co znacznie upraszcza i przyśpiesza budowę statku. Ponadto, co istotne statki zostały zaprojektowane i są budowane modułowo. Konstrukcja jednostki została podzielona na pięć głównych modułów:

– kadłub wraz z systemami zbiornikowymi,
– blok siłowni (pierwsza kondygnacja nadbudowy),
– blok mieszkalny wraz z umieszczonym wewnątrz kominem (pokładówka),
– sterówka,
– blok wciągarki.

Zgodnie z zasadami blokowej techniki budowy i wyposażania statków, każdy z modułów budowany jest osobno i możliwie kompletnie wyposażany przed zmontowaniem z pozostałymi modułami.

PSV „Viking Lady" w niczym nie przypomina historycznego wzorca statku serwisowego | fot. Oddgeir Refvik



Schemat struktury zasadniczej „Viking Lady". Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, fioletowym blok pomieszczeń pokładowych, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.

Dla przykładu blok siłowni jest łączony z kadłubem jako kompletny, co ważne przetestowany, w pełni sprawny system napędowy. Podobnie nadbudówka, instalowana jest wraz ze ścianami działowymi meblami, oświetleniem, układem klimatyzacyjnym, ect. Jak już wspomniałem jednostki LIBERTY 200 zostały zaprojektowane modułowo. Dzięki temu w bardzo krótkim czasie powstała racjonalna ekonomicznie koncepcja statku LIBERTY 100 PSV opracowanego z wykorzystaniem blisko 90% modułów wspólnych z ahts-em.

Dwa opisane przykłady statków typu ahts – M-TYPE oraz jednostki serii LIBERTY pomimo dużej ilości rozwiązań innowacyjnych powielają zapoczątkowany w 1956 roku schemat organizacji pracy statku typu ahts. W obydwu przypadkach, pomimo różnic w strukturze funkcjonalnej, proces pracy statku jest taki sam. Podstawowym kryterium będącym przyczynkiem do zmian w strukturze przestrzennej statków były założone na wstępie i oczekiwane przez klienta wyjątkowe możliwości nautyczne (moc i manewrowość w przypadku M-TYPE) oraz funkcjonalne statków (zwiększone pojemność przestrzeni ładunkowej w serii LIBERTY). Co za tym idzie w obu przypadkach zmiany w sposobie organizacji środowiska człowieka powodowane były zmianami podsystemów technologicznego i funkcjonalnego. Inaczej jest w przypadku statku „Viking Avant" i jego siostrzanych jednostek. Pomimo tego, iż niniejsza praca poświęcona jest statkom typu ahts, a statki z serii AVANT są psv-ami, to omówienie tego projektu jest moim zdaniem niezbędne.

Jednostki serii AVANT są pierwszymi od końca lat 50. ubiegłego stulecia statkami typu offshore, które zaprojektowano od podstaw przełamując wszystkie dotychczasowe paradygmaty projektowe. Projektanci firmy VIK-SANDVIK przeanalizowali i zdefiniowali od nowa, właściwie każdy element systemu architektonicznego. Co szczególnie istotne w kontekście niniejszej pracy, podstawą do tak głębokiej reformy struktury przestrzennej statku nie były względy ekonomiczne, techniczne czy funkcjonalne, punktem wyjścia do zmian były warunki bytowe załogi.

Najistotniejszą, widoczną już na pierwszy rzut oka różnicą w stosunku do tradycyjnej struktury jest ulokowanie nadbudowy i siłowni na rufie statku. W przeciwieństwie do konwencjonalnego psv-a jednostki serii AVANT podchodzą do platformy dziobem.

W 2004 roku pierwsza jednostka z serii „Viking Avant" otrzymała nagrodę *Ship of the year*, przyznawaną przez największy branżowy magazyn, norweski *Skipsrevyen*. W uzasadnieniu werdyktu czytamy:

(…) Gdy projektowano ten statek, główny nacisk położono na istotne kryteria jak redukcję drgań i hałasów w nadbudówce oraz na mostku. Ponadto, polepszono warunki pracy na pokładzie i wypoczynku po pracy dla załogi. Poprawiono warunki oświetleniowe w przestrzeniach roboczych i wypoczynkowych, oczywiście wszystkie one są ulokowane powyżej pokładu głównego. Mniejsza wartość przyspieszeń i ruchów odczuwalnych w nadbudówce umieszczonej na rufie zmniejszyła ryzyko choroby morskiej (…).[2]

Jak już wcześniej pisałem w rozdziale poświęconym historii statków offshore, pierwsze psv-y produkowane na podstawie koncepcji Aldena J Laborde-a były trudne w manewrowaniu. Konieczność podejścia do platformy rufą była trudna, gdyż statki posiadały tylko jedno, skierowane na stronę dziobu stanowisko sterowe. Oczywistym stała się konieczność opracowania dwukierunkowej sterówki, która przez lata stała się powszechnie stosowanym rozwiązaniem. Umieszczenie nadbudowy (rufówka[3]) i sterówki na rufie „Avant Vikinga" zmieniło całkowicie nie tylko procedurę podejścia i pracy z platformą, ale także znacznie usprawniło pracę załogi w sterówce.

2 źródło: www.shipoftheyear.com/ship-of-the-year-2004/ship-of-the-year-2004-psv-%C2%ABviking-avant%C2%BB/ | pobrano: 20.07.2009

3 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 45–47.

W artykule poświęconym jednostce Kiell Sandaker, jeden z projektantów statku przedstawia zalety tak ulokowanego mostka:

(…) na konwencjonalnym statku, z nadbudową na dziobie, praca na mostku jest skomplikowana. W mostku ulokowanym na rufie oficerowie nawigacyjni patrzą w tym samym kierunku niezależnie od rodzaju pracy czy czynności jaką wykonuje statek (...). Dla przykładu, przy pracy w DP (dynamicznym pozycjonowaniu) *jeden oficer odpowiedzialny jest za pozycjonowanie statku, a drugi kontroluje pompy czy operacje ładunkowe (…)*[4].

Podporządkowanie struktury przestrzennej statku bezpieczeństwu i komfortowi załogi nie ograniczyło możliwości funkcjonalnych statku. Wręcz przeciwnie, statki posiadają szereg unikalnych w typie PSV cech. Uwolnienie dziobu statku od siłowni i nadbudowy pozwoliło na lepsze dopracowanie hydro--mechanicznych cech kształtu dziobu. Dzięki czemu, statek jest bardziej ekonomiczny w eksploatacji. Ponadto ulokowanie nadbudowy na rufie zwiększyło znacząco dzielność morską statku. Dziobówka, którą pozostawiono nie chroni żadnych pomieszczeń załogi. Jej głównym celem jest ochrona przed zalewaniem pokładu ładunkowego. Pokład otwarty możne być także zadaszony. Zwiększona dzielność morska oraz możliwość chronienia ładunku od warunków atmosferycznych pozwoliła na rozszerzenie zasięgu operacyjnego statku o rejony arktyczne. Ponadto, co szczególnie istotne dla morskiego przemysłu wydobywczego, statki serii AVANT są pierwszymi, i póki co jedynymi psv-ami posiadającymi typową dla statków ratowniczych klasę *standby vessel*. Pod nadbudową ulokowany został w pełni izolowany hangar na łódź ratowniczą, na burtach ulokowano dwie strefy podejmowania ludzi z wody. Wnętrze nadbudowy przystosowane jest do przyjęcia na pokład 250 uratowanych osób. W kabinach znajdują się dodatkowe rozkładane koje. Drogi komunikacyjne zostały odpowiednio poszerzone podobnie jak mesa załogi, która w trakcie akcji ratowniczej pełnić może rolę głównego pomieszczenia medycznego.

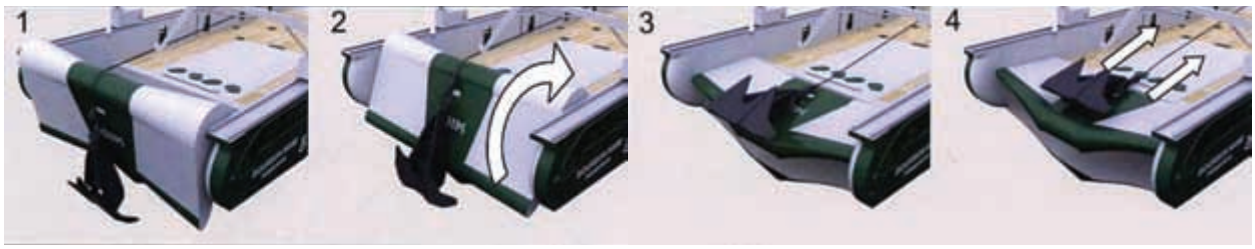
Pomimo tak gruntownych zmian struktury przestrzennej i funkcjonalnej, a także technologii procesu pracy oraz zwiększenia potencjału użytkowego statki serii AVANT pozostają w pełni funkcjonalnym i psv-ami. Ważne jest, że u podstaw tych wszystkich zamian było zapewnienie załodze „wyjątkowego środowiska pracy". Ponieważ prototypowa jednostka „Avant Viking" sprawdziła się w użytkowaniu, armator - norweska firma EIDESVIG podjęła decyzję o budowie dwóch kolejnych jednostek typu Avant – „Viking Queen" i „Viking Lady". W tych dwóch jednostkach do pionierskich rozwiązań strukturalnych „Avant Vikinga" dołożono także ekologiczny system napędowy. W przeciwieństwie do jednostki prototypowej napędzanej konwencjonalnym napędem typu diesel-electric nowe statki posiadają charakteryzujący się przede wszystkim redukcją emisji szkodliwych gazów - napęd zasilany skroplonym gazem ziemnym (LNG). Ponadto na „Viking Queen" w miejscu doku dla łodzi ratowniczej zamontowano eksperymentalny moduł napędowy, zasilany ogniwami paliwowymi.

W tym samym czasie, kiedy pierwsza jednostka serii AVANT wchodziła do służby, znana z przełomowego dla współczesnej postaci ahts-ów projektu 704 firma ULSTEIN przedstawiła kolejny pionierski projekt. Po trzydziestu latach doświadczeń, stałego rozwoju możliwości technicznych ULSTEIN przedstawił koncepcję, która podobnie jak seria AVANT wśród psvów zrewolucjonizowała postać współczesnych ahtsów.

Koncepcja nowego ahtsa został nazwana AX-104. Celem ULSTEINA było zaprojektowanie statku, który w przeciwieństwie do tradycyjnego nie będzie walczył z falami, tylko miękko je przecinał. Taka charakterystyka kadłuba pozwala na zwiększenie dzielności morskiej i prędkości, przy jednoczesnym ograniczeniu niezbędnej do napędu statku mocy oraz zmniejszeniu zużycia paliwa. Co ważne, łagodne przechodzenie przez fale osłabia także odczuwalne przez załogę przeciążenia i udary typowe dla tradycyjnego kształtu. Kluczowym elementem projektu AX-104 jest całkowicie nowa koncepcja kształtu dziobu jednostki opatrzona znakiem towarowym X-BOW.

4 *LNG PSV is good for crew and enviroment*, Offshore Support Jurnal, Marzec/Kwiecień, 2008, s. 62–64

Kształt dziobowej części kadłuba obejmujący cała nadbudówkę jest najbardziej charakterystycznym elementem technologii X-BOW. Na pierwszym planie „Bourbon Orca" w tle ahts z klasycznym kadłubem | fot. Bourbon Offshore



„Bourbon Orca" i jego charakterystyczna rufa, w której zamiast typowych rolek zamontowano opracowaną w firmie ODIM prototypową płetwę do podpierania kotwicy | fot. Victor Gigson, Bourbon Press

Pierwszą jednostką powstałą w oparciu o projekt AX-104 jest zbudowany w 2006 roku ahts - „Bourbon Orca". Podobnie, jak to miało miejsce przy ahtsie M-TYPE czy psvle Avant, już na pierwszy rzut oka czytelne jest różnica w wyglądzie jednostki w stosunku do tradycyjnego statku.

„Bourbon Orca" nie ma wyraźnie oddzielnej od kadłuba nadbudowy. Jedynym, osobnym elementem jest sterówka. Jest to wynik zastosowania w projekcie dziobu X-BOW, który „obejmuje" w całości nadbudowę. Pomimo tak niezwykłego wyglądu, struktura przestrzenna statku jest konwencjonalna. Siłownia znajduje się w dziobowej części statku. Bezpośrednio nad nią ulokowano nadbudowę, która zawiera wszystkie pomieszczenia bytowe załogi. Na szczycie nadbudowy ulokowano sterówkę. Przez nadbudowę przechodzi jeden niesymetrycznie ulokowany komin. Na rufowej ścianie nadbudowy ulokowano wciągarkę.

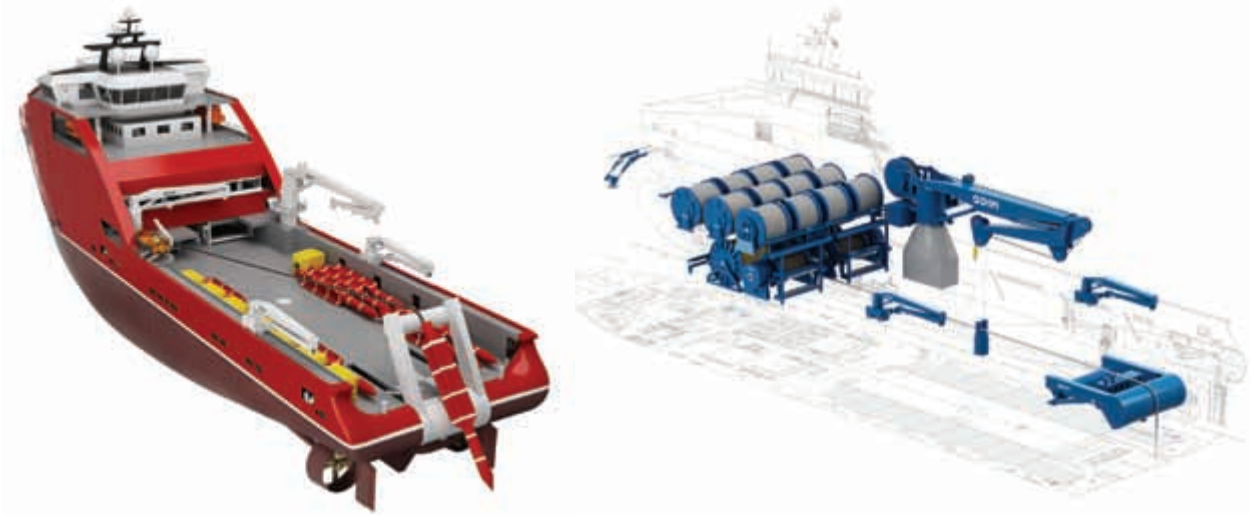
Zastosowanie w projekcie dziobu X-BOW zmieniło technologię budowy statku. W pierwszej kolejności budowany jest kadłub, z którego burt płynnie wyrastają ściany nadbudowy. Następnie rozbudowany dziób jest zamykany pokładem sterówki. Rufowa ściana nadbudowy pozostaje otwarta. Na tym etapie rozpoczyna się proces umieszczania w jej wnętrzu pokładów, które są wsuwane do wnętrza nadbudowy od rufy i podpierane szeregiem pilersów. Następnie montowana jest sterówka. Ostatnim elementem budowy jest montaż wciągarki. Ważnym dla tego systemu budowy jest fakt, iż w ULSTEIN VERFT, która zbudowała „Orcę" cały proces budowy i wyposażenia odbywał się w hali.

W tym miejscu warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt projektu AX-104, który dotychczas nie był istotny przy wartościowaniu projektów ahtsów, mianowicie na formę wizualną statku. Projekt ULSTEINA był pierwszym statkiem offshore, którego niecodzienny wygląd zwracał uwagę nie tylko profesjonalistów, ale także widzów spoza branży. Wizualizacje projektu były częstym gościem portali internetowych poświęconych regularnemu designowi wzbudzając ogromną sensację wśród internautów.

Co istotne, niezwykła forma wizualna X-BOWA nie jest przypadkowa. Jej język określa przede wszystkim monolityczny kształt dziobowej części kadłuba, z drugiej zaś strony konsekwentnie prowadzona stylizacja detali statku podkreśla charakterystyczną formę dziobu. Jest to widoczne choćby w kształcie form ulokowanych na dachu sterówki: kominie, pomieszczeniu klimatyzacji, czy maszcie. Nie bez znaczenia dla charakteru wizualnego statku, jest ukrycie pod poszyciem kadłuba, tak typowych dla statku elementów języka formy, jak wyraźnie czytelna bryła nadbudów. Zwykle jej kształty mają, w przeciwieństwie do miękkiego stylistycznie kadłuba, wyraźne krawędzie i płaszczyzny. Wyeliminowanie z alfabetu stylistycznego statku dziobowego pokładu wraz z urządzeniami cumowniczymi i ukrycie go wraz z nadbudową pod opływową formą dziobu nadaje całości statku bardzo silną, dynamiczną formę. Nie bez znaczenia dla odbioru formy statku jest także fakt, iż typowy schemat kolorystyczny armatora został zmodyfikowany pod charakterystyczną formę X-BOWA.

Projekt AX-104 podobnie, jak starszy o 30 lat UT-704 wniósł w świat ahtsów wiele przełomowych rozwiązań, które zapewne na wiele lat zmienią oblicze ahtsów. Z mojego punktu widzenia najistotniejszym rozwiązaniem wprowadzonym do użycia wraz z „Bourbon Orca" jest zupełnie nowy system wyposażenia pokładowego, opracowany z myślą o zwiększeniu bezpieczeństwa pracy załogi pokładowej. Niewątpliwie najniebezpieczniejszym etapem operacji wyjmowania kotwicy z wody jest moment wciągania jej na pokład. Pomimo, iż od 1976 roku powszechnie stosuje się na pawężach ahtsów rolki to nadal operacja wciągnięcia kotwicy na pokład odbywa się niejako „na siłę". Wciągnięcie ważącej nawet 30 ton kotwicy wiąże się z ogromnymi obciążeniami nie tylko dla wciągarki, jej fundamentów ale także dla konstrukcji samego statku, gdyż to na niej skupiają się wszystkie siły. Dlatego też w 2004 roku zawiązał się zespół trzech przedsiębiorstw: armatora floty offshore BOURBON OFFSHORE NORWAY, biura projektowego ULSTEIN DESIGN oraz producenta wyposażenia pokładowego firmę ODIM. Celem prac zespołu było opracowanie nowej metody umieszczania kotwicy na pokładzie ahts-a. Wynikiem prac jest system SAHS (safer anchor handling system).

Wizualizacje koncepcji ahtsa UT 790 CD. Uwagę zwraca całkowity brak szybu kominowego.
Ilustracja po prawej pokazuje ulokowanie zimnego systemu wydechowego oraz rozbudowany system wciągarek przeznaczonego do pracy na głębokościach do 3000 metrów | fot. Ulstein Lab



Smart AHTS firmy ODIM, po lewej wizualizacja projektu statku a po prawej zainstalowany na jego pokładzie rozbudowany system wciągarkowy | fot. ODIM

Kolejnym projektem, który chciałbym omówić jest niezrealizowana, koncepcja ahtsa UT 790 CD. Pomimo koncepcyjnego charakteru i skromności dostępnych na jego temat materiałów, projekt ten zasługuje na komentarz. Jak widać na ilustracji struktura zasadnicza statku nie wyróżnia się niczym specjalnym. Co prawda, statek posiada nie standardowy kształt dziobowej części kadłuba ale największą różnicę zobaczyć można na rufowej ścianie nadbudówki. Otóż statek ten nie posiada tradycyjnych kominów. Na jednostce zastosowano nowatorski system wydechowy firmy MECMAR. Jego fundamentalną cechą jest możliwość filtrowania i schładzania spalin z temperatury ok. 300°C do ok. 60°C. Dzięki temu wyloty rur wydechowych nie zostały wprowadzone do nadbudówki tylko mieszczą się w całości w kadłubie jednostki, a ich wyloty ulokowane są na każdej z burt, tuż powyżej linii wodnej na śródokręciu jednostki.

Co ciekawe pomimo wyeliminowania z rejonu nadbudówki szybów kominowych posiada ona bardzo tradycyjną formę. Dzięki uwolnieniu przestrzeni wewnątrz nadbudowy możliwym stało się wyposażenie jednostki w niezwykle rozbudowany pakiet urządzeń holowniczo-kotwicznych dedykowanych do pracy na dużych głębokościach. Niestety koncepcyjny, a co za tym idzie tajny charakter projektu nie pozwala na bardziej szczegółowe przeanalizowanie ujętych w projekcie rozwiązań.

5.1 | najnowsze koncepcja oraz przyszłość floty ahts

Wspomniany powyżej koncepcyjny UT 790 CD jest, jednym z wielu opracowywanych współcześnie przyszłościowych, studyjnych projektów ahtsów. W tej części pracy przedstawię w oparciu o wybrane koncepty wizję postaci przyszłych jednostek oraz ich systemów pokładowych, które obok wymogów żeglugowych znacząco wpłyną na przyszłą strukturę funkcjonalną statków. Jak pisałem we wstępie ahts-y są jednym z najmłodszych typów statków opracowanych przez człowieka. Ich najnowsze wcielenia koncentrują się na trzech priorytetach – zwiększenia wielofunkcyjności jednostek, przystosowaniu ich oraz ich systemów pokładowych do pracy na dużych głębokościach oraz do pracy w rejonach arktycznych.

Wspomniany już UT 790 CD należy do nowej klasy określanej jako DWAHTS - deep-water anchor-handling vessel[5] – ahts do prac na dużej głębokości (ok. 3000 metrów). Zapewnienie jednostce funkcjonalności przy głębokich pracach wiąże się z szeregiem koniecznych zmian. Najważniejsza, z punktu widzenia struktury funkcjonalnej jednostki, jest zamiana wciągarki holowniczej z łańcuchowej na linową. Osadzanie kotwic na 300 metrowych łańcuchach jest niemożliwe, gdyż operowanie, tak długim łańcuchem przekracza możliwości statku. Dlatego też zamiast łańcuchów stosuje się dużo lżejsze poliestrowe liny, które ahts przewozi na pokładzie nawinięte na bębny. Jak czytamy w opisie projektu UT 790 CD:

(…) usunięcie ze struktury funkcjonalnej nadbudówki kominów redukuje wpływ siłowni na środowisko człowieka ale przede wszystkim uwalnia dodatkowe miejsce na rozbudowany system wciągarkowy (…)[6].

Omawiany koncept prezentuje także silną w ostatnim czasie tendencję do nasycania statków zintegrowanymi systemami pokładowymi. W tym wypadku, jednostka wyposażona będzie w Rolls-Royce Safer Deck Operations System[7], którego celem jest utrzymywać załogę pokładową z dala od stref zagrożenia, oraz zapewnić elastyczność i skuteczność prac pokładowych[8]. W jego skład, obok rozbudowanej wciągarki wchodzą: żurawie burtowe, hangary dla robotów podwodnych i inne systemy i urządzenia.

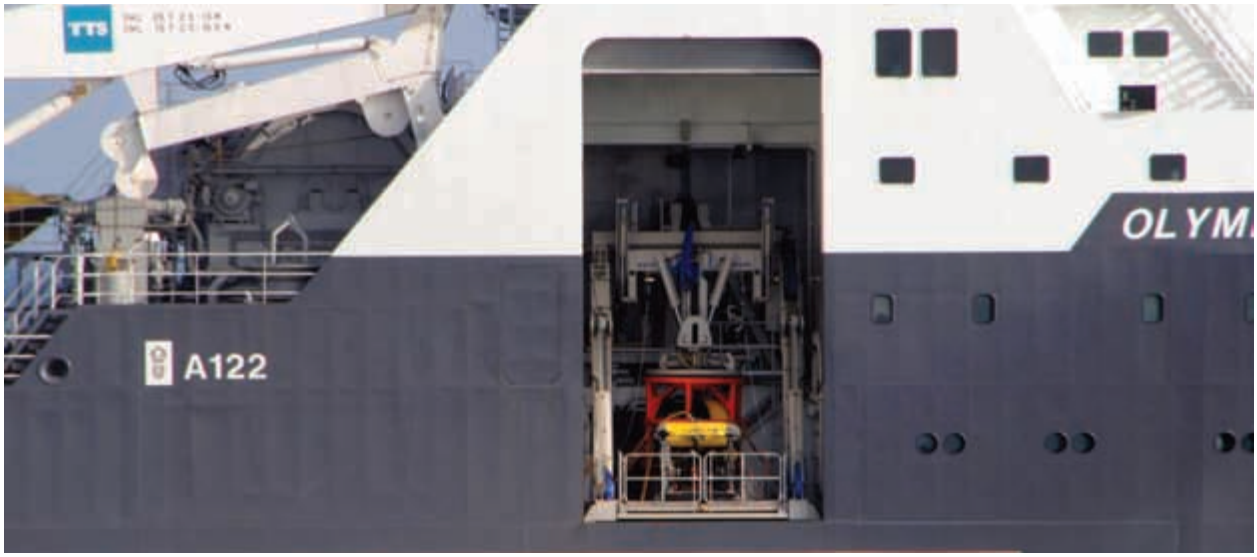
---

5 źródło: www.ynfpublishers.com/2009/06/165/

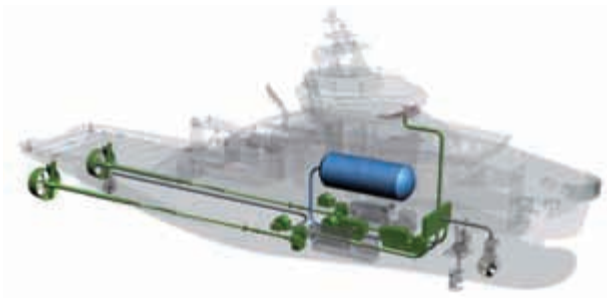
6 *International Tug & Salvage*, Lipiec/Sierpień 2009

7 źródło: www.rolls-royce.com/marine/products/deck_machinery/dm_offshore/dm_ahts/

8 źródło: www.ynfpublishers.com/2009/06/165/



AHTS „Olimpic Hera" z otwartym hangarem ROV, po prawej detal hangaru pokazujący skalę jego ingerencji w nadbudówkę
fot. www.gynters.com



Wizualizacje konceptu Field Support Vessel, ilustracja górna pokazuje niezwykłą formę statki, dolna strukturę wewnętrzną z charakterystycznym zbiornikiem LNG | fot. STX Europe

Równie rozbudowany system pokładowy zaprezentowała w 2008 roku firma ODIM. Jej zautomatyzowany system pokładowy zapewnia możliwość operowania różnego rodzaju kotwicami na głębokościach aż 4000 metrów. W 2009 roku projekt otrzymał norweską Innovation Award[9]. Co ciekawe, jest on tak złożony i rozbudowany, że do jego prezentacji firma opracowała swój własny projekt ahts-a określany jako SMART AHTS[10]. W tym wypadku projektanci najpierw ukształtowali system, a następnie zaprojektowali wokół niego koncepcyjny statek.

Rozbudowane systemy pokładowe są instalowane na obecnie operujących ahtsach. Jednym z najbardziej popularnych są ROV (REMOTELY OPERATED UNDERWATER VEHICLE) – zdalnie sterowane pojazdy podwodne, których hangary, ze względu na znaczne rozmiary, komplikują strukturę funkcjonalną typowego współczesnego ahts-a. Doskonałym przykładem takiego stanu jest prezentowany na ilustracji obok ahts „Olimpic Hera", którego typowa struktura nadbudówki została „przerwana" wysokim hangarem. Ten element wyposażenia ahts-a szczególnie mocno ingeruje w strukturę funkcjonalną nadbudówki. Analogicznie, jak to miało miejsce w latach poprzednich, nowy sprzęt jest instalowany na pokładzie kosztem najłatwiejszej do zmian przestrzeni – środowiska człowieka.

W 2010 roku norweski STX EUROPE zaprezentował inny, od opisanych wyżej dużych DWAHTS-ów, projekt wielozadaniowego statku serwisowego nazwanego FSV - FIELD SUPPORT VESSEL – jednostki wsparcia pola naftowego. W przeciwieństwie do typowego ahts FPV jest przeznaczony do wykonywania bardzo szerokiego zakresu prac związanych nie tylko z obsługą platform wiertniczych, ale także całej infrastruktury pola naftowego. Ten 90 metrowy statek obok typowych funkcji ahts ma być wyposażony w szereg urządzeń służących do kontroli stanu środowiska naturalnego, eliminacji skażeń, ratownictwa morskiego. Jego oryginalny kadłub ma zapewnić załodze możliwie wysoki komfort przebywania na pokładzie. Jednakże tym, co przede wszystkim wyróżnia FPV pośród innych koncepcji jest napęd. Jednostka ma mieć możliwość pływania w trybie hybrydowym (DIESEL-LNG), co ciekawe zbiornik skroplonego gazu umieszczony ma być na pokładzie głównym jednostki w miejscu, w którym dotychczas montowano wciągarkę. Ona sama ma być przesunięta na rufę jednostki poza obszar nadbudówki. Koncepcja FSV pokazuje jak szerokie są obecnie możliwości kształtowania struktury zasadniczej statku z zachowaniem jego funkcjonalnych priorytetów.

Podobnie, jak to miało miejsce w latach 60. i 70. ubiegłego wieku, także obecnie branża wydobywcza stoi u progu nowego skoku technologicznego, jakiego wymaga eksploracja arktycznych akwenów. Surowość warunków pogodowych, konieczność żeglugi w lodach oraz znaczna głębokość prowadzonych prac podwodnych przyczyniły się do powstania osobnej grupy projektów koncepcyjnych – statków przeznaczonych do obsługi platform pracujących w arktycznych warunkach. Z punktu widzenia projektanta obecny okres jest niezwykle istotny.

Każdy nowy koncept ujawnia próbę zaadaptowania sięgających lat 50. XX wieku koncepcji struktury zasadniczej oraz opracowanej w latach 70. struktury funkcjonalnej do nowych, znacząco różnych oczekiwań. Analogicznie do pionierskiego okresu kształtowania floty statków *offshore* dzisiejsi projektanci czerpią ze sprawdzonych wzorców. Analiza arktycznych projektów pozwala na wskazanie dwóch kierunków działania - w pierwszym struktura funkcjonalna typowego ahtsa zostaje umieszczona na kadłubie lodołamacza, w drugim - systemy ahtsów są adoptowane do zamontowania ich w typowej strukturze funkcjonalnej lodołamacza.

Pierwszy model zastosowano przy projektowaniu ahtsa „Tor Viking". Ten 83 metrowy statek nie wyróżnia się szczególnie od „zwykłego" athsa. Przedział wciągarki zainstalowano za nadbudówką a ona sama

9 źródło: www.subseaworld.com/industry/odim-win-local-vinnovator-of-the-year-2008v-award-02879.html

10 źródło: news.cision.com/odim-asa/i/odim-smart-ahts-,c48909

Porównanie: konwencjonalna struktura funkcjonalna „Tor Vikinga" – z blokiem wciągarki umieszczonym za nadbudówką…
fot. lifefloatingby.blogspot.com | Charles Reid

reprezentuje typ z jednym asymetrycznym kominem. Całkowicie odmienną strukturę funkcjonalną nadano jednostce „Aiviq". Ten 110 metrowy statek o uciągu 200 ton jest jednym z najnowszych zbudowanych statków klasy ahts. W przeciwieństwie do „Tor Vikinga", statek ma nadbudówkę przesuniętą na śródokręcie. Na dziobie zainstalowano lądowisko dla śmigłowca. Wciągarka została zamontowana pod nadbudówką i jest całkowicie zabudowana w hangarze utworzonym w jej rufowej części. Zmianie uległy też proporcje poszczególnych stref funkcjonalnych. Nadbudówka zajmuje nieco ponad 1/3 długości jednostki, pokład rufowy jest krótszy, zaś wolne miejsce na dziobie zajęło lądowisko dla śmigłowca. Strukturą funkcjonalną statek przypomina opisywanego wcześniej „Maersk Mastera", w którym przesunięta na śródokręcie nadbudówka pozwoliła na wykorzystanie dziobowego pokładu na ładownię. Co ciekawe „Aiviq" posiada także odmienną od innych strukturę załogi, która podobnie, jak to ma miejsce w innych ahtsach wynosi 28 osób, jednakże jednostka może zaokrętować dodatkowe 64 osoby będące formalnie pasażerami statku, ale także obsługą jego systemów pokładowych. Pomimo tak znaczących różnic w strukturach funkcjonalnych, oba statki należą do tej samej klasy offshore support vessel i pośród wielu wykonywanych przez nie funkcji znajdują się także te, typowe dla xx-wiecznych ahtsów – transport, holowanie, pozycjonowanie kotwic i ratownictwo.

5.2 | podsumowanie rozdziału

Na przełomie xx i xxi wieku czytelne wydają się być nowe tendencje w kształtowaniu jednostek do obsługi pól naftowych. Główne kierunki poszukiwań nowych rozwiązań to, w mojej opinii:

– powiększanie możliwości funkcjonalnych statków (możliwość używania przez jeden statek kilku różnych pojazdów podwodnych ROV, systemów holowniczych pozwalających na pracę na dużych głębokościach, urządzeń ratowniczych),

– nowe konstrukcje kształtów kadłubów, mających z jednej strony zredukować zużycie paliwa, z drugiej zaś zmniejszyć wpływ warunków atmosferycznych i fizycznych na statek i jego załogę; z trzeciej zaś umożliwić bezpieczną żeglugę i pracę w akwenach arktycznych,

– nowe zautomatyzowane i rozbudowane systemy pokładowe wspomagające pracę załóg,

– ograniczenie wpływu statków na środowisko naturalne realizowane przede wszystkim przez zastosowanie alternatywnych do ropy naftowej paliw oraz systemów napędowych i wydechowych redukujących szkodliwość spalin.

Jednakże, moim zdaniem na szczególne uznanie zasługują nowe rozwiązania, w których całkowicie zmieniono utrwalony wzorzec zarówno struktury zasadniczej, jak i funkcjonalnej. Mam tu na myśli przywołany projekt statków z serii AVANT, w których rewolucyjne zmiany powodowane były w szczególności troską o warunki bytowe załogi. Ponadto statki serii AVANT pokazują, jak dalece zmienić można struktury: zasadniczą i funkcjonalną statku, nie pogarszając przy tym jego użyteczności.

Wszystkie wymienione powyżej cechy powodują, iż współcześnie projektowane ahtsy (szczególnie te przeznaczone do prac na dużych głębokościach i w trudnych warunkach), są zdecydowanie większe od swych poprzedników. Jako wyznacznik proporcji niech posłuży porównanie „Ebb Tide-a" (36 metrów długości, 8 szerokości, ok. 6 metrów wysokości) z „Aiviq-a" (110 metrów długości, 24,4 szerokości, ok. 40 metrów wysokości). Tak znacząca zmiana, spowodowana jest kilkoma czynnikami: przede wszystkim rozszerzeniem możliwości żeglugowych statków, wzrostem gabarytów głębokościowych systemów holowniczych, koniecznością użycia zdalnie sterowanych pojazdów podwodnych (ROV), co za tym idzie zwiększenia wytrzymałości konstrukcji statku, co zwiększa jego masę, i powoduje konieczność zwiększenia mocy (gabarytów) złożonych zespołów napędowych.

… i odmienna struktura funkcjonalna „Aiviq-a" – z blokiem wciągarki umieszczonym głęboko pod nadbudówką
fot. US Cost Guard | Kyle Stubbs

Ponadto konieczność pracy w rejonach arktycznych wymusza dodanie do rozbudowanego pakietu funkcji statku nowej, związanej z możliwością bezpiecznej żeglugi, pracy w zalodzonych akwenach.

Nie bez znaczenia są także stale podnoszone przepisami prawnymi standardy obejmujące swym zasięgiem całą branżę okrętową. W 2012 roku klasyfikator statków American Bureau of Shipping (ABS) nakreśliło wyzwania, przed którymi stoją projektanci przepisów prawnych w oparciu, o które powstaną nowe „arktyczne" ahts-y. W opracowaniu[11] wskazano nowe, arktyczne cechy ahts-ów (przede wszystkim kruszenie i usuwanie lodu) a także określono szczegółowe wytyczne dla poszczególnych systemów statku. Część z nich poświęcono środowisku człowieka, na którego postać zdaniem ABS największy wpływ będą miały: konieczność zapewnienia załodze pokładowej izolacji od warunków atmosferycznych, utrzymanie efektywności pracy załogi (poprzez podniesienie standardów zarówno samej pracy, jak i wypoczynku i rekreacji). Ponadto ABS wskazuje także na dotychczas nie rozwiązany problem związany z brakiem odpowiednich systemów ratowniczych, które zapewnią załodze przetrwanie w ekstremalnych warunkach.

Wszystkie wymienione dotychczas czynniki powodują, moim zdaniem, konieczność zmiany utrwalonej przez lata relacji między poszczególnymi systemami athsa. W mojej opinii, wymienione powyżej taksonomiczne zmiany doprowadziły do stanu, w którym historyczny, lebardoneowski schemat struktury zasadniczej statku przestał być efektywny. Dostosowanie go do wymogów współczesnych i przyszłych zastosowań podtrzymuje stan, w którym systemy: techniczny i funkcjonalny statku utrzymują swą dominującą pozycję w strukturze statku. Środowisko człowieka pozostaje w tle.

Dlatego też, uważam, iż należy od nowa przemyśleć kształt struktur zasadniczej i funkcjonalnej statków do obsługi platform wiertniczych podobnie, jak to 60 lat temu zrobił Aldena J Laborde. Nowa koncepcja, powinna być oparta o dwa filary. Pierwszy, to zapewnienie załodze, możliwie najdogodniejszych warunków pracy, wypoczynku, rekreacji oraz bezpieczeństwa. Drugi, to możliwe uporządkowanie złożonej struktury funkcjonalnej, pozwalając na zdefiniowanie nowej struktury zasadniczej statku, w której systemy: techniczny, funkcjonalny i ergonomiczny będą równoważne.

11 Pekel L., *OSV Ice Operations*, Harsh Weather Summit, maj 2012, źródło: 10.-Lynnda-Pekel_ABS.pdf – pobrano 30.06.2012.

6.0 | systematyka nadbudów ahts-ów

W tym rozdziale przedstawiona zostanie próba usystematyzowania nadbudów statków typu ahts. Celem analizy, jest zebranie, skatalogowanie i omówienie parametrów określających postaci nadbudów. Ze względu, na znaczną ilość statków oraz ograniczony dostęp do danych, niemożliwym jest przeanalizowanie wszystkich kiedykolwiek zbudowanych jednostek, dlatego też przedstawione tu dane mają charakter orientacyjny.

W języku okrętowym nadbudową określa się zamkniętą konstrukcję ulokowaną powyżej pokładu głównego[1], w której mogą znajdować się pomieszczenie bytowe załogi, bądź załogi i pasażerów. Pokład, na którym stoi nadbudowa jest powierzchnią zamykającą kadłub. Na statkach typu ahts najczęściej występującymi typami nadbudów są: dziobówki, nadbudówki i pokładówki[2].

6.1 | nadbudowa - środowisko człowieka na statku

Przebywając na pokładzie statku, człowiek wystawiony jest na szereg niekorzystnych dla jego dobrostanu[3] czynników - źródeł uciążliwości. Czynniki negatywne oddziałują przede wszystkim na sferę psychiczną i psychofizyczną marynarzy. Te pierwsze, związane są głównie z poczuciem izolacji, monotonii i stałego zagrożenia, długotrwałym przebywaniem w sztucznych warunkach w zamkniętej grupie społecznej oraz z brakiem możliwości zamiany tego stanu. Drugą grupę czynników można podzielić na trzy zasadnicze części:

– naturalne, wynikające z oddziaływania środowiska naturalnego (warunki klimatyczne i atmosferyczne - zmiany temperatury, siły wiatru, brak wystarczającej ilości światła),
– techniczne, wynikające z zastosowanych przy jego budowie technologii, ilości systemów pracy, długotrwałością rejsów, sposobu pracy na pokładzie, warunków bytowych załóg (drgania, hałasy, zadymianie, ścisk, stres związany z pracą w ekstremalnych warunkach,
– mieszane, wynikające z charakterystyki właściwości morskich statku, jego reakcji na obciążenia naturalne (kołysanie, przyśpieszenia i przeciążenia, wstrząsy)

Źródła uciążliwości można także podzielić obiektywne, czyli na takie, na które projektant statku nie ma wpływu oraz subiektywne, czyli podatne na zamianę. Do obiektywnych zaliczyć można przede wszystkim psychofizyczne czynniki naturalne zaś pozostałe - psychiczne oraz psychofizyczne techniczne i psychofizyczne mieszane są możliwe do ograniczenia.

Opisując statki typu ahts wykazałem, iż kluczową cechą wyróżniającą je pośród innych typów jest ich wielofunkcyjność. Co znamienne, cecha ta, jest także charakterystycznym czynnikiem wyróżniającym same nadbudowy ahts-ów od innych nadbudów statków niepasażerskich. Bezpośrednio w rejonie oraz wewnątrz nadbudowy rozlokowane są nie tylko poszczególne funkcje akomodacyjne dedykowane załodze, ale także urządzenia funkcyjne statku związane z procesami pracy oraz techniczne związane z jego pływalnością. Takie nagromadzenie funkcji w rejonie nadbudowy powoduje, iż jest ona głównym miejscem koncentracji źródeł uciążliwości[4]. Zagarnięcie przestrzeni nadbudowy przez systemy techniczne i funkcjonalne jest przejawem spychania (często dosłownie) podsystemu ergonomicznego

---

1 Buczkowski L., *Podstawy budownictwa okrętowego*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Gdańskiej, 1970, s. 322–324

2 por. *op cit*. Nadbudówka wyróżnia się zajęciem pełnej szerokości statku od burty do burty. Pokładówka ma szerokość mniejszą, pozostawiając przejście między swoją ścianą wzdłużną a burtą.

3 *Ergonomia to dyscyplina naukowa zajmująca się poznaniem wzajemnych interakcji pomiędzy człowiekiem i innymi elementami systemu oraz zastosowaniem odpowiednich metod, teorii i danych dla poprawy dobrostanu człowieka i ogólnej sprawności całego systemu.*
Definicja skonstruowana przez Komitet Ergonomii Polskiej Akademii Nauk do wniosku kierowanego w 2008 roku do Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego o uznanie ergonomii za dyscyplinę nauki. Definicja cytowana z wykładu prof. Joanny Lecewicz-Bartoszewskiej

4 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 79–99.

statku na drugi plan. Taka sytuacja spotykana jest poza ahts-ami, tylko na jednostkach o wyjątkowo złożonych podsystemach technicznych i funkcjonalnych - rybackich, ratowniczych i wojennych.

Umieszczenie w nadbudowie statku systemów istotnych dla funkcjonalnej sfery statku nie jest pożądanie. Nadbudowa statku nie jest tylko miejscem wypoczynku marynarzy[5]. Stanowi także centrum dowodzenia statkiem, miejscem z którego steruje się napędem, gospodarką energetyczną, kontrolą bezpieczeństwa czy procesami pracy. Dlatego też, przy projektowaniu nadbudów istotne jest dążenie do funkcjonalnej czystości nadbudowy. Doskonałym przykładem takiego dążenia są niektóre koncepcje nadbudów statków kontenerowych, w których oddziela się pomieszczenia mieszkalne od służbowych, przeznaczając całe pokłady na zlokalizowanie miejsc pracy. Także elementy techniczne, takie jak komin, czy pion komunikacji wyjmuje się poza strukturę przestrzenną nadbudowy.

6.2 | wielość nadbudowy

Stosunek całkowitej kubatury jednostki typu ahtsa względem kubatury nadbudowy mieści się w zakresie od około 24% do 38 %. Natomiast stosunek powierzchni metrów kwadratowych (w rzucie z góry) całego statku względem nadbudowy zawiera się w zakresie od 15% do 22%. Stosunek powierzchni pomieszczeń bytowych załogi, stanowisk pracy, komunikacji i ingerujących w strukturę przestrzenną nadbudowy systemów technicznych i funkcjonalnych zawiera się w zakresie odpowiednio: 15%, 40%[6].

6.3 | struktura funkcjonalna nadbudówek relacja siłownia – szyb kominowy – nadbudówka.

W strukturze przestrzennej nadbudów najistotniejszym są dwa podstawowe elementy - szyby kominowe i komunikacja pionowa. W przeanalizowanych projektach, czytelne są podstawowe schematy konstrukcyjne, które określa pozycja kominów w strukturze przestrzennej nadbudowy. Schemat pierwszy – jeden umieszczony wewnątrz nadbudowy szyb kominowo-komunikacyjny usytuowany asymetrycznie względem płaszczyzny podstawowej statku. Schemat drugi – dwa umieszczone wewnątrz nadbudowy połączone pionem komunikacji szyby kominowe, ustawione symetryczne względem płaszczyzny podstawowej statku. Schemat trzeci – z dwoma kominami zlokalizowanymi na zewnętrznych narożnikach nadbudówki. Pion komunikacyjny jest niezależnie ulokowany wewnątrz nadbudowy.

Obecnie nie pojawiają się projekty z szybami kominowymi całkowicie odseparowanymi od nadbudowy. Spowodowane jest to niemożnością pogodzenia lokalizacji szybów kominowych z pozycją wciągarki kotwicznej. Jeżeli wciągarka jest stosunkowo niewielka możliwym jest umieszczenie kominów po jej bokach - w narożnikach nadbudówki. Przy wciągarkach znacznych rozmiarów, szyby kominowe muszą być umieszczone za wciągarką - w nadbudówce. Ponadto, odsunięte od nadbudówki kominy mogą ograniczać powierzchnię otwartego pokładu roboczego. Nie bez znaczenia dla pozycji kominów względem nadbudowy jest także rodzaj napędu, a co za tym idzie organizacja przestrzenna siłowni.

Wyróżniamy dwa podstawowe typy organizacji siłowni: tradycyjny z przeniesieniem napędu linią wałów, nowoczesny, tzw. diesel-elektryczny z przeniesieniem napędu przy pomocy układu elektrycznego. W ostatnich latach pojawił się także trzeci sposób organizacji siłowni, związany z nowym rodzajem paliwa - skroplonym gazem naturalnym (LNG), jednakże póki co, jest to rozwiązanie unikalne. Występuje w jednym zbudowanym statku. Każdy z wymienionych sposobów organizacji siłowni posiada preferowaną postać systemów wydechowych. W układzie tradycyjnym silniki przesunięte są możliwie daleko w stronę rufy statku (gdyż czym krótsza linia wałów tym większa sprawność układu). Ponadto, ich pozycja względem płaszczyzny podstawowej statku, jest ściśle określona wymaganą

5 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 41–43.

6 przytoczone dane liczbowe są wynikiem analiz około 60 planów ogólnych jednostek typu ahts, posiadających różną wielkość, moc uciąg na palu czy ilość załogi. Statki pochodzą także z różnych okresów historycznych, choć tu czytelnym jest tendencja do zwiększania się powierzchni nadbudów w stosunku do całościowej powierzchni statku w statkach projektowanych od końca lat 80. XX wieku

Przykład typowej aranżacji rejonu wciągarki holowniczo-kotwiczej zabudowanej w przestrzeni nadbudówki,
fot. erntzen.com

lokalizacją śrub napędowych. Pomieszczenie CMK (centrali manewrowo-kontrolnej) usytuowane jest na dziobowej grodzi siłowni. Najdogodniejszym miejscem lokalizacji kominów jest przestrzeń tuż przed pomieszczeniem CMK, lub po jego bokach. Stąd na statkach wyposażonych w tradycyjną siłownię najczęściej spotykane są kominy w narożnikach nadbudowy, lub dwa umieszczone symetrycznie w jej wnętrzu. W przypadku układu diesel-elektrycznego, w którym nie ma mechanicznych połączeń między silnikami a pędnikami statku, możliwa jest swobodniejsza aranżacja przestrzeni siłowni. Możliwym jest skierowanie układów wydechowych na jedną burtę statku i umieszczenie ich w asymetrycznie zlokalizowanym kominie.

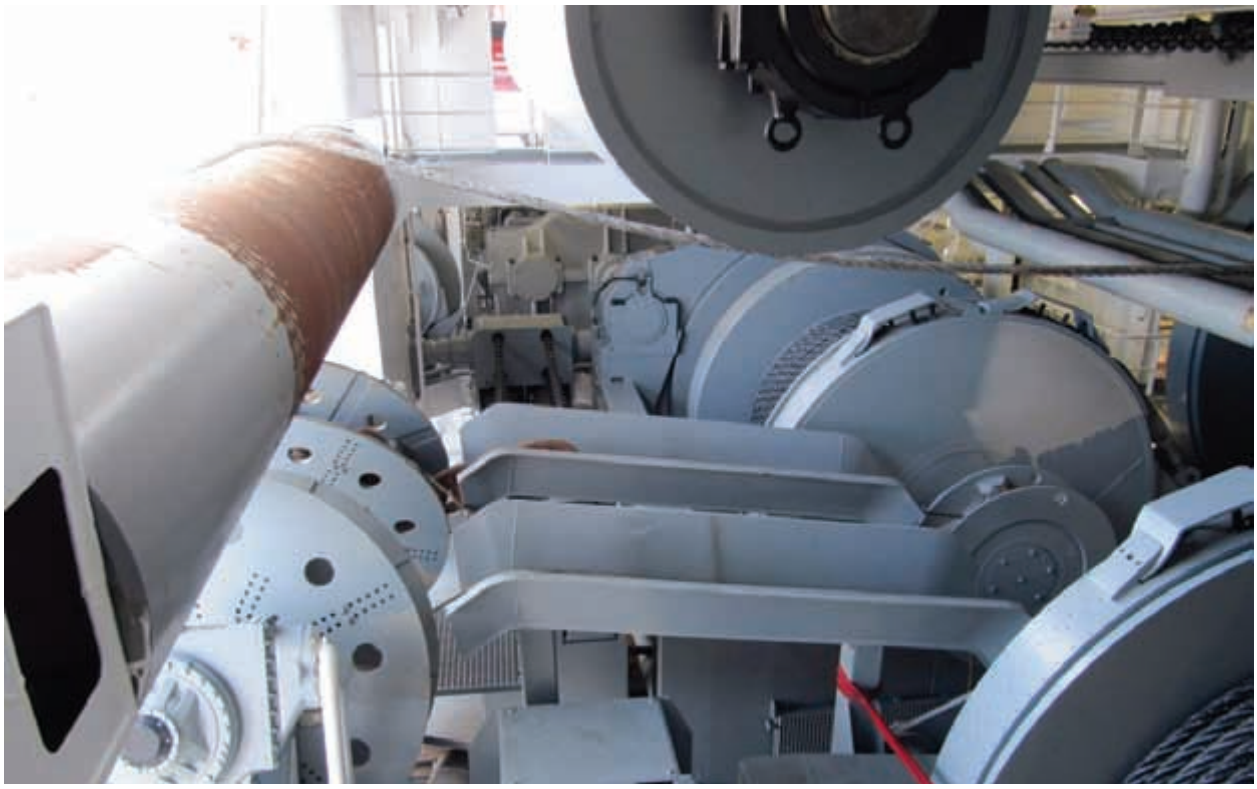
6.4 | struktura użytkowa nadbudowy

Najpowszechniej występujące pomieszczenia i strefy funkcjonalne nadbudów statków typu ahts dzielą się na dwie, zasadnicze grupy: pierwsza, związana z funkcjami technicznymi i procesami pracy statku, druga związana z dobrostanem człowieka.

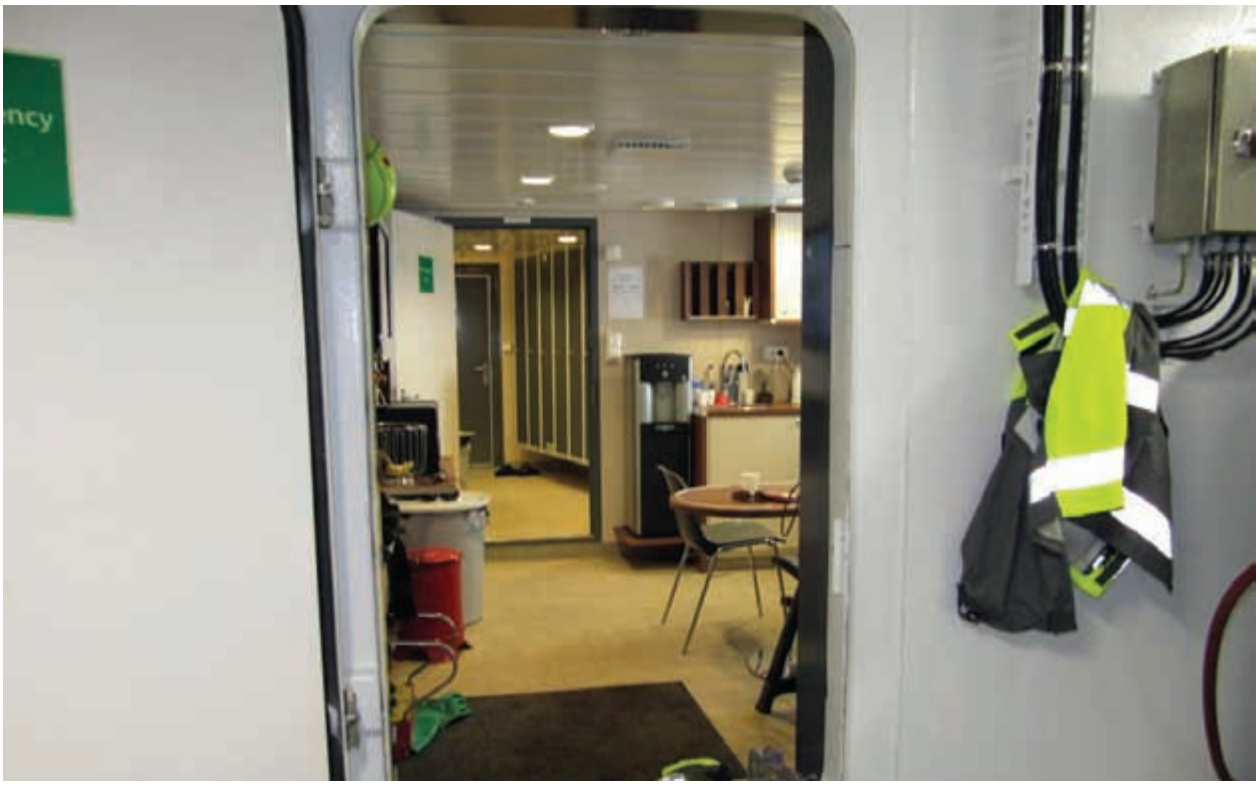
W zależności od roku budowy, rejonu pływania, czy parametrów technicznych statku, skład poszczególnych grup funkcjonalnych jest rożny. W grupie technicznej najczęściej spotykane są: strefa wciągarki kotwicznej, układ napędowy wciągarki, pomocnicze układy zasilania statku, pomieszczenie systemu gaśniczego siłowni, pomieszczenia i strefy związane z pracą na pokładzie otwartym: magazyny pokładowe, magazyn farb i warsztaty.

Pośród pomieszczeń i stref związanych z dobrostanem załóg wyróżnić można: pomieszczenia publiczne i indywidualne, do krótkiego bądź długotrwałego przebywania, pomieszczenia i strefy publiczne: mesa (jadalnia), pomieszczenia rekreacyjne, kina, pomieszczenia odnowy biologicznej (sauna, fitness), wielofunkcyjne salony dzienne, ale także przebieralnie załogi, pralnie, pentry. Pomieszczenia indywidualne, to przede wszystkim, kabiny załogi. Najpowszechniejszymi są kabiny jedno i dwuosobowe, posiadające indywidualne lub wspólne bloki sanitarne. Sporadycznie w układach funkcjonalnych ahts-ów pojawiają się dodatkowe kabiny przeznaczone do krótkotrwałego przebywania dodatkowych członków załogi, pasażerów (pracowników platform) czy osób ewakuowanych, a także ambulatoria i izolatki.

W przeanalizowanych przeze mnie układach przestrzennych nadbudów ahts-ów nie rysuje się stały, powtarzany schemat organizacji przestrzeni. Nawet w najnowocześniejszych realizacjach poszczególne strefy funkcjonalne mieszają się ze sobą. Stałą tendencją jest łączenie kuchni, zaplecza magazynowego i jadalni załogi w jeden blok żywieniowy, lokalizacja bloku jest różna w strukturze nadbudowy. Kabiny mieszkalne są rozlokowane w różnych rejonach nadbudowy, często w bezpośrednim sąsiedztwie systemów technicznych (pomieszczenia klimatyzacji wentylacji czy nawet samej wciągarki). Pozycja sterówki jest stała, zawsze znajduje się ona na najwyższym pokładzie nadbudowy. Szczególnie widoczna jest tendencja do ścisłego wypełniania nakładanych przez przepisy prawne warunków bezpieczeństwa (ilości wyjść ewakuacyjnych, długości korytarzy, ect.). Rozkład poszczególnych grup pomieszczeń jest różny i zależny od indywidualnych preferencji czy upodobań armatorów czy rozwiązań typowych dla poszczególnych projektantów statków.

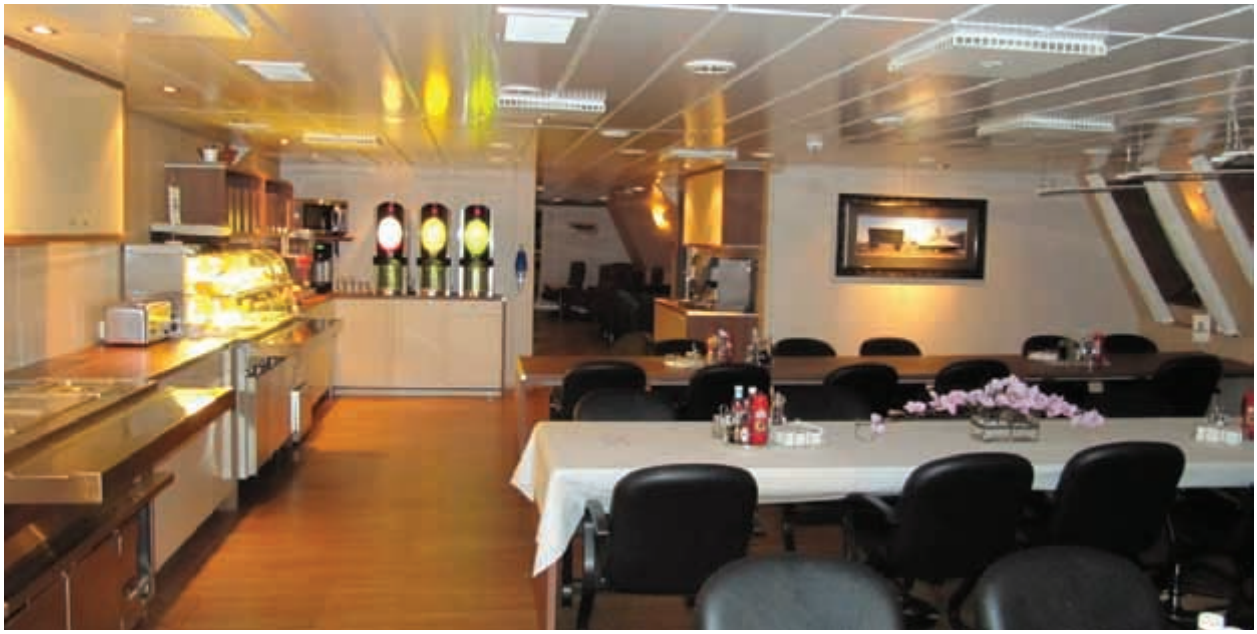


Widok na wciągarkę, holowniczo-kotwiczą zabudowaną w przestrzeni nadbudówki | fot. erntzen.com



Wejście do *duty mess*, w głębi widoczna przebieralnia załogi. Fotografia dolna pokazuje podręczny warsztat
fot. erntzen.com

Podręczny warsztat ulokowany na pokładzie roboczym | fot. erntzen.com

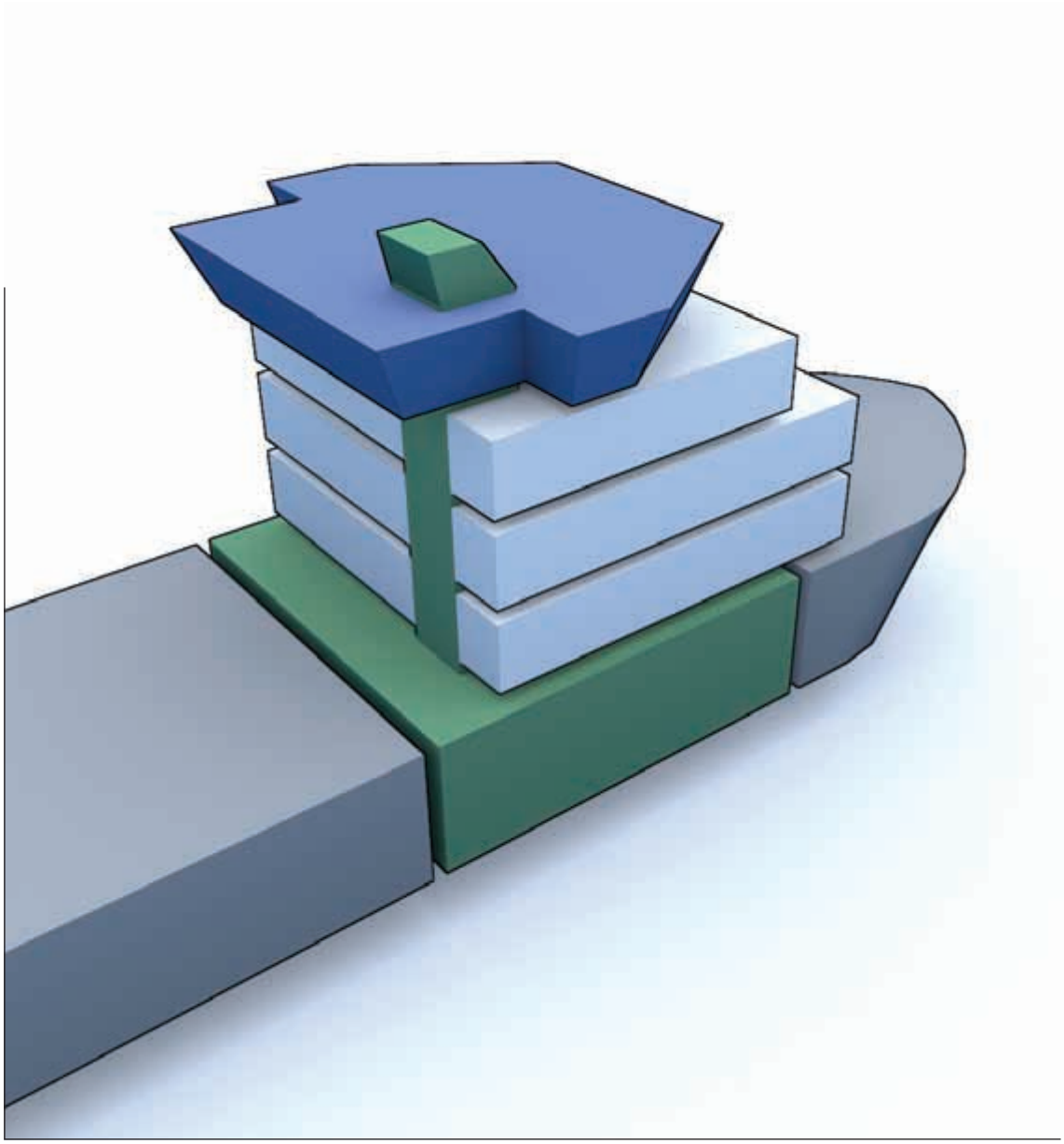


Współczesne wnętrza salonu i mesy złogi | fot. erntzen.com

Współczesne wnętrza sterówki i indywidualnej kabiny załogi | fot. erntzen.com

Schemat pierwszy
Jeden umieszczony wewnątrz nadbudowy szyb kominowy usytuowany symetrycznie względem płaszczyzny podstawowej statku.

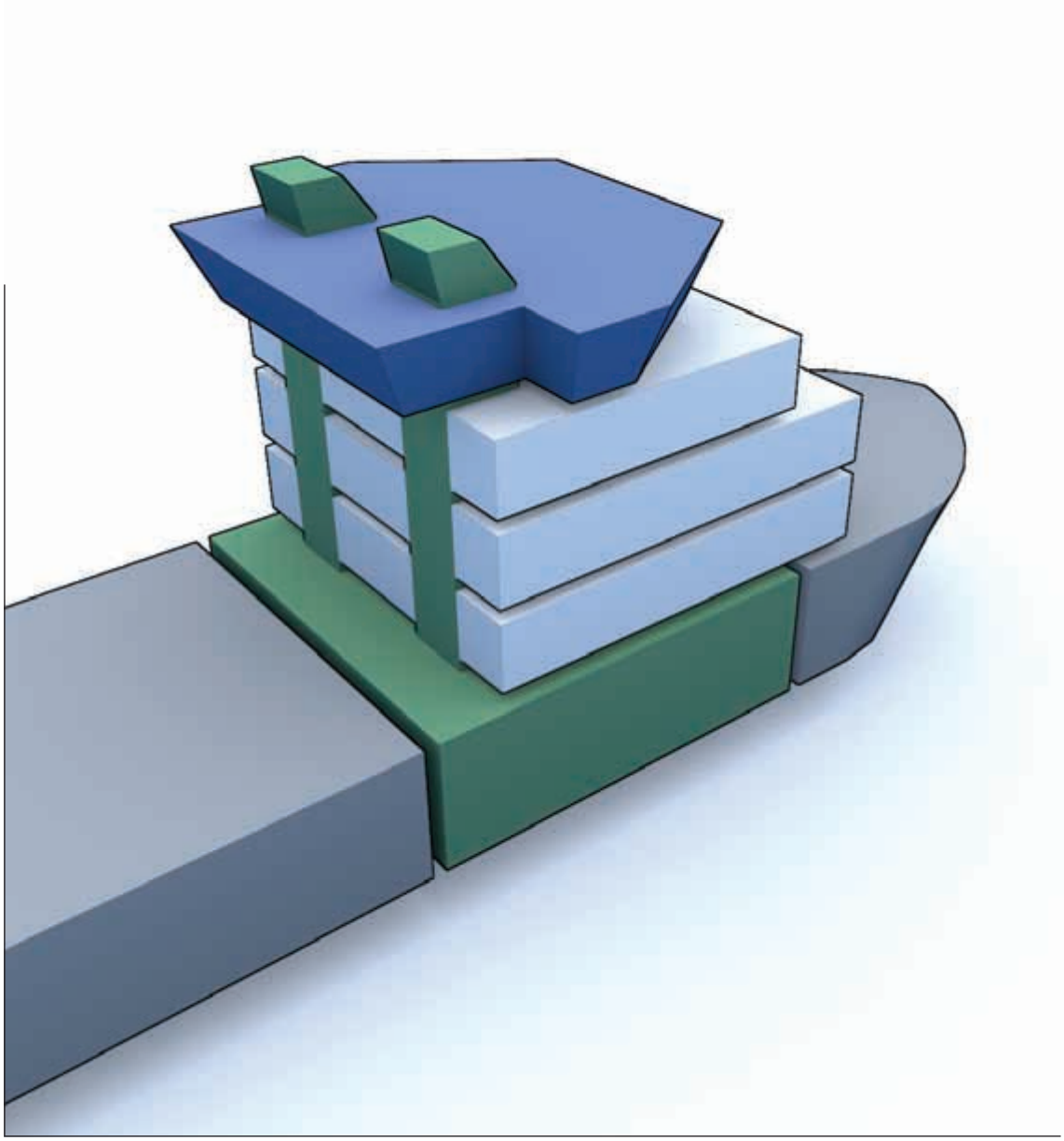
Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię, błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.



Przykłady wyglądu rufowej części nadbudówki zbudowanej w oparciu o schemat z jednym, umieszczonym asymetrycznie szybem komunikacyjnym.

Schemat drugi
Dwa umieszczone wewnątrz nadbudowy szyby kominowe,
ustawione symetryczne względem płaszczyzny podstawkowej statku.

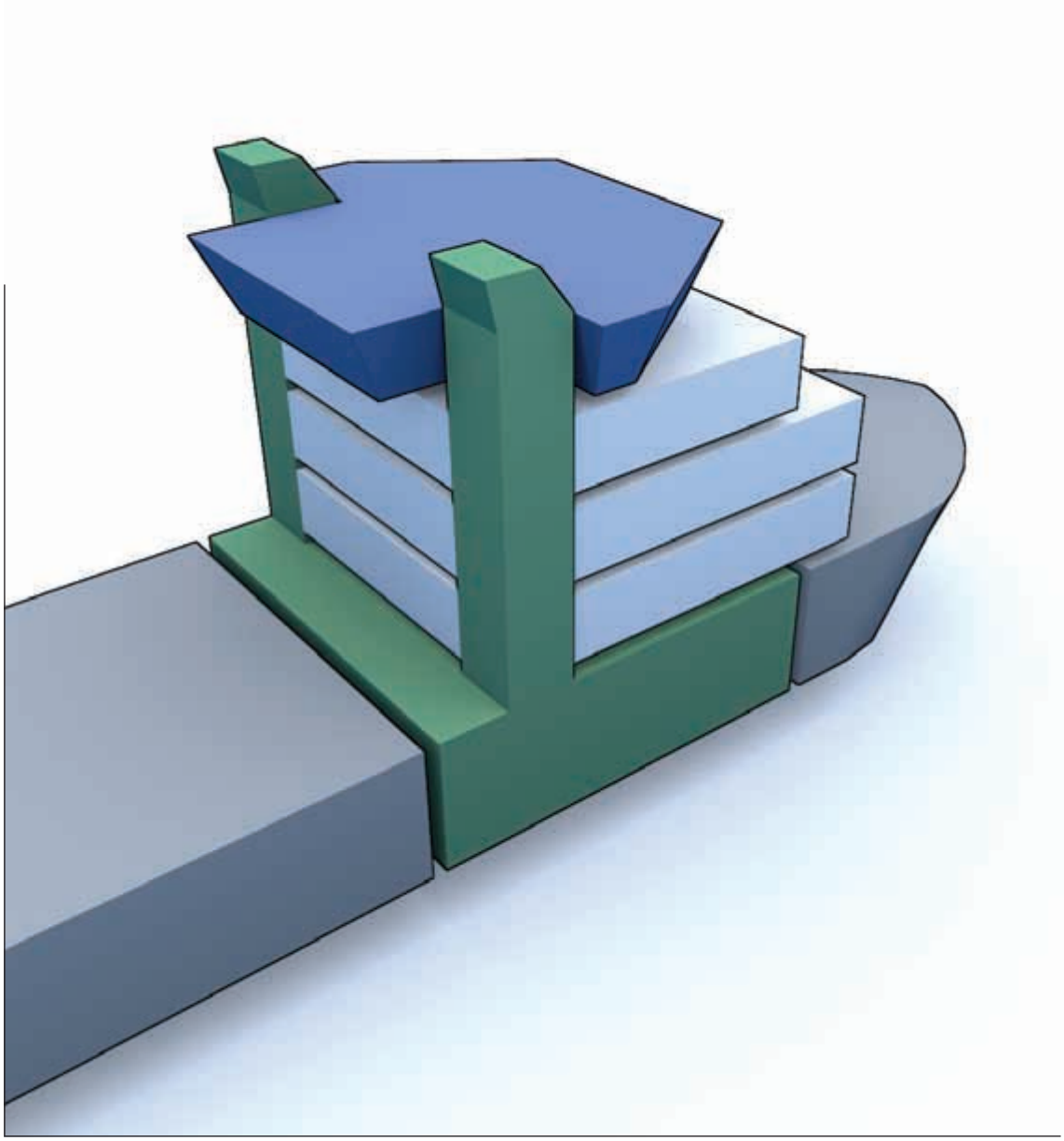
Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię,
błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.



Przykłady wyglądu rufowej części nadbudówki zbudowanej w oparciu o schemat z dwoma umieszczonymi symetrycznie szybami komunikacyjnymi.

Schemat trzeci
Dwa kominy zlokalizowane na zewnętrznych narożnikach nadbudówki.
Pion komunikacyjny jest niezależnie ulokowany wewnątrz nadbudowy.

Kolorem szarym oznaczono przestrzenie ładunkowe i zbiorniki, zielonym siłownię,
błękitnym pomieszczenia bytowe załogi, niebieskim stanowisko dowodzenia.



Przykłady wyglądu rufowej części nadbudówki zbudowanej w oparciu o schemat z dwoma umieszczonymi w rufowych narożnikach szybami komunikacyjnymi.

6.5 | struktura organizacyjna załogi

Struktura organizacyjna załogi na statkach typu ahts jest do siebie zbliżona i dzieli się na cztery główne grupy: załogę rejsową, związaną z dowodzeniem, nawigacją i manewrowaniem statku; załogę pokładową, związaną z pracą bezpośrednio przy obsłudze kotwic i ładunku na pokładzie roboczym; załogę techniczną, związaną z obsługą siłowni i innych mechanizmów statku; załogę pracującą na rzecz innych członków załogi np. w kuchni. Stan osobowy załóg jest różny i waha się w zakresie od 30 do 50 osób. W przypadku najnowszych ahtsów przeznaczonych do obsługi platform zakotwiczonych na dużych głębokościach skład załogi rozszerza się o osoby przeznaczone tylko do obsługi specjalistycznego wyposażenia np.: zdalnie sterowanych pojazdów podwodnych.

6.6 | praca na pokładzie ahts-a

Podobnie, jak w przypadku innych statków niepasażerskich, athsy są zbiorem systemów pracy. Jedynymi strefami nie będącymi stanowiskami pracy, są tylko kabiny załogi, pomieszczenia rekreacyjne, choć także i w nich wykonuje się określone prace (choćby porządkowe). Ze względu na trudność warunków atmosferycznych, w jakich funkcjonuje załoga, oraz zakres odpowiedzialności związany ze stałym zagrożeniem zdrowia i życia marynarzy, a także ryzykiem katastrofy praca na pokładzie ahts-a, niezależnie od jej charakteru jest jedną z najniebezpieczniejszych jakie może wykonywać człowiek - niezależnie od tego czy pracuje na pokładzie otwartym, w siłowni, starówce czy kuchni. Prace wykonywane przez załogę na pokładzie ahts-a dzielą się na dwie podstawowe grupy:
– prace wykonywane całym statkiem (bezpośrednio związane z manewrowością statku)
– prace wykonywane na jego pokładzie przy pomocy zainstalowanych na statku systemów (np. konserwacja kotwic, czy naprawa uszkodzonych elementów),
– prace wykonywane w połączeniu zarówno możliwości manewrowych statku jak i zainstalowanych na jego pokładzie systemów (np. wciąganie i wodowanie kotwic platformy)
– prace wykonywane we wnętrzach (prace biurowe, porządkowe, aprowizacyjne).

Technologia procesu obsługi platform wiertniczych obejmuje szeroki zakres czynności, z których dedykowane ahts-om są w szczególności prace związane z:
– manewrowaniem kotwicami (wyjmowanie ich z wody oraz osadzanie na dnie),
– konserwacja kotwic i łańcuchów kotwicznych,
– transportem materiałów eksploatacyjnych, mediów, części zamiennych, podzespołów niezbędnych przy budowie infrastruktury wydobywczej

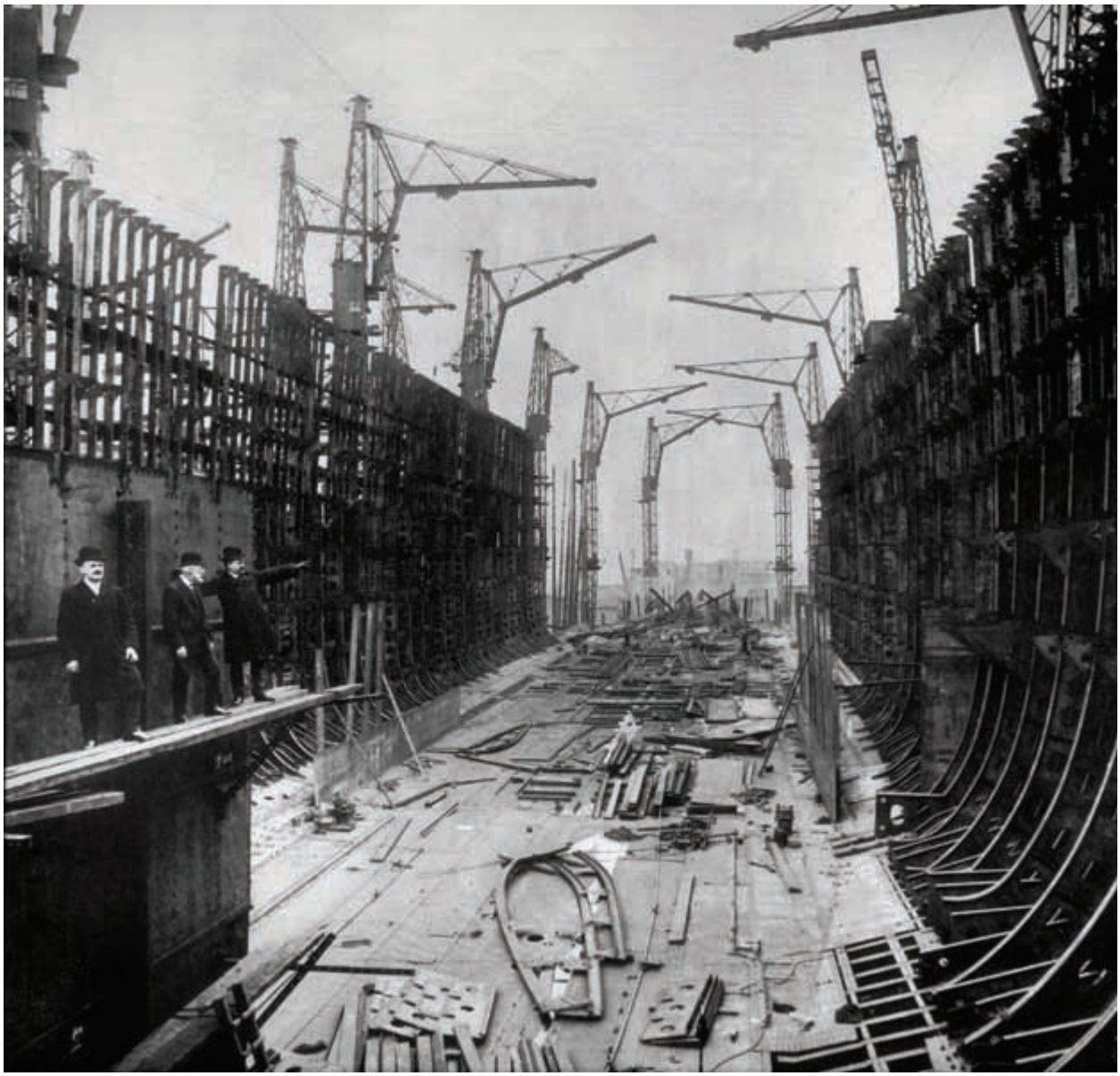
Wszystkie prace związane z obsługą platform zogniskowane są w dwóch miejscach ahts-a: w sterówce i na pokładzie otwartym, gdzie sterówka pełni funkcję dowódczo-kontrolną, a pokład otarty wraz z wyposażeniem funkcję wykonawczą.

6.7 | podsumowanie rozdziału

W powyższym rozdziale starałem się wykazać, iż nadbudowa statku typu ahts jest swoistym węzłem, splatającym często sprzeczne ze sobą systemy i funkcje. Nadbudowa jest przede wszystkim „obszarem pogodzenia wysokich wymagań bezpieczeństwa funkcjonalności”[1], a jej złożoność staje się kluczowym wyzwaniem projektowym, determinującym postać struktury zasadniczej całego statku. Dlatego też, uważam, iż w kształtowaniu nowego standardu architektury statków typu ahts koniecznym jest znalezienie metod syntetyzowania postaci i separowanie od siebie poszczególnych stref czy funkcji. Jedną z możliwych dróg poszukiwań może być modularość struktury.

---

1 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., *Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 40.



Kadłuba transatlantyka „Aquitania" budowany był w jednym kawałku, stocznia Johna Browna, Clydemand, ok. 1911 roku
fot. Getty Image

Współcześnie pojęcie modularności nie jest już nowością w przemyśle okrętowym. Jej najpowszechniejszym przejawem jest modularny proces budowy i wyposażania statków. W przemyśle okrętowym przełomu XIX i XX wieku aż do II wojny światowej statki, niezależnie od wielkości czy przeznaczenia były budowane metodą szkieletową. Pionierzy modułowej metody budowy statków Henry John Kaiser – twórca potokowej metody budowania statków typu Liberty oraz Andrew Higginsa – projektant łodzi desantowej LCVP[1], ukształtowali XX–wieczne kierunki rozwoju modularnego budowania statków.

Po wojnie modułowa metoda budowania statków rozpowszechniła się w świecie. Jej rozwój skierowano na trzy zasadnicze obszary:
– w stronę wyposażania tradycyjnie skonstruowanych kadłuba i nadbudowy systemem zunifikowanych elementów włącznie z wyposażeniem meblowym
– w stronę konstruowania nadbudów z częściowo już wyposażonych i wykończonych elementów płaskich
– w stronę blokowej budowy kadłubów i nadbudów

W latach 60. ubiegłego stulecia pojawiają się pierwsze koncepcje blokowego wyposażania statków w polskim przemyśle okrętowym[2]. W latach 1976–1979 ówczesne Zjednoczenie Przemysłu Okrętowego zrealizowało i wdrożyło polski Modułowy System Wyposażenia Wnętrz Statkowych. System obejmował: szalunki ścienne, ściany działowe, sufity, drzwi i bloki sanitarne. Obecnie modułowa[3] technika budowy i wyposażania statków stała się ogólnoświatowym standardem. W opublikowanym w 2005 roku raporcie *Modularistation in Ship Equipment*, autor Krzysztof Gockowski[4] prezentuje ocenę stopnia modularyzacji w istniejących konstrukcjach okrętowych. Raport dotyczy stosowanej w Polskim przemyśle okrętowym "blokowej technologii budowania i wyposażania statków". Autor raportu identyfikuje i opisuje trzy podstawowe rodzaje najczęściej stosowanych bloków:

– blok kadłubowy - zespół niewielkich sekcji przestrzennych statku połączonych w jedna dużą konstrukcję np. skrajnika rufowego czy dziobowego
– blok kadłubowo-wyposażeniowy - jest to blok kadłubowy ale całkowicie, lub częściowo wyposażony w instalacje, systemy (np. blok komina czy blok nadbudowy)
– blok funkcjonalny - zespół elementów spełniających określoną funkcję na statku, połączonych ze sobą oraz osadzonych na wspólnej platformie (najczęściej stosowany przy wyposażaniu statku w systemy lub urządzenia)

W przypadku budowania nadbudów mieszkalnych, jako bloków kadłubowo- wyposażeniowych możliwym jest ich wyposażanie mniejszymi blokami, do których najczęściej zalicza się:
– blok sanitarny (prefabrykowana, kompletnie wyposażona łazienka okrętowa)
– blok mieszkalny (prefabrykowana, kompletnie wyposażona kabina mieszkalna - załogowa lub pasażerska - zawierająca w sobie łazienkę)
– blok centrali klimatu (prefabrykowane pomieszczenie zawierające system klimatyzacyjny statku).

1 Pacholski Ł., *Andrew J. Higgins i jego „małe łodzie, które wygrały wojnę"*, Morza statki i okręty, 6/2009, s. 30–36

2 Dembiński A. i Brajew G., *Koncepcja zabudowy siłowni w układach bloków funkcjonalnych*, 1975 Centrum Techniki Okrętowej S.A.

3 W polskiej nomenklaturze okrętowej nie używa się powszechnie określeń modularny, modułowy czy moduł. W ich miejsce używamy określeń: blokowy, blok - stąd blokowa technologia budowy i wyposażania statków jest innym określeniem metody modułowej

4 *Modularistation in ship equipment.* Zadanie 1. Ocena stopnia modularności w istniejących konstrukcjach okrętowych. (W oparciu o doświadczenia stoczni Polskich oraz Północnoeuropejskich). Centrum Techniki Okrętowej S.A., 2005

Transport gotowych sekcji – częściowo wyposażonych modułów kadłubowych | fot. Stocznia Wisła

Montaż kompleksowy wyposażonych i wykończonych modułów | fot. Hyundai Heavy Industries

Polską teorię modułowej technologii budowy i wyposażenia statków opisano w 1975 roku[5]. Istotę tej metody scharakteryzować można w następujący sposób:

– im moduły są większe, tym ich wyposażenie prostsze,
– im więcej elementów wchodzi w skład jednego modułu, tym większy jest udział prac montażowych przeprowadzanych w dogodnych, izolowanych warunkach,
– im większe są bloki, tym mniejsza jest ilość pojedynczych operacji transportowych,
– bloki o zwartej budowie stanowią naturalną ochronę elementów zamontowanych w ich wnętrzach.

Raport CTO wskazuje wyraźne, pozytywne strony stosowania modularności na etapie budowy i wyposażenia statku. Taki system pracy wpływa przede wszystkim na skrócenie czasu budowy i wzrost jej wydajności. Ponadto ułatwia on zarządzanie organizacją i logistyką procesu produkcji. Nie bez znaczenia pozostaje także fakt, iż praca nad stosunkowo niewielkimi modułami, sprzyja wzrostowi bezpieczeństwa robotników. Jednakże najistotniejszą korzyścią płynącą z modularnej technologii budowy i wyposażania statków jest możliwość rozdzielenia procesów budowy statku od procesu jego wyposażania. Taki podział pozwala na uzyskanie kolejnych korzyści, możliwym staje się:

– symultaniczne projektowanie konstrukcji i wyposażenia kadłuba statku
– równoczesna budowa wielu elementów konstrukcji kadłuba i jego wyposażenia,
– skuteczne wypracowanie i stosowanie uniwersalnych i standardowych systemów czy układów wyposażenia.

Oczywiście metoda blokowa posiada też wady. Przede wszystkim wymaga zupełnie innej, w stosunku do tradycyjnej, metody projektowania statku. Wiąże się ona, z koniecznością uwzględnienia na etapie projektowania ograniczeń związanych nie tylko ze stworzeniem samego statku, ale także ograniczeń wynikających z planowanego procesu produkcji; z prawidłowym rozplanowaniem bloków, przestrzeni niezbędnych na ich montaż, czy późniejszą obsługę. Inne od tradycyjnych są także narzędzia wspomagające projektowanie i zarządzanie procesem projektowania.

Kolejną cechą charakterystyczną modularnej metody budowy i wyposażenia statków jest źródło pozyskania modułu. Moduły produkcyjne i wyposażeniowe dzielą się na dwie kategorie:
– bloki wykonywane i zamontowane przez stocznię odpowiedzialną za budowę statku
– bloki dostarczane przez podwykonawców i tylko zintegrowane przez stocznię odpowiedzialną za budowę statku.

Wybór metody pracy zależny jest od możliwości produkcyjnych stoczni, doświadczenia pracowników, specjalizacji produkcji. W polskim przemyśle najczęściej spotykamy metodę mieszaną. Bloki kadłubowe wykonuje się na terenie stoczni, uzupełniając je modułami wykonanymi przez podwykonawców. Niezależnie od metody pracy wszystkie, stosowane w przemyśle okrętowym prefabrykowane moduły są standaryzowane. Gotowe bloki oferowane są w odpowiednio skonfigurowanych typoszeregach dostosowanych do potrzeb danego rynku np. bloki sanitarne na rynek amerykański są różne od tych oferowanych w Europie, ect.. Obecnie produkcja bloków i modułów dla przemysłu okrętowego stała się osobną dziedziną przemysłu. Producenci modułów i bloków zabiegają o uznanie Armatorów tak samo, jak stocznie, konkurując na rynku światowym. Moduły są tak powszechnie stosowane, że niekiedy dochodzi do sytuacji, w której prace związane z projektowaniem istotnych rejonów, jak choćby nadbudowa statku ograniczają się do wyboru spośród dostępnych modułów. Paradoksalnie, projektanci modułów mają większy wpływ na postać statku niż jego projektanci.

5 Dembiński A. i Brajew G., *Koncepcja zabudowy siłowni w układach bloków funkcjonalnych*, 1975 Centrum Techniki Okrętowej S.A.

Coraz powszechniejsze stosowanie modułów w produkcji, pociągnęło za sobą kolejną zmianę, tym razem w obszarze projektowania statku. Skoro możemy statek budować z modułów to, czy możemy go zaprojektować modułami? Odpowiedź na to pytanie jest prosta. Oczywiście tak. Podobnie, jak przy procesie produkcji modularyzacja procesu projektowania statku sprzyja efektywności i oszczędności. Zastosowanie modułów pozwala także na rozdzielenie poszczególnych fragmentów projektowanego statku na podwykonawców. Innymi słowy, część dokumentacji dostarcza producent danego modułu. Modułowe kształtowanie procesu projektowego zmieniło też metodę organizacji (w Polskim przemyśle okrętowym) pracy zespołów projektowych, którą określamy jako pośrednią między typową pracownią specjalistyczną a pracownią projektów całościowych[6]. Okrętowa specyfika polega na połączeniu w jednym procesie projektowania sposobów pracy zespołu specjalistów rozwiązujących zarówno problemy ogólne, jak i szczegółowe, przy czym ujęcie systemowe podejmowanego problemu projektowego wydzielone jest jako osobna funkcja, ze sposobem pracy zespołu podzielonego na tyle komórek organizacyjnych, ile problemów jest do rozwiązania. Innymi słowy, zespół specjalistów opracowuje całość koncepcji statku, dzieli ją na zadania – moduły projektowe, które następnie są szczegółowo opracowywane (dzielone na mniejsze moduły) w pracowniach branżowych. Przez cały czas pracy zespół specjalistów zajmuje się także koordynacją i nadzorem nad pracą.

Definicja modułów projektowych nadbudówki – jako przestrzeni na pokładach nadbudówki, ograniczonych ścianami konstrukcyjnymi, które można racjonalnie zagospodarować pomieszczeniami o różnym przeznaczeniu i wielkościach[7] nakreśla także kryteria podziału struktury statku na moduły. Są nimi w pierwszej kolejności wymogi konstrukcyjne oraz funkcjonalne statku. Zasada podziału na moduły projektowe nie odnosi się do określonej skali, czy wielkości modułu – może być nim cała nadbudówka, jeden jej pokład, czy wydzielony z niej trakt pomieszczeń lub też tylko jedno z nich.

Oczywiście modułowy sposób projektowania statków ma też wady. Złożoność modułowego procesu wymaga nieco innego od tradycyjnego - inżynieryjnego, skomponowania zespołu projektowego. Mniejsze znaczenie w nim mają inżynierowie rozwiązujący cząstkowe problemy techniczne, większe zaś osoby odpowiedzialne za zarządzanie procesem projektowania i jego koordynacją. Ponadto, koniecznym jest zastosowanie specjalnego oprogramowania wspomagającego nie tyle sam proces projektowania i produkcji dokumentacji technicznej,co, przede wszystkim zarządzania, koordynowania, weryfikacji i logistyki. Stosowanie nowoczesnych, komputerowych technik wspomagania procesu projektowego jest drogie, wymaga wydajnego sprzętu komputerowego oraz wysoce wyspecjalizowanych, dobrze opłacanych pracowników. Taki sposób pracy wymaga inwestycji, ale też stosowanie go, jest bardzo opłacalne. Tak funkcjonujący zespół projektowy może pracować efektywniej, szybciej reagować na potrzeby rynku. Jest elastyczniejszy w rozwiązywaniu problemów technicznych. Jednakże najważniejszą cechą modularnego procesu projektowania jest łatwość w generowaniu nowych projektów statków. Każdy, zaprojektowany metodą modułowa statek jest, z jednej strony gotowym produktem odpowiadającym na szczegółowe zapotrzebowanie Armatora z drugiej zaś, jest rodzajem modułowej platformy gotowej do następnych adaptacji.

Podobnie, jak w wielu innych aspektach rozwoju techniki, także na rozwój „modułowej myśli projektowej" w przemyśle okrętowym ważny wpływ miały osiągnięcia projektantów sprzętu wojskowego. Celem wojskowego procesu projektowego nie jest zaprojektowanie sensu stricte okrętu, współcześnie projektuje się raczej „uniwersalne, pływające platformy bojowe" czy też „systemy bojowe".

6 Dorosiński W.C., Gasparski W., Wrona S., *Zarys metodyki projektowania*, 1981, s. 18–32.

7 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 102.

Okręt klasy Standard Flex 300 i gotowy do osadzenia w kadłubie moduł artyleryjski
fot. Królewska Marynarka Wojenna Danii

Obecnie na świecie jest tylko kilku dostawców oferujących takie systemy. Wyróżniającymi je z pośród typowych okrętów są z jednej, strony znaczna ilość elementów wspólnych (niezależnie od wersji czy kraju dla jakiego okręt jest oferowany), z drugiej swoboda dostosowania do indywidualnych potrzeb danego odbiorcy. Rozpatrując zagadnienie modularności w projektowaniu statków nie sposób pominąć osiągnięć w projektowaniu i budowie okrętów wojennych. W następnym rozdziale przedstawię dwie różne koncepcje modułowego projektowania architektury statków.

7.2 | modułowe okręty

Ponieważ konflikty zbrojne nie są, przynajmniej w niektórych państwach codziennością, utrzymywanie flotylli specjalistycznych jednostek bojowych jest dalece nieopłacalne. Zapewne takie założenie, legło u podstaw pierwszego, modułowego okrętu. Już sama nazwa STANDARD FLEX 300 sugeruje, że w tym wypadku nie mamy do czynienia z jednym, specjalistycznym okrętem, tylko z okrętem - standardem, którego cechą nadrzędną jest paradoksalnie, jego elastyczność.

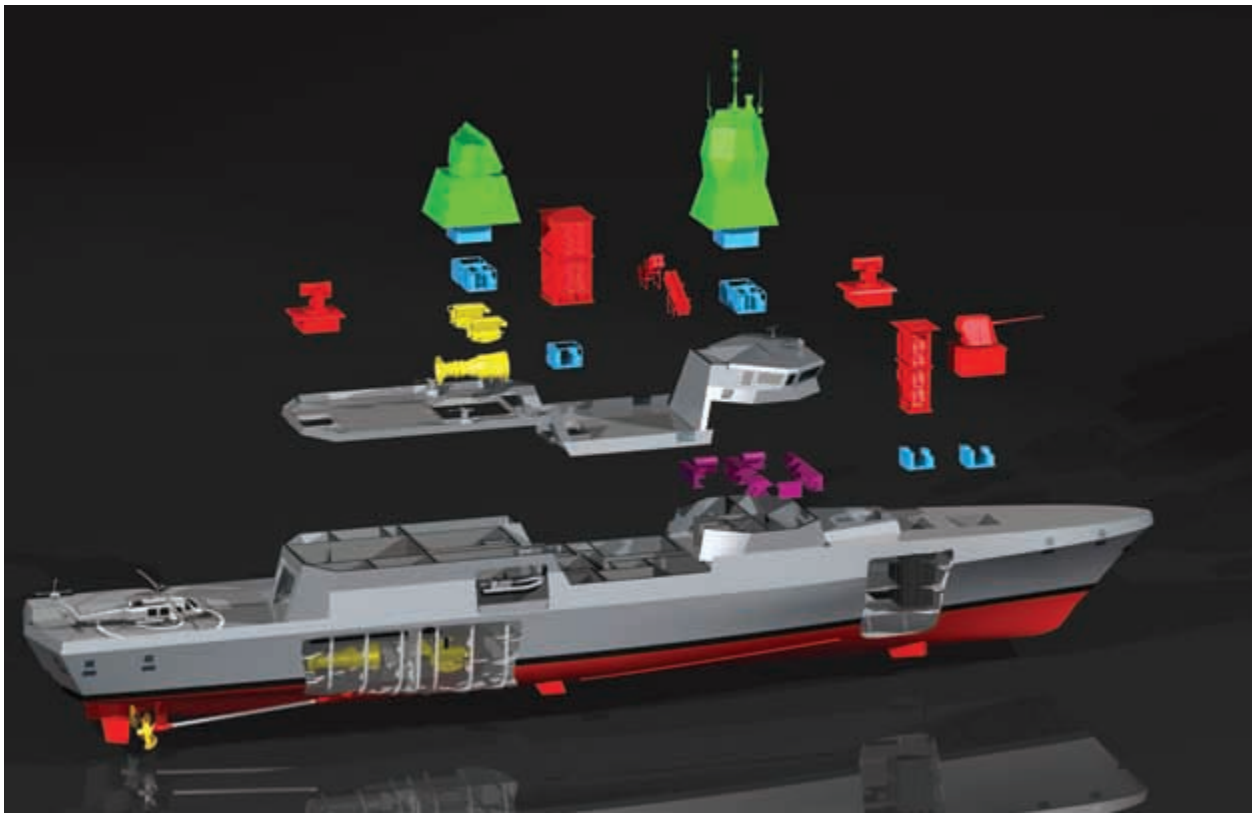
Sam pomysł, jest bardzo prosty. Twórcy Standardu podzielili okręt na dwie części: kadłub wraz z nadbudówką - „szkielet" oraz określone uzbrojenie i wyposażenie bojowe - „moduły". W „szkielecie" zintegrowano wszystkie systemy napędowe, nawigacyjne i elektroniczne kilku typów okrętów. W kadłubie zaprojektowano 4 gniazda do montażu modułów uzbrojenia. Moduły pozwalają na wykorzystywanie okrętu, jako jednostki patrolowej (ochrony wód terytorialnych), trałowca, torpedowca, okrętu rakietowego czy zwalczającego zanieczyszczenia środowiska. Autorzy projektu STANDARD FLEX 300 użyli modułów dosłownie. Poszczególne moduły zawierające uzbrojenie, są montowane na pokładzie przy pomocy dźwigu. Proces zmiany konfiguracji uzbrojenia i wyposażenia jest stosunkowo szybki i zajmuje 48 godzin. Obecnie okręty STANDARD FLEX 300 znajdują się na wyposażeniu marynarki wojennej Danii i Litwy[8].

Zyski z użytkowania modułowego okrętu są oczywiste. Klient nie musi kupować całego systemu od razu, może go w wieloletnim okresie czasu uzupełniać w miarę potrzeb. Użytkownik możne elastycznie wykorzystywać posiadaną flotę nie tylko do celów bojowych. Posiadane przez niego okręty są z założenia "otwarte" na stałe unowocześnianie czy modernizacje. Dzięki temu, okręty dłużej zachowają wartość bojową i pozostaną w służbie. Wady? Podstawowa to hermetyczność sytemu. Na okręcie można zamontować tylko wyposażenie mieszczące się w module o określonych wymiarach.

Na podobnej modularnej koncepcji opiera się inny okręt - fregata modułowa systemu MEKO niemieckiego koncernu BLOHM & VOSS. Podobnie, jak przy systemie STANDARD FLEX 300, także i w tym wypadku nazwa MEKO – znak towarowy – nie jest przypadkowa. MEKO to skrót od niemieckiego MEHRZWECK-KOMBINATION co przetłumaczyć można jako „kombinacja wielozadaniowa". W przeciwieństwie do rozwiązań duńskich projektanci z Niemiec postanowili kwestię modularności potraktować kompleksowo, czy też biorąc pod uwagę ofertę rynkową MEKO - globalnie. Opracowując koncepcję połączyli doświadczenia modułowej budowy i wyposażenia, projektowania oraz użytkowania, przezbrajania, modernizowania i naprawiania okrętu. Procesowi standaryzacji i modularyzacji poddano właściwie wszystkie elementy składowe okrętu. Okręt budowany jest z dużych bloków kadłubowych, kompletnie wyposażonych we wszystkie systemy danego fragmentu okrętu. Co ciekawe, wyposażenie bloków kadłubowych jest także modułowe (blok napędowy, blok zasilania w energię, blok klimatyzacyjny).

Nadbudowy i maszty, w których zainstalowane jest wyposażenie elektroniczne okrętu są traktowane jako osobne moduły. Nawet oprogramowanie sterujące wszystkimi systemami okrętu napisano w sposób modułowy. Podobnie jak STANDARD FLEX 300 także MEKO posiada także gniazda do szybkiej

8 źródło: www.naval-technology.com/projects/fly/



Schemat podziału modułów fregaty systemu MEKO.

Kolor czerwony – moduły uzbrojenia,
kolor błękitny – moduły wyposażenia elektronicznego,
kolor fioletowy – moduły nawigacyjne i dowodzenia,
kolor zielony – moduły obserwacji i namierzania

il. Mateusz Ossowski, www.okretywojenne.mil.pl

zmiany konfiguracji bojowej[9]. W założeniu projektantów MEKO ma się stać ogólnoświatowym standardem. Ich celem było stworzenie możliwie uniwersalnego systemu, który można dostosować do indywidualnych potrzeb właściwie dowolnego klienta z dowolnego kraju. Dotychczas[10] zbudowano lub zakontraktowano 11 okrętów systemu MEKO dla: Niemiec, Republiki Południowej Afryki, Malezji, Turcji, Australii i Nowej Zelandii, Grecji, Portugalii, Polski, Argentyny i Nigerii.

Współczesne okręty wojenne są więc obecnie konstrukcjami opartymi z jednej strony na prostocie wykonania, a z drugiej na daleko posuniętym skomplikowaniu poszczególnych modułów, w prosty sposób łączonych ze sobą w jedną całość.[11]

7.3 | Modularność z punktu widzenia Armatora.

Stosowanie technik modularnych w przemyśle okrętowym nie pozostało bez wpływu na jego klientów – Armatorów statków. Sądzę, że z punktu widzenia Armatora podstawową korzyścią ze stosowania metod modułowych jest zysk finansowy. Statki buduje się szybciej, taniej, są one także prostsze w naprawie. Dodatkowo, globalizacja dostaw poszczególnych modułów, sprzyja wzrostowi konkurencji na tym rynku, a co za tym idzie spodkowi cen. Niewątpliwie istotnym jest także możliwość stosunkowo łatwego przebudowania statku, dostosowania go do nowych zadań. Ta elastyczność, sprzyja także wydłużeniu czasu eksploatacji statku. Wydawać by się mogło, że modularyzacja ma same zalety. Oczywiście tak nie jest. Największą wadą modularyzacji jest cena projektu modułowego statku. O ile modułowa - blokowa metoda budowy i wyposażania statku jest ogólnoświatowym standardem, o tyle modularność na etapie projektowania - zarezerwowana jest póki co, tylko dla najdroższych - wojskowych projektów.

7.4 | podsumowanie rozdziału

W rozdziale tym przedstawiłem pokrótce dzisiejszy stan wiedzy w zakresie modularyzacji w przemyśle okrętowym. Wynika z niego, iż w zależności od potrzeb i możliwości współczesna okrętowa wiedza techniczna dostarcza następujące modularne techniki:

– modularność na etapie procesu projektowego
– modularność na etapie procesu budowy i wyposażenia statku,
– modularność na etapie eksploatacji.

Modularności może być różnie stosowana. W podsumowaniu raportu CTO autor konkluduje, iż:

(…) widoczna jest tendencja do jak największego wykorzystania w budowie statku bogato wyposażonych modułów. Cechą wspólną dla wszystkich modułów jest to, że mogą być one wykonywane poza terenem stoczni przez wyspecjalizowane firmy. Dlatego też, coraz większe znaczenie ma współpraca pomiędzy stoczniami a firmami współpracującymi, ponieważ to w tych firmach powstaje najwięcej części statku.(…)[12]

Innymi słowy przyszłość przemysłu okrętowego leży w rozwoju modularności. Autor dochodzi do takiego wniosku tylko po przeanalizowaniu etapów budowania i wyposażania statków. Jak pokazałem, na przykładzie standardu MEKO doskonałe rezultaty da się osiągnąć stosując wszystkie trzy techniki. Szczególnie istotnym wydaje się stosowanie modularyzacji na etapie projektowym. Na tym etapie procesu powstawania statku pozostaje cały czas najwięcej dróg rozwoju przemysłu.

---

9 źródło: /www.naval-technology.com/projects/meko/

10 dane z lipca 2010

11 Ossowski M., źródło: www.okretywojenne.mil.pl/index.php?go=180 | pobrano 02.11.2011

12 Gockowski K., *Modularistation in ship equipment. Zadanie 1. Ocena stopnia modularności w istniejących konstrukcjach okrętowych. (W oparciu o doświadczenia stoczni Polskich oraz Północnoeuropejskich)*. Centrum Techniki Okrętowej S.A., 2005. s.48

8.0 | opis studium projektowego nowego standardu modułowej architektury statków floty offshore.

8.1 | założenia i cele

W dotychczasowych rozdziałach pracy starałem się nakreślić czynniki (historyczne jak i użytkowe), jakie miały wpływ na obecną postać standardu nadbudówek statków pomocniczej floty offshore. Przedstawiłem także, problemy związane z projektowaniem statków, w szczególności te, dotyczące podrzędnej roli systemu ergonomicznego względem technicznego i funkcjonalnego, a także wynikające z tego faktu mankamenty. Są one szczególnie widoczne w skomplikowaniu struktury przestrzennej statku, co skutkować może wadliwym kształtem środowiska człowieka. Stan ten ma bezpośredni, negatywny wpływ na dobrostan załogi. Ponadto opisując ideę modułowego projektowania architektury statków wskazałem możliwe pola do poszukiwań nowych, bardziej odpowiednich dla człowieka rozwiązań projektowych.

Dlatego też, w podsumowaniu rozważań proponuję autorskie studium struktury przestrzennej przyszłościowego ahts-a, którego podstawowymi założeniami są z jednej strony: zapewnienie możliwie dogodnych warunków bytowych dla załogi oraz stworzenie nowej, klarownej struktury przestrzennej całego statku, obejmującej opcje i warianty użytkowe (np.: różne systemy wciągarkowe, napędowe, czy wydechowe). Z drugiej zaś celem studium jest zbudowanie reguł, wytycznych opisujących nową strukturę zasadniczą – nowy standard nadbudówki; reguł adresowanych przede wszystkim do projektantów architektury statków.

Istotą nowej koncepcji struktury przestrzennej jest zmiana wzajemnych, logicznych powiązań pomiędzy poszczególnymi systemami statku, bez ingerencji w ich funkcje składowe i ich nośniki. Innymi słowy, nowa struktura przestrzenna ma zapewnić porównywalną z obecnie stosowaną efektywność techniczną i funkcjonalną, ze znaczną poprawą organizacji środowiska człowieka. Jedynym nośnikiem funkcji, który zmienia swą postać jest system ergonomiczny. Istotą zmiany jest zebranie tworzących go bloków: wypoczynkowego i rekreacyjnego w jeden zintegrowany blok projektowy i ulokowanie go w dogodnym dla ludzi miejscu w strukturze przestrzennej statku.

Celem studium, jest zbudowanie nowej, racjonalnej z punktu widzenia przyszłej realizacji struktury przestrzennej statku typu ahts. Cel ten planuję osiągnąć poprzez:

- podzielenie struktury funkcjonalnej statku na precyzyjnie zdefiniowane moduły projektowe,
- zbudowanie nowej sieci powiązań funkcjonalnych modułów z zachowaniem równoważności trzech głównych systemów statku, jednakże z założeniem, że pierwszym w kolejności opracowania będzie system ergonomiczny, względem którego zbudowane będą pozostałe
- oraz trwałe i jednoznaczne oddzielenie modułów z zachowaniem ich funkcjonalnych, technicznych i technologicznych powiązań.

Jednocześnie zakładam, iż wszystkie proponowane koncepty będą racjonalne konstrukcyjnie i technologicznie, co ma zagwarantować realność zastosowania zaprezentowanej koncepcji w projektowaniu nowych statków. Ponadto, założeniem studium jest pokazanie, z punktu widzenia projektanta wzornictwa przemysłowego, potencjalnego miejsca i roli designera w procesie projektowania nowego statku.

Ze względu na studyjny charakter rozważań założeniem autorskiego studium nie jest przedstawienie gotowego statku o konkretnych, zdefiniowanych parametrach. W opracowaniu całkowicie pominąłem kwestie związane z hydromechaniką kadłuba, wyposażeniem siłowni, wewnątrzkadłubowych, przestrzeni kadłubowych, czy konkretnego systemu holowniczego, gdyż rejony te, nie są domeną pracy projektanta wzornictwa przemysłowego. Jednocześnie podkreślić należy fakt, iż zaprezentowana koncepcja pozwala na zastosowanie powszechnie dziś używanych rozwiązań technicznych.

Studium, nie powstało także w oparciu o precyzyjne przepisy prawne, choć uwzględniłem ogólne zalecania konwencji IMO. Zastosowanie określonych norm prawnych nie jest możliwe w przypadku projektu studyjnego, gdyż ich zapisy zmieniają się w zależności od wartości BRT, której nie można określić nie dysponując wymiernym projektem statku. Przedstawione koncepcja ma charakter wytycznych, które mogą stanowić w przyszłości podstawę ideową do projektowania statków pomocniczych floty *offshore* ukształtowanych według określonej, autorskiej receptury. Aby z jednej strony podkreślić ideowy charakter studium struktury zasadniczej, z drugiej zaś uzyskać czytelny przekaz, jako formę prezentacji zastosowałem syntetyczne diagramy.

8.2 | opis struktury funkcjonalnej – nośniki funkcji

8.2.1 | system ergonomiczny – blok mieszkalny

Podstawową jednostką organizacyjną systemu ergonomicznego jest kabina załogi. Jan Netzel[1] określa modelową szerokość kabiny na 5,0–6,4 metra pozostawiając jej długość do decyzji projektanta. Przy założeniu, że wymiar ten wyznacza zorientowana wzdłużnie względem osi statku koja o długości 2 metrów, to powierzchnia całej kabiny (jednoosobowej) wraz z blokiem sanitarnym wyniesie od 10 do 12,8 m^2. Natomiast amerykański ABS definiuje minimalną powierzchnię wolnej podłogi kabiny w zależności od brt, oraz notacji klasy danej jednostki na – od 1,85 m^2 dla najmniejszych kabin jednoosobowych - do 5,35 m^2 dla kabin dwuosobowych[2]. Przy dodaniu powierzchni koi (ok. 2 m^2) oraz indywidualnego bloku sanitarnego (ok. 2,5 m^2) całkowita minimalna powierzchnia kabiny waha się między 6,35 m^2 a 9,85 m^2. W tym miejscu należy zaznaczyć, że przytoczone liczby są wartościami minimalnymi wymaganymi przepisami prawnymi. W praktyce kabiny rzadko mają tak małe wymiary. O ostatecznej wielkości decydują szczegółowe wymagania Armatora.

Na potrzeby studium założyłem, iż wszystkie kabiny załogi będą jednoosobowe i będą miały powierzchnię całkowitą 12 m^2 (4×3 m). Kabiny oficerskie będą miały powierzchnię 20 m^2 (4×5 m).Wszystkie kabiny będą miały indywidualne bloki sanitarne oraz dostęp do światła dziennego. Kabiny będą rozlokowane symetrycznie w burtowych taktach i połączone będą korytarzem. Kabiny wraz z komunikacją poziomą stanowią blok mieszkalny, którego minimalna szerokość wyniesie 9,6 metra. W przypadku gdy jedna kondygnacja bloku nie wystarczy by pomieścić wymaganą ilość załogi/pasażerów będą oni rozlokowani na osobnym, analogicznie zaaranżowanym pokładzie.

8.2.2 | system ergonomiczny – blok rekreacyjny

Blok rekreacyjny załogi to przede wszystkim: mesa i salony wypoczynkowe, a także uzupełniające je: sale kinowe, fitness, palarnie, ect.. Proponuję, aby blok rekreacyjny został podzielony na dwa mniejsze, rozlokowane na osobnych pokładach. Na dolnym, połączonym bezpośrednio z blokiem mieszkalnym ulokowane są mesa i kuchnia oraz magazyny prowiantowe. Na wyższym pokładzie, ulokowany jest salon wypoczynkowy.

Funkcjonalne rozdzielenie bloku mieszkalnego i rekreacyjnego pozwala na zachowanie w strukturze funkcjonalnej statku dwóch stref – prywatnej (blok mieszkalny) i publicznej (blok rekreacyjny). Blok mieszkalny w połączeniu z wypoczynkowym stanowią główne miejsce koncentracji ludzi na statku dlatego na pokładzie, na którym ulokowany jest blok mieszkalny rozlokowane zostały środki ratunkowe.

---

1 Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M., *Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009, s. 103.

2 American Bureau of Shipping Inc., *Guide For Crew Habitability on Workboats*, 2008, s. 91

8.2.3 | system techniczny – kadłub i jego wnętrze

Podstawą systemu technicznego statku jest siłownia i zintegrowane z nią systemy wydechowe i wentylacyjne oraz pomieszczenia pędników. W projekcie studyjnym lokuję siłownię w konwencjonalnym miejscu, tj. wewnątrz kadłuba. Proponowanie rozwiązań awangardowych podobnych do zastosowanych choćby w statkach serii LIBERY 200 bez ich wiarygodnej weryfikacji byłoby z mej strony nadużyciem. Zastosowana w studium siłownia, została nakreślona w sposób szkicowy jednakże, może być wyposażona w napęd konwencjonalny (z linia wałów) lub diesel-elektryczny (bez mechanicznego połączenia między silnikami a pędnikami). Ponadto w studium uwzględniłem możliwość zainstalowania, kosztem przestrzeni ładunkowej wewnątrz kadłuba, zbiorników paliw alternatywach.

Zintegrowane z siłownią systemy wentylacyjne i wydechowe rozwiązałem w sposób odmienny od obecnie stosowanych. Otóż, jestem zwolennikiem dawno już nie stosowanego rozwiązania, w którym szyb kominowy znajduje się poza nadbudówką mieszkalną. Rozwiązanie to, podobnie jak opozycyjne względem niego włączenie szybu kominowego do struktury nadbudówki ma wady, jak i zalety. Do najważniejszych wad zaliczyć trzeba rozerwanie konstrukcyjnej spoistości nadbudówki, która nie może korzystać z wsparcia na szybie kominowym. Osobny komin jest także z całą pewnością cięższy niż zintegrowany. Natomiast największą zaletą zewnętrznego komina jest, z mojego punktu widzenia, możliwość dowolnego jego kształtowania w zależności od potrzeb danego systemu wydechowego (np. wyposażonego w katalizatory spalin). Ponadto, w przypadku gdy dana jednostka byłaby wyposażona w bezkominowy system wydechowy, jego usunięcie ze struktury przestrzennej nie wiąże się z koniecznością jej zmiany. Dzięki temu struktura funkcjonalna jest elastyczniejsza, łatwiejsza w adaptacji do nowych wymagań. Pozostałe elementy systemu technicznego – pomieszczenia pędników, CMK czy sterów strumieniowych mogą być blokowane w sposób typowy – wewnątrz kadłuba zgodnie z wymogami technicznymi.

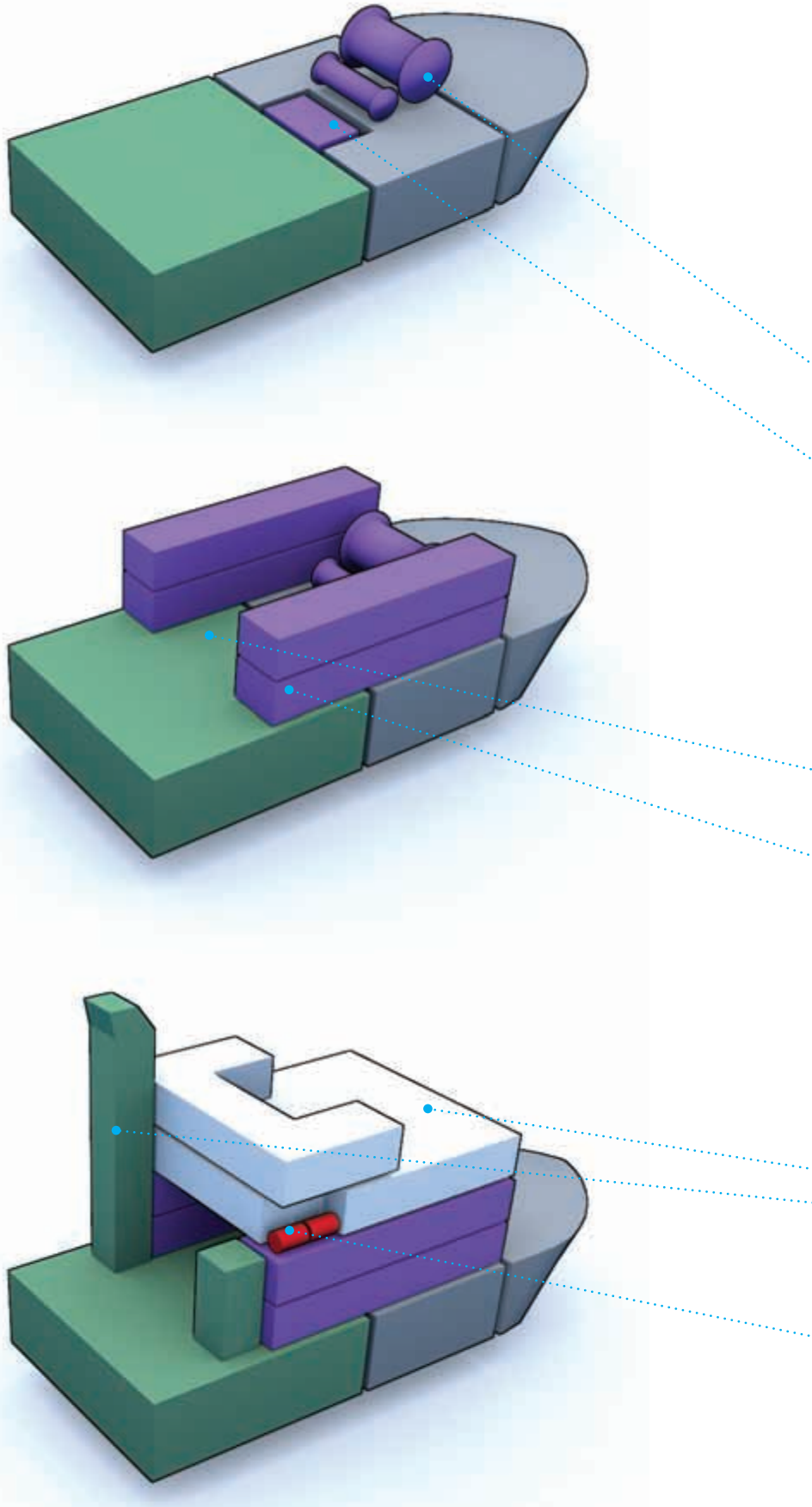
8.2.4 | system funkcjonalny

Podstawą funkcjonalną ahts-ów jest system wciągarkowy, oparty o wciągarkę holowniczo–kotwiczną, której wielkość i parametry użytkowe stanowią najistotniejszy wyznacznik skali danego statku. Czym jest ona większa, cięższa i mocniejsza, tym większy musi być statek, na którym jest zainstalowana. Dotychczasowa praktyka wykazuje, iż istnieją dwa miejsca lokowania wciągarki:

– bezpośrednio za nadbudówką (możliwość ta dotyczy zarówno małych, jak i dużych wciągarek),
– pod nadbudówką, w jej rufowej części (możliwość ta dotyczy małych wciągarek).

Rozbudowane systemy głębinowe operujące linami zajmują całą rufową przestrzeń pod nadbudówką. Integralną częścią wciągarki jest *rig chain locker* (ładownia na łańcuch kotwiczny platformy), lokowana zawsze pod pokładem głównym w rufowej części wciągarki. Systemy linowe nie wymagają ładowni na łańcuch kotwiczny platformy. W studium, system wciągarkowy, niezależnie od jego rodzaju i wielkości, ulokowany jest na pokładzie głównym jednostki. Aby spełnić wymogi funkcjonalne współczesnych zadań, jednostka powinna być wyposażona w zdalnie sterowany pojazd podwodny ROV. W studium przewiduję, iż wysoki hangar, w którym ulokowany będzie pojazd znajdować się będzie przed systemem wciągarkowym, tuż za grodzią zdarzeniową. W przypadku, gdy szerokość jednostki pozwoli na wyeliminowanie kolizji między systemem wciągarkowym i ROV, możliwym jest ulokowanie hangaru w części rufowej nadbudówki.

Uzupełnieniem systemu funkcjonalnego statku jest pokład otwarty. W studium postanowiłem pozostawić go w typowej współcześnie formie. Jest to możliwie duży, nie zabudowany pokład, zamknięty burtowymi ścianami o wysokości jednej kondygnacji. Pokład otwarty może być wyposażony w urządzenia dowolnego systemu pokładowego.



Ostatnim elementem systemu funkcjonalnego, a zarazem łącznikiem między nim, a systemem technicznym statku jest stanowisko dowodzenia. Ze względu na złożoność problematyka projektowania mostków na statkach nie mieści się w zakresie opracowania niniejszego studium. Dlatego też przyjąłem, iż w ramach studium sterówka ukształtowana będzie w konwencjonalny, stosowany powszechnie obecnie sposób. Proponuję także stosowanie, podobnie, jak to miało miejsce w projekcie NR 8164, rozmieszczenia stref sterówki na dwóch pokładach – na dolnym urządzenia techniczne, na górnym środowisko pracy człowieka.

8.3 | struktura zasadnicza – opis

Istotą studium projektowego nowego standardu nadbudówek statków pomocniczej floty *offshore* nie jest postać poszczególnych systemów - tylko ich wzajemna relacja, wyrażona w strukturze zasadniczej statku. W studium podstawowym kryterium budującym strukturę jest lokalizacja systemu ergonomicznego (blok mieszkalny i rekreacyjny) tak, aby była ona możliwie dogodna dla załogi. Niemniej jednak, dla klarowności przekazu strukturę zasadniczą omówię krok, po kroku poczynając od systemów funkcjonalnych i technicznych.

krok 1. blok wciągarki

Pierwszym, a zarazem najważniejszym elementem zmiany struktury zasadniczej jest zmiana lokalizacji bloku wciągarki. Zachowuję jej dotychczasową lokalizację na pierwszej kondygnacji nadbudówki (na pokładzie głównym) lecz przesuwam ją możliwe na dziób jednostki w rejon grodzi zderzeniowej. W przypadku, gdy jednostka będzie posiadała hangar ROV, wciągarka zostanie oparta o jego rufową ścianę. Wraz z wciągarką przesunięta zostaje skrzynia łańcuchowa, której rufowa gródź oddziela siłownię statku.

Kubatura systemu określa wysokość bloku wciągarki (przy dużych systemach będzie to z całą pewnością – ok. 6 metrów, czyli dwa pokłady, przy mniejszych wciągarkach wysokość może wynieść ok. 3,5 metra, jeden wysoki pokład). Kubatura systemu wciągarki wyznacza przestrzeń wielofunkcyjnego hangaru roboczego.

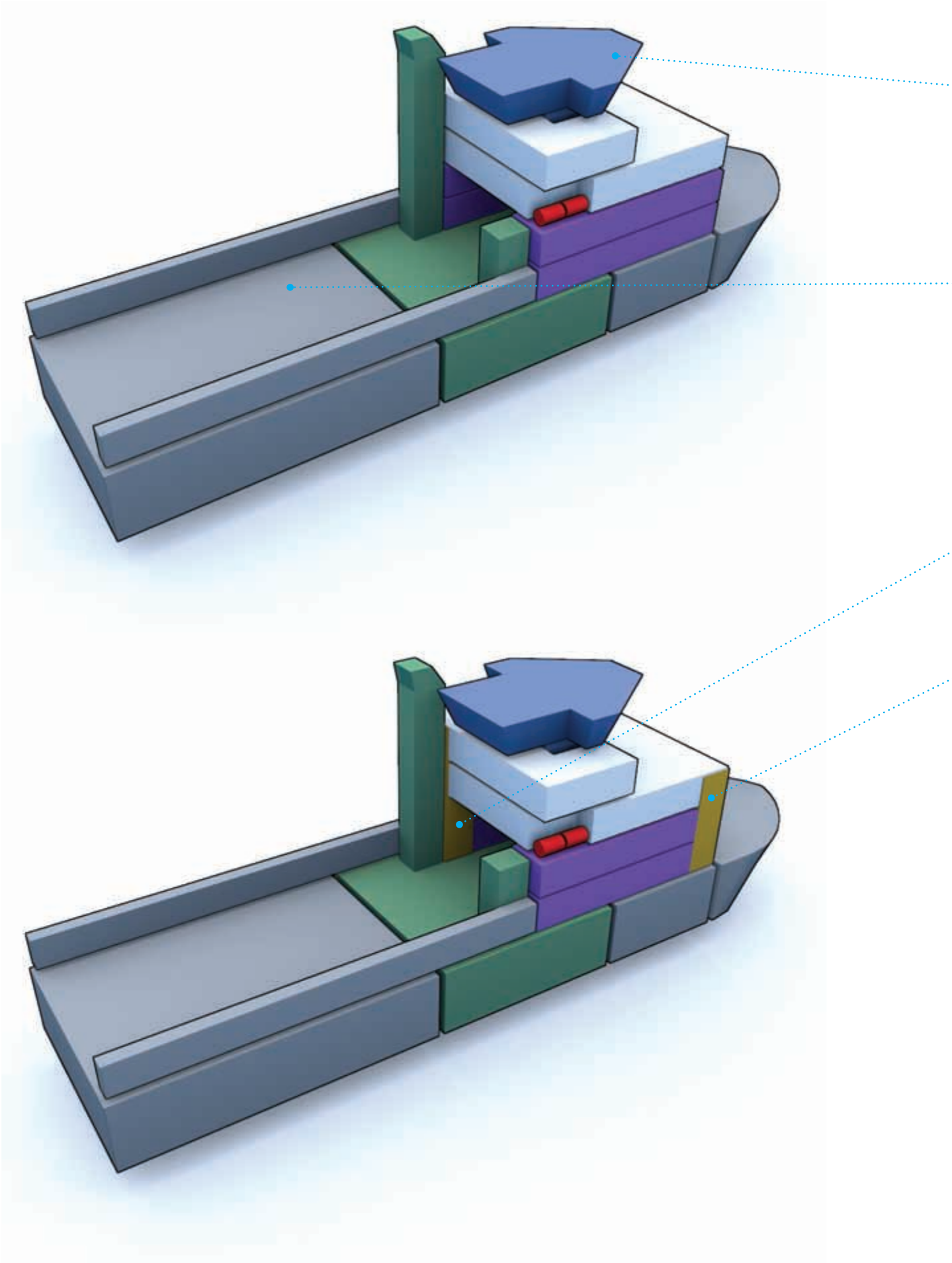
krok 2. hangar

Na prawej i lewej burcie wydzielam dwa trakty o optymalnej szerokości minimum 4 metry. Trakty przeznaczone są na pomieszczenia techniczne, związane z pracą pokładową (warsztaty, pomieszczenia siłowni hydraulicznych zasilających wciągarkę, ect.) oraz funkcje dodatkowe (agregaty awaryjne, centrale klimatu). Także tu, lokuję pomieszczenie przebieralni załogi wraz z zapleczem, oraz wszelkie magazyny pokładowe. Wyznaczona traktami przestrzeń pokładu roboczego, stanowi izolowany od warunków atmosferycznych hangar.

krok 3. – Blok mieszkalny i wypoczynkowy

Kolejnym krokiem jest zamknięcie hangaru zespolonymi blokami mieszkalnym i rekreacyjnym, które lokuję przesunięte możliwie daleko na rufę. Pozycję bloku ogranicza lokalizacja szybu kominowego i wentylacji siłowni, które są zintegrowane z rufową ścianą nadbudówki.

Ze względu na wymogi konstrukcyjne szerokość bloku powinna być dostosowana do szerokości całkowitej statku i wyznaczona przez wymiary wciągarki wraz z traktami funkcjonalnymi. Jednakże minimalna szerokość bloku to 9,6 metra. Na rufowej ścianie bloku mieszkalnego lokuję środki ratunkowe.



krok 4. – moduł dowodzenia

Kolejnym elementem struktury przestrzennej statku jest moduł dowodzenia – sterówka. Podobnie, jak to ma miejsce w przypadku siłowni w studium, postanowiłem zachować tradycyjny, sprawdzony sposób jej aranżacji, oparty o dwa stanowiska dowodzenia: dziobowe używane w czasie rejsów oraz rufowe używane w czasie prac pokładowych. Podobnie, jak to ma miejsce obecnie, sterówka wyposażona jest w dwa dodatkowe stanowiska manewrowe - używane przy precyzyjnych manewrach. Na dachu sterówki (pokładzie pelengowym) znajdują się urządzenia nawigacyjne.

krok 5. – otwarty pokład roboczy

Od rufowej ściany bloku mieszkalnego w kierunku rufowy rozciąga się otwarty pokład roboczy, zabudowany z obu burt tzw. cargoraliem. Długość pokładu wyznacza długość całkowita jednostki, którą określą parametry nautyczne i stateczności owe.

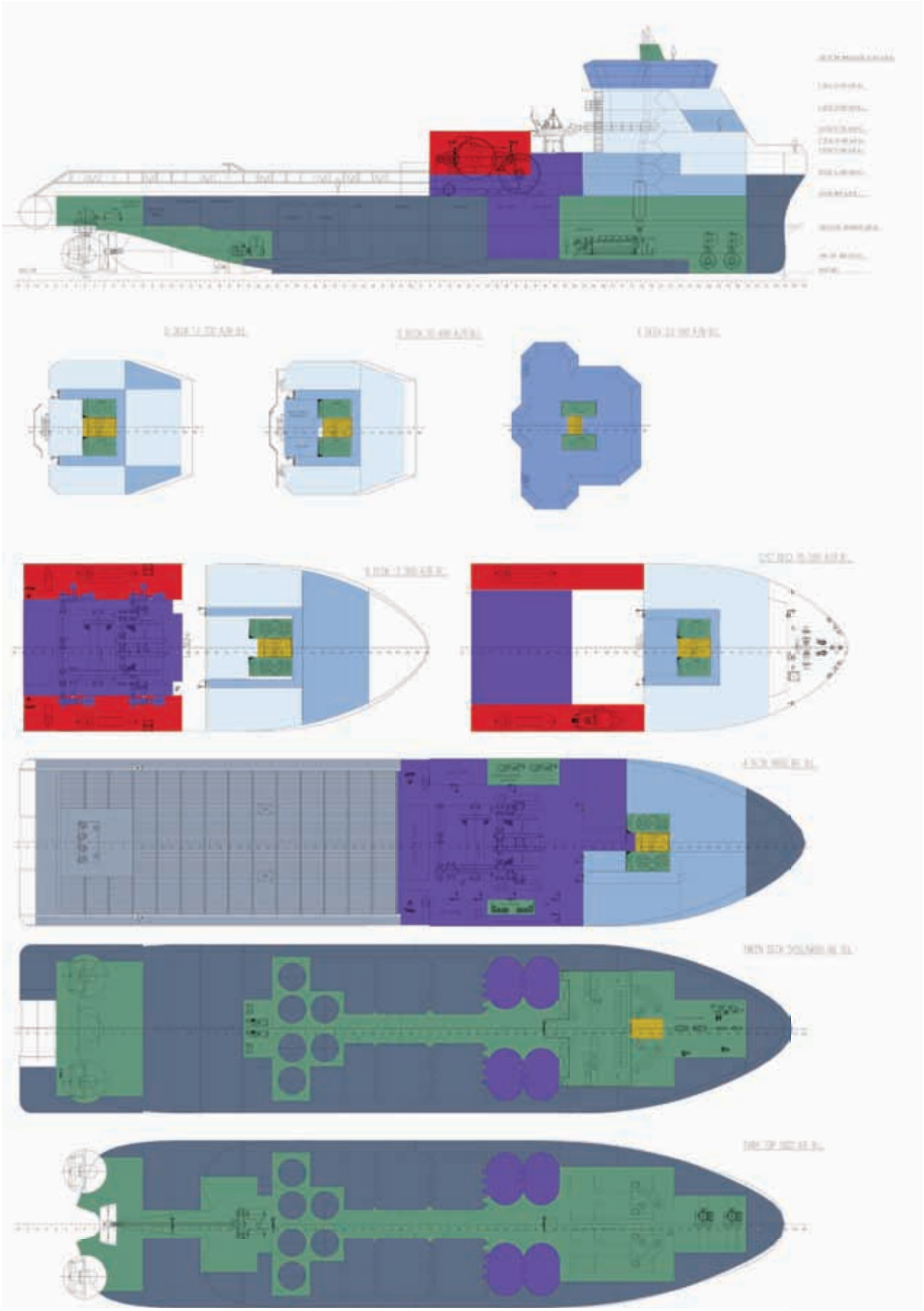
krok 6. – komunikacja pionowa

Ostatnim, a zarazem kluczowym dla budowania nowej struktury zasadniczej, jest komunikacja pionowa – klatka schodowa. Proponuję stosowanie jednej klatki łączącej wszystkie kondygnacje nadbudówki, z wyłączeniem sterówki oraz siłowni, do których winny prowadzić osobne trakty. Klatkę pozycjonuję w narożniku bloku mieszkalnego na burcie, na której ulokowany jest szyb kominowy. Dzięki temu, możliwym będzie bezpośrednie połączenie komina z konstrukcją nadbudówki przy jednoczesnym odsunięciu go od pomieszczeń załogi.

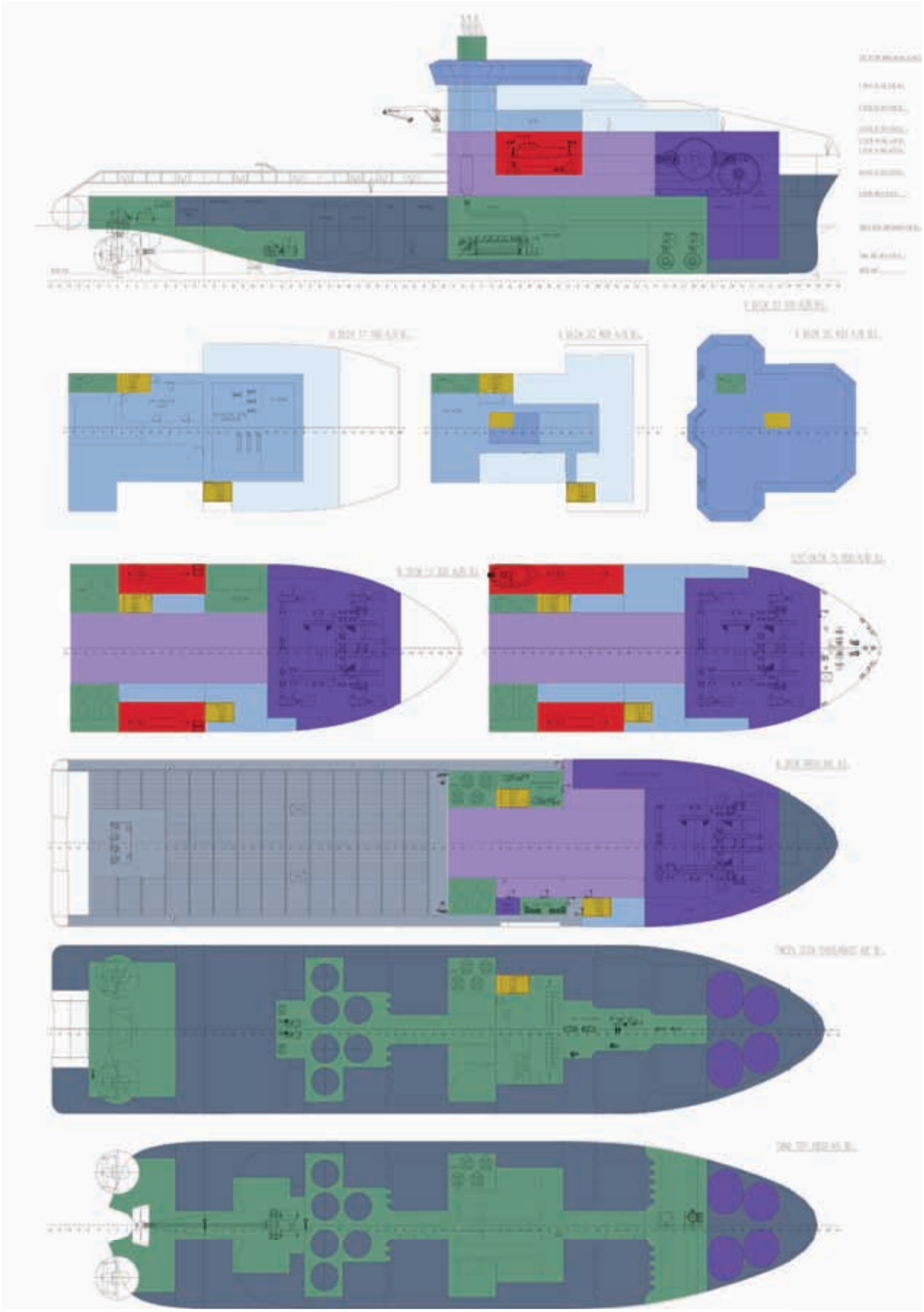
W uzupełnieniu komunikacji pionowej proponuję dodatkowy pion komunikacyjny ulokowany po przekątnej bloku mieszkalnego. Klatka ta, prowadzi przez przebieralnię załogi bezpośrednio do hangaru roboczego.

8.4 | podsumowanie rozdziału

Podsumowując rozważania prezentuję adaptację istniejącego projektu 90-metrowego ahtsa, którego strukturę funkcjonalną przekonfigurowałem zgodnie z zaprezentowanymi powyżej regułami. Kubatury pomieszczeń i poszczególnych stref statku po mimo adaptacji pozostały zbliżone, podobnie jak główne systemy techniczne i funkcjonalne.



Oryginalna wersja struktury przestrzennej i …



…jej postać po adaptacji.

Wizja artystyczna ahtsa ilustrująca możliwą postać bryły jednostki ahts zbudowanej w oparciu o autorską koncepcją struktury przestrzennej. Wizualizacja wykonana na podstawie zaadoptowanego planu ogólnego – patrz poprzednia strona.

W zakończeniu niniejszej pracy chcę także poruszyć jeszcze jeden, uzupełniający całość, problem – problem wartości estetycznej architektury statków. Wspomniany już Peter Quartermaine uważa, iż:

(…) *statki są najczęściej postrzegane jako typowy element techniki morskiej, na swój sposób imponujący lecz nie wart poważnej architektonicznej debaty, pomimo ewidentnych (takich jak skala, funkcje, detale) podobieństw do architektury lądowej. Statkom nie poświęca się należnej im uwagi. Specjalistyczna literatura zajmuje się głównie bezpieczeństwem i kwestiami technicznymi popełniając tym samym zaniedbanie (…).*[1]

Co prawda tekst Quartermainea traktuje właściwe wyłącznie o statkach pasażerskich (jego zdaniem wartość estetyczna dotyczy właściwie tylko statków pasażerskich, *w których dodana forma ma za zadanie ukrywać techniczne oblicze statku*[2]), jednakże niektóre z zawartych w książce stwierdzeń, doskonale ilustrują także problemy architektury statków niepasażerskich. Sprowokowany słowami Petera Quartermainea postanowiłem spróbować nadrobić to zaniedbanie prezentując, syntetyczną wizję formy ahts-a opartą na autorskiej koncepcji struktury przestrzennej.

W mojej opinii aspekt wyglądu jest istotny, szczególnie dla projektanta wzornictwa przemysłowego, gdyż w przeciwieństwie do opracowań czysto inżynierskich, projektowanie wyglądu stanowi integralną część jego pracy. Statek niepasażerski jest dla mnie przede wszystkim narzędziem[3], także w warstwie stylistycznej. Dlatego też, wygląd statku winien być wprost przejawem jego funkcjonowania[4] oraz postaci jego poszczególnych systemów, akcentujących przeznaczenie danego statku. Narzędziowy kontekst wyglądu statku definiuje zbiór cech, którymi powinien, w mojej opinii, charakteryzować się wygląd nowoczesnego statku niepasażerskiego. Są to przede wszystkim: prostota, klarowność, a także swoista szczerość.[5]

W przypadku architektury statków niepasażerskich świadome, zaplanowane kształtowanie wyglądu ma dwa cele: wygląd jest ważnym czynnikiem wspomagającym budowanie wizerunku firm projektowych, budowania ich marki, jest także emanacją ich kunsztu i poziomu technicznego. Jednakże, co szczególne istotne, odpowiednio ukształtowany wygląd statku, ma wpływ na dobrostan zaokrętowanej na jego pokładzie załogi, podnosząc przede wszystkim poczucie bezpieczeństwa.

Jednakże stosowanie stylistyki jako narzędzia wypaczającego rzeczywistą postać statku jest powszechną, patologiczną praktyką. Na to zjawisko zwracał uwagę już w 1932 roku Michał Kostanecki[6] i określał ją wprost jako „blagę techniczną", której ówcześnie podstawowym przejawem było w projektach transatlantyków „ślepych kominów". Współcześnie przejawem „blagi" są dla mnie uporczywe, często nieudolne stylizacje brył statków tak, by wyglądały one na szybsze, czy nowocześniejsze niż w rzeczywistości są, a także – widoczny szczególnie w architekturze statków niepasażerskich – brak powiązań stylistycznych poszczególnych elementów, makrodetali[7] wyklinający, jak sądzę, z braku całościowej, spójnej wizji oczekiwanego rezultatu stylistycznego.

---

1 Quartermaine P.: *Building on the sea. Form and meaning in modern ship architecture*, Academy Editions, National Maritime Museum, 1996, s. 9

2 *ibidem*, s. 9

3 patrz, str. 7

4 Vitta M. *The design of microenvironments*, w: L'arca plus, nr 28, s. 2, 2001. W kontekście projektowania środowiska człowieka autor rozwija klasyczną definicję formy, która podażą za funkcją (form follows function) na formę będącą wynikiem funkcjonowania (form follows functioning)

5 Lerch A: *Architektura Statków i okrętów. Projektowanie i konstrukcja*, s. 359

6 Kostanecki M. *Kilka uwag o architekturze okrętowej*, Architektura i budownictwo, 1932 nr 11, s. 349. Pobrano z kolekcji Biblioteki Cyfrowej Politechniki Warszawskiej 21.02.2011

7 Lerch. A.: *Semantyka Architektury Okrętowej*, w *Projektowanie Architektury Statków. wybrane zagadnienia*, s 37

Wizja artystyczna ahtsa ilustrująca możliwą postać bryły jednostki ahts zbudowanej w oparciu o autorską koncepcją struktury przestrzennej. Dla podkreślenia wrota hangaru pozostają otwarte.

Chcąc uniknąć „inżynierskiej blagi" w studium koncepcję stylistyczną oparłem o cztery wytyczne:

– nadanie bryle stosownej dynamiki (fundamentalnej cechy architektury statków wodnych),
– podkreślenie modułowej struktury (co pozwoli na zaakcentowanie istoty koncepcji także „na pierwszy rzut oka"),
– a także detale (forma podstawy masztu, grafika okien),

10.0 | zakończenie

Przedstawiona powyżej struktura zasadnicza ilustruje istotę modułowej standaryzacji nadbudów statków typu ahts. Wydzielone moduły funkcjonalne, są jednocześnie niezależnymi modułami projektowymi, które mogą być kształtowane niezależnie, dla przykładu: zmiana ilości kabin, nie wpływa na moduł funkcjonalny i odwrotnie, zmiana wielkości, czy rodzaju wciągarki nie rzutuje na postać modułu ergonomicznego. Dzięki temu, możliwym staje się projektowanie statków różniących się danymi parametrami użytkowymi, tylko poprzez modyfikację danego modułu, a nie całości struktury. Ponadto zastosowany podział na moduły, uwzględnia zasady modułowej metody budowy i wyposażania statków. Wszystkie wymieniowe moduły stanowić mogą niezależne bloki konstrukcyjne, czy produkcyjne i mogą być budowane w całości w innym miejscu niż ostateczny montaż statku.

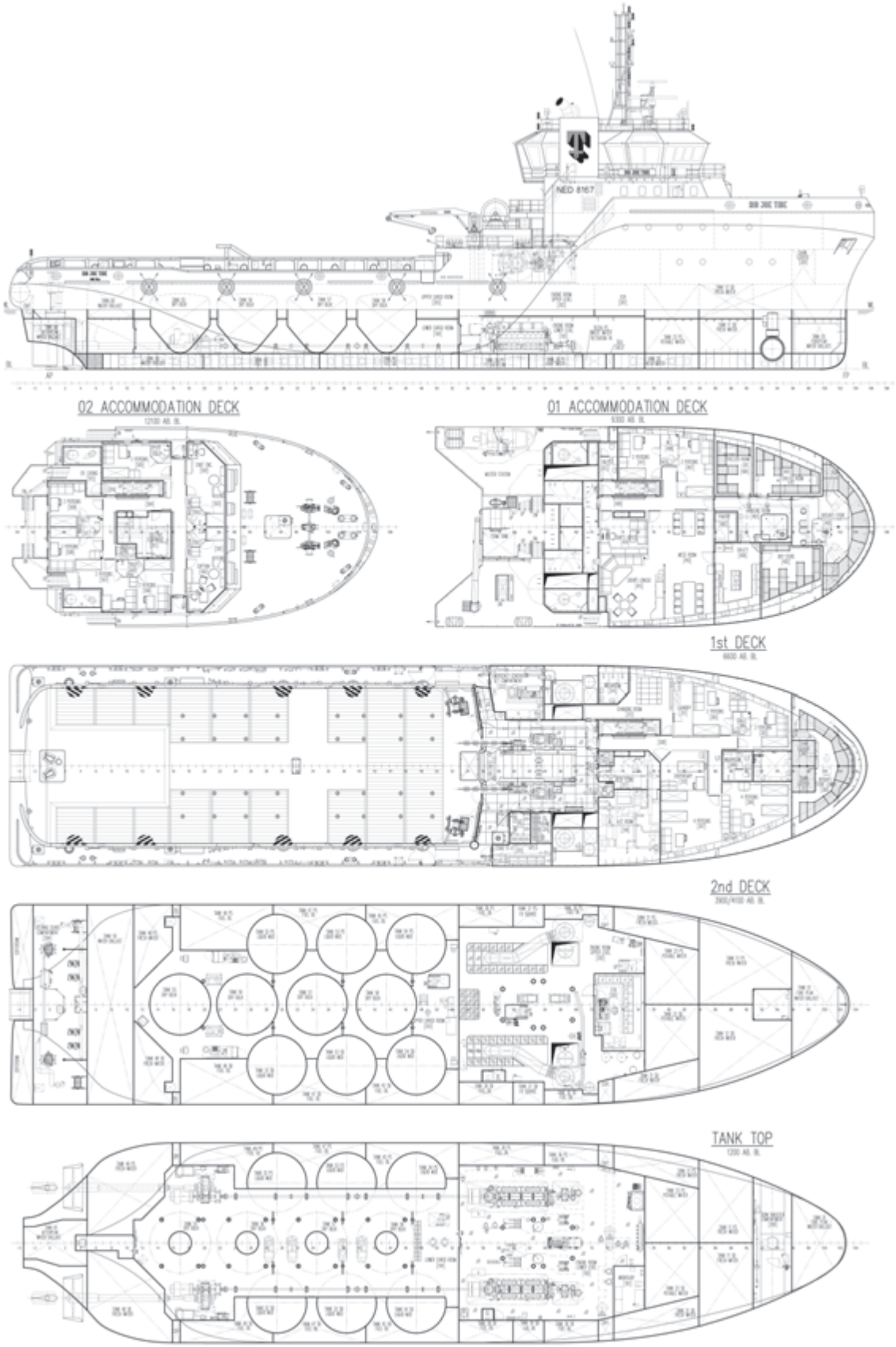
Kluczowym czynnikiem mającym w mojej opinii poprawić jakość środowiska człowieka na statku jest zintegrowanie go w jednym bloku, zmiana jego lokalizacji oraz jednoznaczne wydzielenie pomieszczeń bytowych załogi od pozostałych stref statku. W stosunku, do obecnego standardu, w studium starałem się zaproponować równoważne traktowanie systemów technicznego, funkcjonalnego i ergonomicznego tak, aby te dwa pierwsze nie zdominowały trzeciego. Taki układ możliwy jest, tylko gdy system ergonomiczny będzie miał wpływ na postać pozostałych systemów w takim samym stopniu, jak one mają na niego.

W realnym zastosowaniu przedstawiona koncepcja wymagać będzie wyjątkowej współpracy poszczególnych specjalistów respektujących wzajemnie potrzeby danych systemów. Taka relacja wymagać będzie od projektantów inżynierów, a także Armatorów swoistego dialogu, w którym, z jednej strony wymogi techniczne rzutować będą na postać środowiska człowieka, z drugiej zaś strony potrzeby człowieka – załogi wpłyną na zastosowane w projekcie rozwiązania techniczne, czy funkcjonalne.

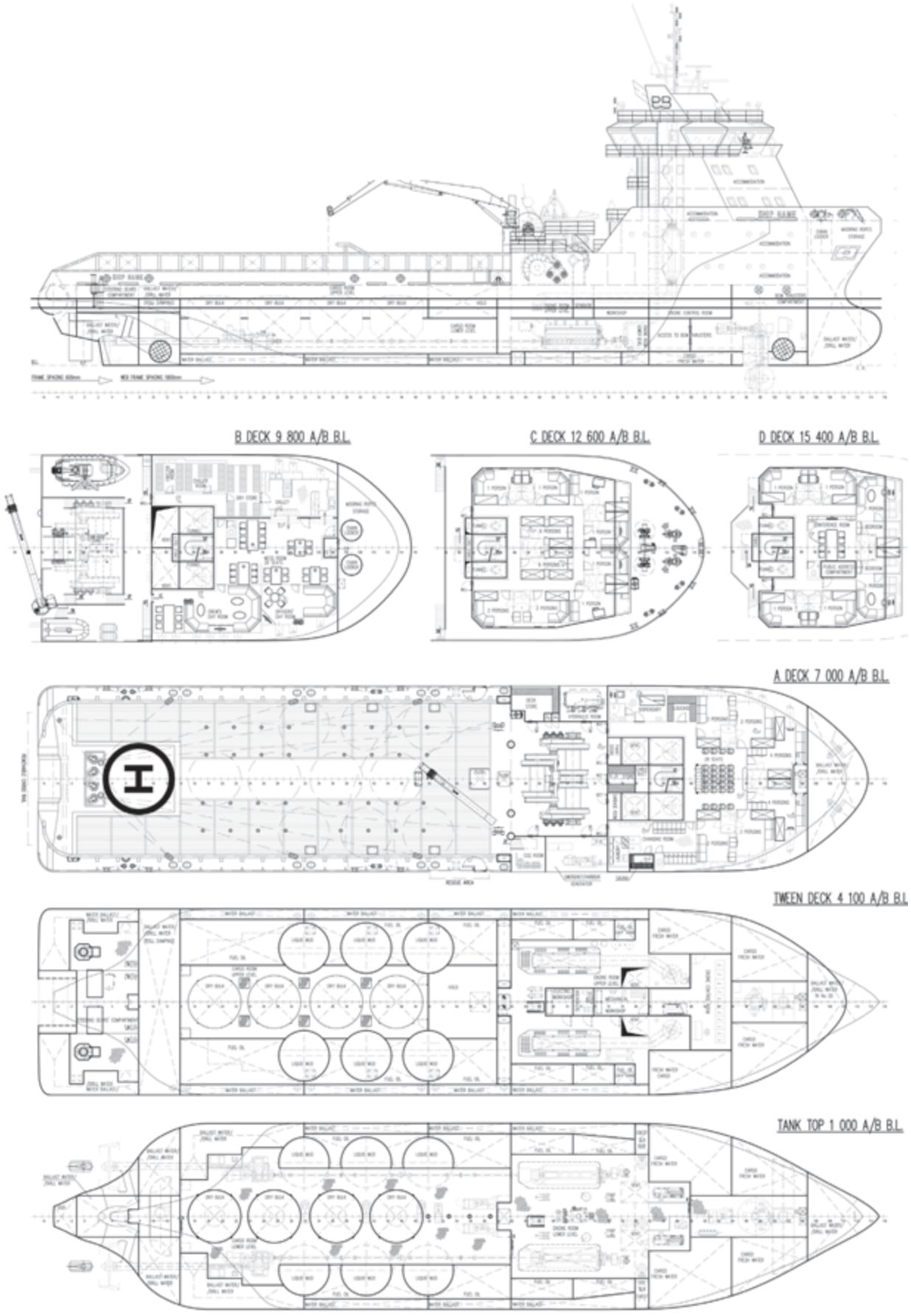
Przedstawiona koncepcja ma raczej charakter otwartej na interpretację receptury, niż gotowego, wymiernego produktu. Taki sposób pracy jest celowy, gdyż dzięki temu, mogłem skupić się nie na rozwiązaniu poszczególnych, cząstkowych, rutynowych problemów, lecz na zbudowaniu możliwie pojemnej wizji, mogącej być przedmiotem dalszych analiz i opracowań.

Przy tworzeniu autorskiego studium moją intencją nie było danie gotowych, precyzyjnie zdefiniowanych i określonych rozwiązań, a raczej danie pakietu opcji, którymi mogą się kierować projektanci przyszłych statków. Ideą studium, jak i całej pracy, jest pokazanie jednej z możliwych postaci struktury przestrzennej ahts-ów - w tym wypadu opartej o modułową standaryzację struktury zasadniczej.

ZAŁĄCZNIKI



Reprodukcja fragmentu planu ogólnego jednostki NED 8167 | il. GRUPA REMONOTWA



Reprodukcja fragmentu planu ogólnego jednostki MMC 887 | il. MMC SHIP DESIGN AND MARINE CONSULTING

Buczkowski L.,
Podstawy budownictwa okrętowego,
Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Gdańskiej, 1970

Dembiński A. i Brajew G.,
Koncepcja zabudowy siłowni w układach bloków funkcjonalnych,
Centrum Techniki Okrętowej S.A., 1975

Dorosiński W.C., W. Gasparski, Wrona S.,
Zarys metodyki projektowania,
Arkady 1981

Ergonomiczna analiza statku w ujęciu systemowym i funkcjonalnym, praca zbiorowa,
Politechnika Gdańska, 1978

Gibson V.,
History of the supply ship,
La Madrillia Press, 2007

Gibson V.,
Supply Ship Operations. A handbook,
Ships and Oil, La Madrilla Press, 2009

Gockowski K.,
Modularistation in ship equipment. Zadanie 1. Ocena stopnia modularności w istniejących konstrukcjach okrętowych. (W oparciu o doświadczenia stoczni Polskich oraz Północnoeuropejskich).
Centrum Techniki Okrętowej S.A., 2005

Guide for Crew Habitability on Workboats,
American Bureau of Shipping, 2008,
www.eagle.org,

Hempel L.,
Człowiek i maszyna. Model techniczny współdziałania,
Wydawnictwo Komunikacji i łączności, 1984

Leffler W. L., Pattarozzi R., Sterling G.,
Deepwater. Petroleum exploration & production.
Penn Well Corp., 2003

Lerch A.,
Architektura statków niepasażerskich. Inspiracje projektowe.
Okrętownictwo i żegluga, Gdańsk 2002

Lerch. A.,
Architektura Statków i okrętów. Projektowanie i konstrukcja,
Akademia Sztuk Pięknych w Gdańsku, Gdańsk 2010

Lerch. A.,
Semantyka Architektury Okrętowej, w: *Projektowanie Architektury Statków. Wybrane zagadnienia*,
Akademia Sztuk Pięknych w Gdańsku, Gdańsk 2012

Leśniewska M.,
Oczy Le Corbusiera, w: Le Corbusier. *W stronę architektury*,
Centrum Architektury, 2012

Louisiana Proud Past. Promising Future, Hart Energy publishing,
publikacja elektroniczna, 2005

Netzel J., Marczak E., Jastrzębski T., Stawicka-Wałkowska M.,
Architektura statku a zagadnienia projektowo-konstrukcyjne,
Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009

International Petrolium Museum & Exposition,
źródło: www.rigmuseum.com/charlie1.html

International Tug & Salvage, nr 3, 2009

Kostanecki M.,
Kilka uwag o architekturze okrętowej,
Architektura i budownictwo, 1932 nr 11,
z kolekcji Biblioteki Cyfrowej Politechniki Warszawskiej

Ossowski M.,
www.okretywojenne.mil.pl/index.php?go=180

Offshore Support Jurnal,
LNG PSV is good for crew and enviroment,
nr 03/04, 2008

Pacholski Ł.,
Andrew J. Higgins i jego „małe łodzie, które wygrały wojnę",
Morza statki i okręty, 6/2009

Pekel L.,
OSV Ice Operations,
Harsh Weather Summit, maj 2012,
American Bureau of Shipping,
www.eagle.org, źródło: 10.-Lynnda-Pekel_ABS.pdf,

Pierwsze Sympozjum architektury okrętów, Skróty referatów,
redakcja prof. W. Urbanowicz,
Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 1968

Pratt J. A., Priest T., Casandera C. J.,
Offshore pioneers, Brown & Root and the history of offshore oil and gas. Gulf Puglishing Company, 1997

Read H.,
Sztuka a przemysł, PWN 1964

Quartermaine P.,
Building on the sea. Form and meaning in modern ship architecture,
Academy Editions, National Maritime Museum, 1996

Tjalve E.,
Projektowanie form wyrobów przemysłowych,
Arkady, 1984

Urbanowicz W.,
Architektura Okrętów,
Wydawnictwo morskie, Gdynia 1965

Vitta M.,
The design of microenvironments,
w: L'Arca Plus, nr 28, L'Araca Edizioni, 2001.

news.cision.com/odim-asa/i/odim-smart-ahts-,c48909

pl.wikipedia.org/wiki/Skróty_przed_imionami_statków

pl.wikipedia.org/wiki/Tona_rejestrowa_brutto

www.blogbiszopa.blog.onet.pl/Pieklo-na-morzu-katastrofa-Pip,2,ID227383371

www.naval-technology.com/projects/fly/

www.naval-technology.com/projects/meko/

www.remontowa-rsb.pl/b844/3-102021-anchor-handling-/-towing-/-supply-vessels/

www.rolls-royce.com/marine/products/deck_machinery/dm_offshore/dm_ahts/

www.shipoftheyear.com/ship-of-the-year-2004/ship-of-the-year-2004-psv-%C2%ABviking-avant%C2%BB/

www.shipsandoil.com/features/featut704.htm | pobrano 20.01.2010

www.shipsnostalgia.com/guides/UT_704_Anchor-Handling_Tug/Supply_Vessel

www.subseaworld.com/industry/odim-win-local-vinnovator-of-the-year-2008v-award-02879.html

www.ynfpublishers.com/2009/06/165/

Modularna architektura statków pomocniczych floty *offshore*.

Analiza projektowa możliwości modułowej standaryzacji
architektury statków na przykładzie floty pomocniczej
morskiego przemysłu wydobywczego.

Nowy standard nadbudówek statków floty *offshore*.

rozprawa doktorska
promotor: dr hab. Jarosław Szymański
autor: mgr Paweł Gełesz

Ilustracje i diagramy, jeśli nie opisano inaczej, wykonał autor.
Całość złożono krojami: Adobe Myriad Pro oraz Adobe Minion Pro. Skład – autor.

Pracownia Architektury Okrętów
Wydział Architektury i Wzornictwa
Akademia Sztuk Pięknych w Gdańsku

Gdańsk 2013