



VI



STUDENCKA SESJA NAUKOWA

Wydziału Transportu

Pod patronatem
Jego Magnificencji Rektora Politechniki Śląskiej
Prof. dr hab. inż. Wojciecha Zielińskiego

Katowice, 06 czerwca 2008 r.

Adam Świeca, prof. dr hab. Aleksander Sładkowski
Katedra Logistyki i Transportu Przemysłowego
Wydział Transportu Politechniki Śląskiej

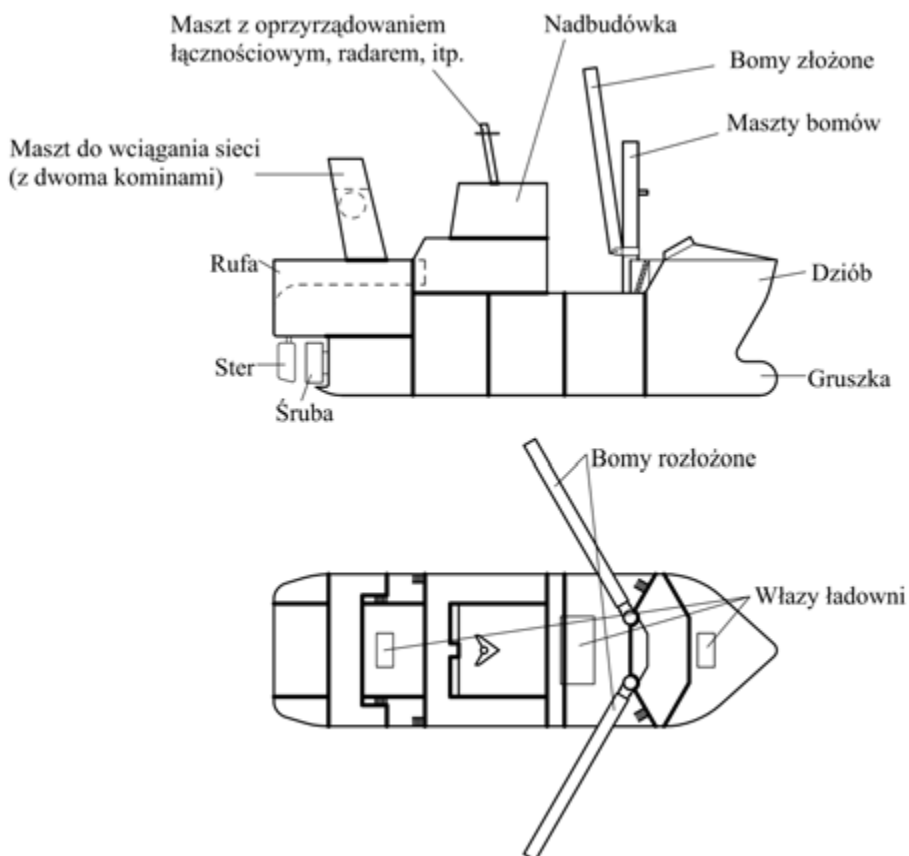
Problemy transportu przemysłowego w stoczniach

1. Wstęp

Celem pracy jest zobrazowanie transportu i jego znaczenia w stoczniach. Transport przemysłowy naturalnie odgrywa w takich przedsiębiorstwach olbrzymią rolę. Produkcja statków jest dosyć specyficzna i w związku z tym niektóre maszyny i czynności są zupełnie nie spotykane gdzie indziej. Problematyka transportowa związana jest przede wszystkim z masą i wielkością przenoszonych elementów. Wiadomości po za literaturą zostały zdobyte poprzez wywiad w stoczniach trójmiejskich.

Podczas procesu produkcji statku jego elementy podlegają obróbce i łączeniu aż do uzyskania gotowego obiektu. Szczególnie działania montażowe i transport międzywydziałowy, wymagają szczególnego nakładu prac transportowych. Statek to konstrukcja o masie rzędu setek ton. Kiedyś budowany był od podstaw – poczynając od elementów szkieletu kadłuba, na akcesoriach skończywszy. Ze względu na wielkość współczesnych statków konieczne jest podzielenie kadłuba na osobne sekcje. Są one budowane w różnych miejscach i łączone w jeden obiekt przy finalnym montażu na pochylni, łożu montażowym lub suchym doku. Taki stan rzeczy przyspiesza produkcję lecz wymusza transport sekcji o masie rzędu kilkudziesięciu do kilkuset ton i wymiarach rzędu kilku do kilkudziesięciu metrów drogami lądowymi lub wodnymi. Często transport elementów statku drogami publicznymi jest w związku z powyższym wykluczony. Transport sekcji jest wymuszony tym, że powstają one w różnych – często wyspecjalizowanych – miejscach, muszą one zostać połączone w kadłub w jednym miejscu. Często nie jest to ruch na terenie jednego zakładu, ze względu na wytwarzanie sekcji w innych stoczniach kooperujących. Wtedy dominuje transport wodny ze względu na właściwości transportowanych obiektów. Środowisko wodne pozwala na swobodne przemieszanie znacznie większych i cięższych obiektów. Ich przeładunek jest

związany z wykorzystaniem żurawi pływających i położonych na nabrzeżu o udźwigach umożliwiających sprawne przemieszczanie tak ciężkich elementów. To samo dotyczy pojazdów kołowych. Rozwiązaniem okazały się platformy o wielu obrotowych zestawach kołowych, pozwalających odpowiednio rozłożyć ciężar. Rys. 1 przedstawia hipotetyczny statek o niewielkiej liczbie sekcji.



Rys. 1. Hipotetyczny statek rybacki podzielony na sekcje (grube linie)

Zazwyczaj przekrój kadłuba jest zbudowany z kilku sekcji, które razem tworzą tzw. blok. Poza elementami kadłuba i nadbudówki do kategorii sekcji zaliczają się maszty, bomby, itp. Poza tym transport mniejszych podzespołów takich jak: furty, włazy czy schody; nie następuje już takich problemów.

Najciekawszymi procesami transportowymi, są te związane z wodowaniem. Wyróżniamy wodowanie wzdłużne, poprzeczne a także wodowanie poprzez dokowanie statku przy pomocy suchego lub pływającego doku. Ponadto mniejsze statki mogą być umieszczane na powierzchni wody poprzez opuszczenie przez żuraw lub przez zsuniecie na wózku poruszającym się na pochyłych szynach (tzw. slip). Wśród najbardziej charakterystycznych maszyn transportowych w stoczniach znajdują się

zatem: doki pływające, platformy samojezdne, żurawie (na lądzie i w wodzie) oraz suwnice stosowane przy składowaniu materiałów, montażu sekcji jak i przy łączeniu sekcji w bloki i kadłub.

2. Drogi transportowe

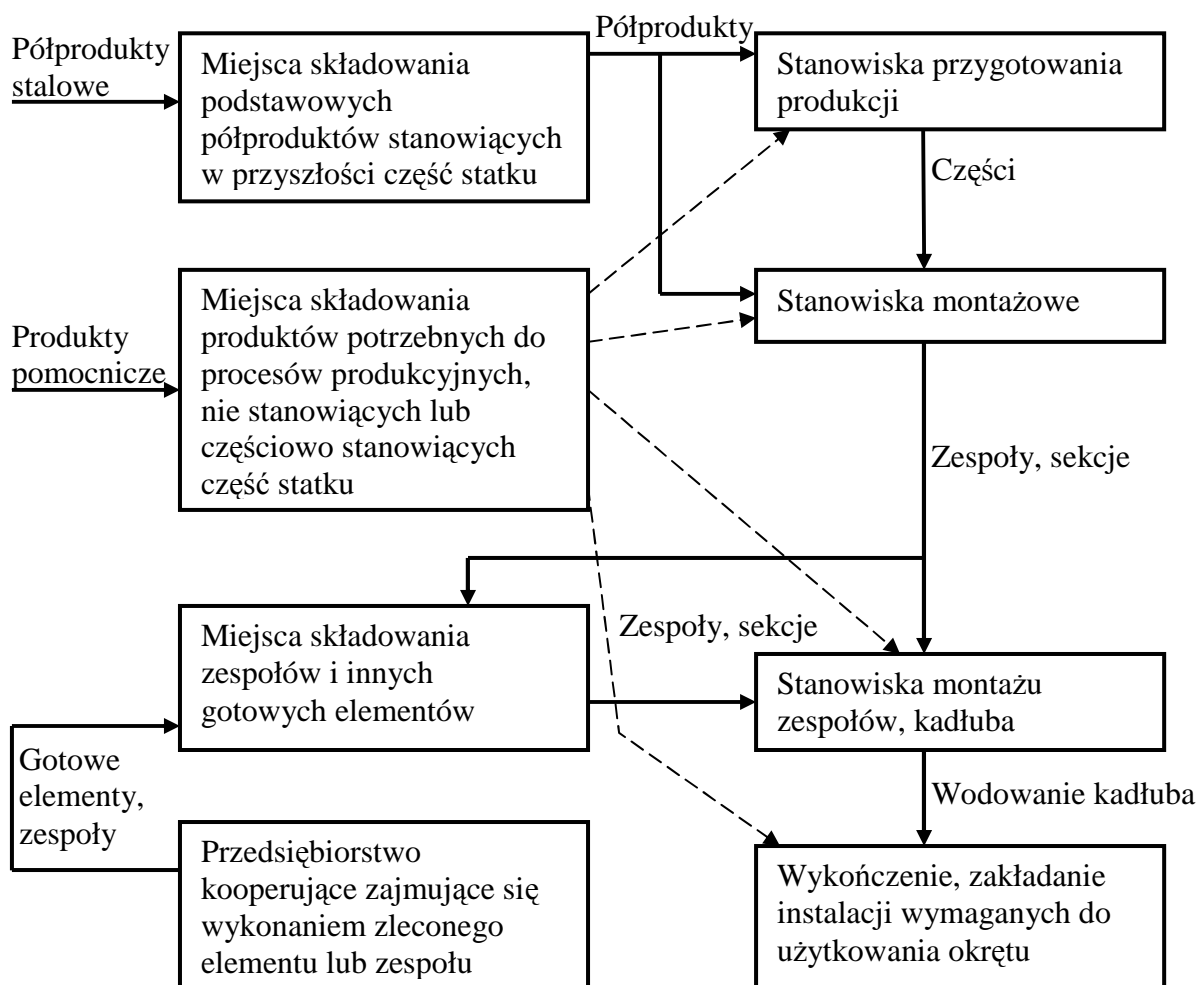
Wszystkie czynności pomiędzy procesami przerobu, a związane z przemieszczaniem obiektów, przy użyciu odpowiednich środków nazywamy transportem [1]. Przedmiotem transportu w stoczniach są:

- Podstawowe produkty stalowe (blachy i kształtowniki).
- Akcesoria wchodzące w skład statku lecz nie produkowane przez stocznie, np. odlewy, kolana hamburskie, sworznie, wały napędowe, śruby, itp.
- Sekcje i mniejsze podzespoły.
- Gotowe statki lub kadłuby.
- Maszyny potrzebne przy produkcji i inne środki trwałe, np. urządzenia spawalnicze, palniki, dmuchawy, giętarki do rur, itp.
- Środki zużywające się w czasie produkcji, np. odzież robocza, druty spawalnicze, tarcze szlifierskie, gazy techniczne, itp.

Transport w stoczniach i między nimi odbywa się drogą lądową lub morską. Przy transporcie wewnątrz zakładowym oraz przy transporcie mniejszych obiektów preferuje się transport lądowy. Odwrotnie jest w przypadku transportu między zakładowego i zewnętrznego (odholowanie gotowej jednostki pływającej). Transport drogami lądowymi jest związany z koleją lub drogami publicznymi. Posiadają one ograniczenia związane z naciskiem na podłoże i dopuszczalnymi wymiarami transportowanego elementu. Stąd drogami lądowymi możliwy jest transport podstawowych produktów stalowych, akcesoriów wchodzących w skład statku, maszyn i materiałów potrzebnych do produkcji i ewentualnie mniejszych podzespołów czy sekcji. Drogi morskie posiadają znacznie mniejsze ograniczenia pod kątem masy i gabarytów. Dlatego wykorzystuje się je do transportu sekcji między stoczniami, między zakładami produkcyjnymi lub wydziałami jednej stoczni. Ponadto czynności związane z transportem to: wodowanie i łączenie sekcji i bloków w statek, a także składowanie i magazynowanie, transport produkcyjny (związany bezpośrednio z produkcją [1]).

Podstawowymi elementami, z których zbudowany jest statek, są blachy i kształtowniki. Są one niezbędne dla produkcji. Materiały te są dostarczane zazwyczaj

drogą lądową. Po za tym wyróżnia się inne obiekty potrzebne do produkcji, nie będące wytworem stoczni. Są to środki trwałe i zużywające się. Ich transport jest transportem zewnętrznym rozpoczynającym ciąg działań transportowych związanych ze stoczną. Rys. 2 przedstawia drogi transportowe związane z działalnością stoczni.



Rys. 2. Schemat dróg transportowych w hipotetycznej stoczni

Wewnątrz zakładu produkcyjnego materiały stalowe muszą być składowane w wyznaczonych miejscach, przenoszone do dodatkowej obróbki (przygotowanie produkcji, wytwarzanie detali) oraz na stanowiska montażowe. Po złożeniu obiekty posiadają (zespoły, sekcje) już znacznie większe gabaryty. Często wybrane (nawet większość) sekcje statku, są budowane przez stocznie kooperujące i przewożone drogą morską do montażu finalnego. Sekcje w transporcie wewnątrz zakładowym mogą być transportowane zarówno drogą lądową jak i morską. Montaż kadłuba odbywa się zazwyczaj w jednym miejscu, na pochylni, specjalnym łożu montażowym lub wewnątrz

suchego doku. Uczestniczą przy tym dźwignice o najwyższych udźwigach, rzędu setek ton (np. 1000 tonowa suwnica w stoczni Gdynia położona nad suchym dokiem i kilkoma stanowiskami montażowymi [2]). Wyróżniamy kilka sposobów wodowania:

- Po pochylni wzdłużnej (rufowe).
- Po pochylni bocznej.
- Wodowanie za pomocą doku suchego lub pływającego.
- Przeniesienie jednostki za pomocą maszyny transportowej z lądu na powierzchnię wody.
- Zsuniecie niewielkiej jednostki na wózku po pochyłej drodze (tzw. slip).

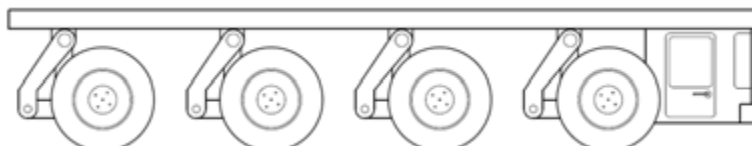
Jednostka położona na powierzchni wody może być wykańczana (założenie dodatkowego sprzętu, np. bhp, elektryka, itp.) oraz odholowany do miejsca przeznaczenia.

3. Maszyny transportowe

Ze względu na właściwości fizyczne transportowanych obiektów również środki transportu muszą posiadać odpowiednie udźwigi, a także pozwalać na transport elementów o wymiarach rzędu dziesiątek metrów. Podstawowe produkty stalowe, materiały spawalnicze, ślusarskie czy inne akcesoria produkcyjne nie wymagają od maszyn transportowych szczególnie dużej nośności, udźwigu czy powierzchni ładowni. Za te obiekty odpowiadają samochody ciężarowe, ciągniki z przyczepami i wózki widłowe (prawie wyłącznie w transporcie wewnętrznym). Istnieją jednak elementy statku o większych gabarytach. Sekcje osiągają do kilkuset ton. Drogami wodnymi, są one transportowane na specjalnych pontonach (często po kilka na raz). Bloki (zespoły sekcji) mogą być umieszczane na wodzie i holowane przez holowniki jeżeli zachowują pływalność. Sekcje o dużych gabarytach muszą też być przenoszone na większe odległości drogą lądową wewnątrz stoczni. Na tę potrzebę odpowiadają platformy samojezdne o wielu zestawach kołowych.

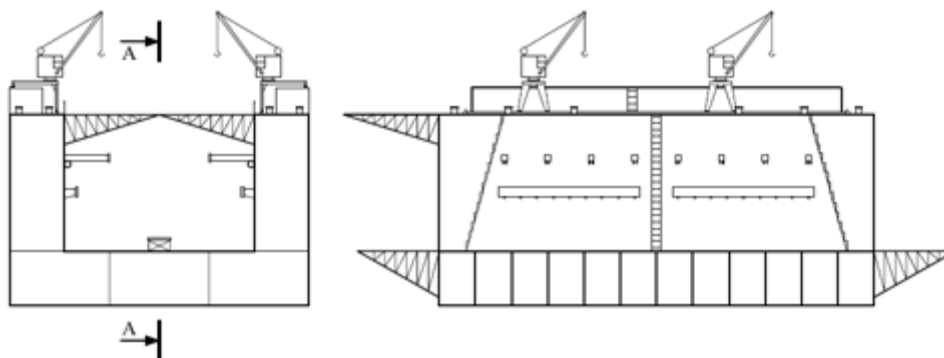
Jeżeli element o wadze kilkudziesięciu ton musi być przeniesiony na odległość pozostającą po zasięgu dźwignic w transporcie wewnętrznym; wykorzystywane są specyficzne platformy samojezdne o pneumatycznym zawieszeniu (rys. 3). Ich zastosowanie jest praktycznie wykluczone na drogach publicznych, ze względu na naciski osi na jezdnię a zazwyczaj i przez ich wielkość. Ich wymiary wahają się w zakresie 3 ÷ 20m (lub nawet

więcej). Istnieją oczywiście egzemplarze, które teoretycznie mogłyby być używane na drogach publicznych, np. platforma w stoczni Maritim (Gdańsk). Udźwigi rozpoczynają się od wielkości około 50t i przekraczają 100t. Każdy z zestawów kołowych (od czterech do kilkudziesięciu) posiada możliwość obrotu nawet w zakresie 360°. Dzięki rozłożeniu ciężaru na wiele kół podłoże może wytrzymać nacisk pojazdu i osadzonej na nim sekcji. Po za możliwością obrotu zestawów kołowych, często umieszcza się dwie kabiny dla sterowania pojazdem, które również pozwalają na zwiększenie manewrowości pojazdu.



Rys. 3 Platforma samojezdna

Często kadłub statku jest kompletowany wewnątrz suchego doku. Jest to budowla umieszczona wewnątrz nabrzeża, której dno położone jest poniżej poziomu wody. Otwarcie śluz pozwala stopniowo napełniać wnętrze doku i uniesienie jednostki będącej w jego wnętrzu. Równie użyteczną maszyną jest dok pływający (rys. 4) wykorzystywany przede wszystkim do remontów. Jest to jednostka pływająca posiadająca możliwość pływania w dwóch stanach: wynurzonym (zadokowanie), zanurzonym (wydokowanie). Jest to możliwe dzięki zbiornikom balastowym, które można napełniać i opróżniać co zmienia wyporność jednostki. Dok pływający posiada dwie baszty (lub jedną w doku asymetrycznym), między którymi można usytuować jednostkę w celu remontu lub zanurzenia nowej jednostki. Dokowanie rozpoczyna się od podania z doku na statek lin i odrzuceniu holu przez holownik, a kończy się na przyjęciu przez holownik liny i odrzuceniu lin dokowych (dok – dokowany statek) na wydokowaniu [3].



Rys. 4. Schemat doku pływającego

Do transportu w środowisku wodnym służą przede wszystkim stalowe pontony. Umieszczony na nich przedmiot musi być odpowiednio zamocowany. Ponton jest

środkiem transportu biernego. Dla jego ruchu niezbędna jest praca holownika. Do przeładunku z lądu na wodę i odwrotnie służą żurawie położone na ladzie lub pływające. Żurawie pływające same mogą posiadać na swoim pokładzie przestrzeń ładunkową. Suwnice są dźwignicami o bardzo szerokim zastosowaniu przy składowaniu materiałów i podzespołów, montażu i transporcie międzystanowiskowym w halach. Mniejsze obiekty mogą być swobodnie przemieszczane za pomocą wózków widłowych, które pracują również przy obsłudze składów zapasów, rozładunku i załadunku. Wśród żurawi szczególnie rozpowszechnione, są te z czteroprzegubowym wysięgnikiem, pozwalające przenosić obiekt po linii zbliżonej do prostej. Przy samym montażu i łączeniu sekcji wykorzystuje się ciągniki dla zbliżania oddalonych od siebie obiektów (np. zbliżanie dwóch łączonych sekcji). Ciągniki po za pracą warsztatową, są najszerszej wykorzystywaną maszyną przy transporcie produkcyjnym.

4. Wybrane problemy związane z transportem w stoczniach

Ze względu na skrajne właściwości wielu obiektów transportowanych w obrębie stoczni, a także i na zewnątrz jej obszaru działania; środki transportu muszą sprostać podwyższonym wymaganiom. Podstawowe produkty stalowe (blachy i kształtowniki), odlewy, sprzęt spawalniczy i ślusarski czy gazy techniczne nie nastroczają większych problemów w transporcie. Inaczej sprawa ma się co do sekcji, bloków i całych statków. Ich wymiary zewnętrzne zazwyczaj przekraczają możliwości dróg publicznych. Stąd proces technologiczny jest prowadzony w taki sposób by wykluczyć transport wyrobów ponad gabarytowych po drogach publicznych.

Po za masą i gabarytami transportowanych obiektów, problematyka związana jest z samą produkcją i infrastrukturą stoczni. Transport drogowy może być w wielu przypadkach zastąpiony wodnym. Szczególnie w transporcie międzyzakładowym, gdzie obiekt musi pokonać odległość rzędu kilku kilometrów. Transport wodny pozwala ominąć ruch drogowy i eliminuje jego ograniczenia. Zastosowanie odpowiedniej dźwignicy pozwala usprawnić transport międzystanowiskowy i produkcyjny. Maszyny o wysokim udźwigu, są konieczne do przenoszenia ciężkich obiektów. W przypadkach gdy wymagany jest niewielki udźwig a dostępność, taki układ jest nieefektywny.

4. 1. Problem transportu drogowego elementów o masie rzędu dziesiątek ton

W transporcie międzywydziałowym użycie dźwignic jest praktycznie wykluczone. Sekcje posiadają masę około 1t do 300t. Maszyny będące w stanie przenosić takie obiekty na lądzie to suwnice i dźwigi. Ich ruch odbywa się po prostych torach. W transporcie międzywydziałowym, praca tych dźwignic na odległości rzędu kilku kilometrów jest wykluczone. Należy użyć środka transportu drogowego. Jego udźwig i wielkość powierzchni ładowni powinna być zgodna z potrzebami stoczni.

Pojazd powinien spełniać następujące warunki:

- Posiadanie odpowiedniego udźwigu i powierzchni ładowni.
- Posiadanie otwartej przestrzeni do ładowania dla ułatwienia załadunku.
- Zachowanie stabilnego przejazdu.

Odpowiedzią na powyższe wymagania jest platforma samojezdna. Pneumatyczne zawieszenie może być regulowane w każdej chwili, co zapewnia poziom położenia przedmiotu transportu. Załadunek i rozładunek wykonywany przez dźwignice nie napotyka problemów ze strony otwartej powierzchni ładowni pojazdu. Zastosowanie pojazdu nie musi ograniczać się do transportu międzywydziałowego (np. Stocznia Gdynia). Możliwe jest także zastosowanie do transportu bliskiego między stanowiskami produkcyjnymi, gdzie wykluczone jest zastosowanie żurawia czy innej dźwignicy.

Przykładem innego zastosowania platformy samojezdnej jest komunikacja pomiędzy dwoma zakładami stoczni Crist (położenie: Port Północny, Gdańsk). Zakład produkcyjny „A” nie jest położony nad żadnym zbiornikiem wodnym. W bliskim sąsiedztwie (300m) jest położony zakład produkcyjny „B”, posiadający dostęp do basenu portowego. Wszystkie obiekty produkowane w stoczni (sekcje i statki), są holowane do klienta drogą morską. Każdy produkt zakładu „A” jest transportowany do zakładu „B”. W związku z tym maksymalne gabaryty sekcji produkowanej w zakładzie „A” jest ograniczona aktualnie wykorzystywanym zestawem członowym (25t, 3x10m). Zakład „A” produkuje niewielkie sekcje i podzespoły.

Ulica Budowniczych portu północnego jest położona wewnątrz obszaru przemysłowego. Przejazd większego pojazdu w żaden sposób nie zakłuci ruchu miejskiego. Zastosowanie platformy samojezdnej pozwoli zniwelować ograniczenia dla elementów statku produkowanych w zakładzie „A”.

4. 2. Przeniesienie transportu międzyzakładowego ze środowiska lądowego na wodne

W przypadku gdy zakłady produkcyjne posiadają dostęp do tego samego zbiornika wodnego lub do połączonych ze sobą kanałami czy innymi basenami portowymi, mogą one korzystać z transportu wodnego. Jest to stan pozwalający na zastosowanie środków transportu wodnego w transporcie międzyzakładowym. Transport drogowy wokół obszaru portowego na przykładzie miasta Gdańsk:

- Czas przejazdu porównywalny z transportem wodnym w przypadku przejazdu przez śródmieście.
- Ograniczenia masy i gabarytów towaru.

Zalety transportu drogowego to:

- Krótszy czas przejazdu po za śródmieściem.
- Dostęp do punktów nie posiadających dostępu do wody (np. hurtownie, odlewnia, itp.).

Transport wodny można wykorzystać wyłącznie pomiędzy punktami posiadającymi dostęp do wody. Transport sekcji między zakładami powinien być zatem wykonywany przy pomocy środków transportu wodnego. Jeżeli stocznia nie posiada własnych pontonów (np. do niedawna stocznia Crist), musi owe wypożyczać. W związku z tym jest ograniczona dostępnością tych środków. Rozwiązaniem jest oczywiście budowa lub kupno własnego pontonu i holownika.

W przypadku zaistnienia potrzeby transportu sekcji między punktami posiadającymi dostęp do wody, można wykorzystać środki bierne (pontony) i czynne (holowniki). Gdy właściwości przedmiotu przekraczają możliwości infrastruktury i środków transportu lądowego, konieczne jest przeniesienie działań transportowych w środowisko wodne.

4. 3. Obsługa transportu produkcyjnego na pochylni rufowej

Pochylnie rufowe są otoczone z obu stron nabrzeżem. To samo dotyczy suchych doków i ciągów stanowisk produkcyjnych. Każde stanowisko produkcyjne w stoczniach potrzebuje pomocy ze strony maszyny transportowej. Na pochylni łączy się sekcje statku w jeden kadłub. Po za tym wykonuje się szereg działań produkcyjnych, w których niezbędne jest działanie związane z przenoszeniem, zmianą pozycji lub utrzymaniem w niezmięnionej pozycji elementów na czas montażu.

W stoczni Gdańsk, działania te są wykonywane przez żuraw z wysięgnikiem czteroprzegubowym o udźwigu 150t. Żuraw ten jednocześnie obsługuje pochylnię i kilka stanowisk produkcyjnych, w tym jedno duże łożo na statek do 60m długości. W większości przypadków udźwig tej maszyny nie jest wykorzystywany. Oczywiście duży udźwig nie jest wadą. W tym jednak przypadku maszyna nie jest w stanie obsłużyć w odpowiednim czasie wszystkich oczekujących stanowisk.

Rozwiązaniem może być zastosowanie suwnicy lub suwnic bramowych położonych na dwóch torach po każdej ze stron pochylni. Suwnice te wspomagałyby działania produkcyjne, które nie wymagają udźwigu przekraczającego 10t. Taki też udźwig można założyć dla projektu. Większe znaczenie ma dostępność maszyny transportowej niż jej udźwig. Dla tego nie wyklucza się wykorzystania więcej niż jednej suwnicy. W rzadkich lecz istotnych momentach łączenia sekcji w kadłub, praca istniejącego żurawia byłaby nadal niezbędna. Podobny układ można założyć dla mniejszych stanowisk. Suwnice położone nad łożami nie są niczym nadzwyczajnym. Takie rozwiązania zastosowano w stoczni Gdynia czy Maritim Shipyard (położona w Gdańsku).

LITERATURA

1. Piątkiewicz A., Sobolski R.: *Dźwignice tom I*. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, wyd. 3, Warszawa, 1977r.
2. Wikowski J.: *Kartka z kalendarza 28.01.2002*. Wiadomości stoczniowe, Nr. 1-2 (96-97) 2007r.
3. *Instrukcja dokowania statków*. Edycja 2, Gdańska Stocznia Remontowa, 1999r.

Adam Świeca, prof. dr hab. Aleksander Sładkowski
Katedra Logistyki i Transportu Przemysłowego
Wydział Transportu Politechniki Śląskiej

Problemy transportu przemysłowego w stoczniach

Stocznia jest charakterystycznym przedsiębiorstwem przemysłowym, w którym transport odgrywa olbrzymią rolę. Składają się na niego działania związane z przeładunkiem, transportem międzywydziałowym, produkcyjnym, na lądzie i wodzie, ciężkich stalowych elementów.

Transport w stoczniach jest obecny w wielu punktach procesów produkcyjnych. Poza transportem drogowym przy wykorzystaniu wózków widłowych, samochodów ciężarowych, itp., występują też działania charakterystyczne wyłącznie dla stoczni. Właściwości transportowanych materiałów warunkują wymagania dla maszyn i urządzeń. Sekcje, czyli elementy kadłuba, często swoimi gabarytami przekraczają możliwości standardowych zestawów członowych. W takim przypadku, w transporcie drogowym, na terenie stoczni wykorzystywane są charakterystyczne platformy samojezdne. Są to pojazdy posiadające od czterech do kilkudziesięciu zestawów kół osadzonych na pneumatycznym zawieszeniu. Posiadają udźwig pozwalający na uniesienie nawet najcięższych produkowanych elementów. Często spotykanymi dźwignicami, są żurawie. Zarówno zamontowane lub poruszające się na lądzie jak i pływające. Istnieją działania transportowe występujące wyłącznie w stoczniach, tj. wodowanie wzdłużne, boczne, przez dokowanie.

Budowane i remontowane statki oraz sekcje ich kadłubów ze względu na swoje właściwości fizyczne stwarzają problemy przy ich transporcie. Na podstawie analizy jednej ze stoczni położonych w okolicach miasta Gdańsk, przedstawiono problemy związane z transportem. Gabaryty obiektów często nie pozwalają na transport po drogach publicznych. Należy wykorzystać możliwości transportu wodnego. Zestawy członowe nie mają nieograniczonych możliwości pod kątem udźwigu. Jeżeli transport odbywa się na niewielkich dystansach po drogach przemysłowych, możliwe jest wykorzystanie platform samojezdnych o większych możliwościach.