

SANECKI Henryk¹
WALCZAK Sławomir²

System bimodalny ze specjalną platformą manewrową ułatwiającą włączanie naczep samochodowych w skład pociągu

WSTĘP

Jednym z argumentów przemawiających za rozbudową infrastruktury drogowej jest zwiększenie tranzytu w transporcie towarowym, [4]. Jednak niekoniecznie musi się on odbywać po drogach. Zwłaszcza, że zamiana transportu drogowego na szynowy zmniejsza straty energii, koszty, hałas a także zmniejsza zagrożenie wypadkami i minimalizuje problemy ekologiczne.

Praca dotyczy systemu bimodalnego, którego działanie opiera się na łączeniu naczep samochodowych za pomocą specjalnych wózków-adapterów w pociągi towarowe. Pociągi zastępują i odciążają transport drogowy, ale do ich prawidłowego funkcjonowania potrzebne są specjalnie wyposażone przeładunkowe terminale drogowo-szynowe. System bimodalny funkcjonuje w niektórych krajach europejskich a w Polsce, w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu, powstał unikalny projekt zbadany teoretycznie i doświadczalnie, [1], [2], [3], [7]. Niestety, wdrożenie systemu napotkało na dużą niechęć m.in. ze strony samochodowych firm transportowych, które jako wadę systemu widzą m.in. jego nieprzystosowanie do wymagań związanych z różnorodnością i długością tras ruchu logistycznego.

W celu uelastyczenia systemu autorzy proponują zastosowanie specjalnie zaprojektowanej platformy manewrowej ułatwiającej włączanie (i wyłączenie) naczep bimodalnych w praktycznie dowolne miejsce składu pociągu. Takie rozwiązanie może spowodować zwiększenie atrakcyjności transportu bimodalnego, bo można z niego skorzystać nie tylko na początku czy na końcu trasy kolejowej, ale również w jej kilku innych miejscach pośrednich. Wynika to ze stosunkowo mało kosztownej modernizacji stacji kolejowych, polegającej na wydzieleniu obok torów niewielkiej powierzchni na ustawienie stanowiska dla platformy oraz na przystosowanie części torów przyległej do tego stanowiska.

1. ORGANIZACJA RUCHU BIMODALNEGO

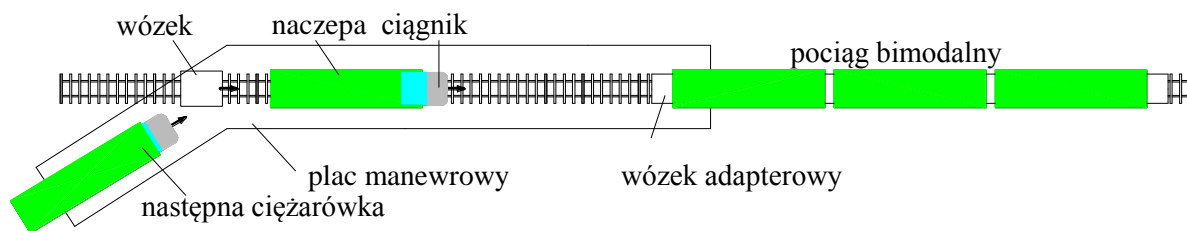
Charakterystyczną cechą transportu bimodalnego jest przewóz samych naczep samochodowych. Pojazdy przyjeżdżają na wyznaczony parking, gdzie następuje segregacja naczep w zależności od ich wytrzymałości i przydzielenie im odpowiedniego miejsca w składzie pociągu. Wybór miejsca odbywa się za pomocą systemu komputerowego na podstawie wytrzymałości struktury nośnej naczepy, określonej na podstawie certyfikatu ([7]). Dzięki temu naczepa zostanie umieszczona w miejscu składu, w którym (po posadzeniu na wózkach-adapterach) będzie przenosiła obciążenia nieprzekraczające wartości wyznaczonych w certyfikacie. W przypadku niespełnienia ww. warunków naczepa, a co gorsze cały pociąg, może ulec zniszczeniu.

Na rysunku 1 przedstawiono sposób zestawiania typowego pociągu bimodalnego, co opisano np. w [1], [3] i [6]. W tej metodzie zakłada się, że dowolna naczepa może być przyłączana do końca składu pociągu jedna po drugiej wg kolejności przypisanej przez system komputerowy. Możliwe jest też wprzęgnięcie jednostki do wnętrza składu, ale na pewno wiązałoby się to z dużą czasochłonnością i trudnościami w manewrowaniu poszczególnymi częściami pociągu.

Przykładowe rozwiązania innych systemów intermodalnych opisano w literaturze technicznej a raporty [5], [8] i [9] zawierają opisy badań niektórych z nich. Systemy umożliwiające dowolną kolejność wpinania jednostek ładunkowych w skład pociągu opisano poniżej.

¹ Instytut Konstrukcji Maszyn, Politechnika Krakowska

² Instytut Kolejnictwa w Warszawie



Rys. 1. Włączenie naczepy w pociąg bimodalny za pomocą wózków adapterowych

Pierwszy przykład takiego rozwiązania polega na zastosowaniu suwnicy bramowej. Ciężki pojazd drogowy wjeżdża na specjalny podjazd i zatrzymuje się. Dalej następuje odczepienie kontenera. Suwnica unosi ładunek oraz przenosi i umiejscawia go na wagonie-platformie, natomiast platforma samochodowa lub sam ciągnik siodłowy opuszcza stanowisko. Kontener zostaje przymocowany do wagonu i jest gotowy do transportu kolejowego. Ten środek transportu bliskiego (suwnica) może służyć również do wpinania naczep z samonośnymi ramami w dowolne miejsce składu pociągu bimodalnego, ale ustawienie położenia suwnicy względem pociągu musi być uzyskane metodą uciążliwego manewrowania całym składem.

W innym przykładzie do przeladunku może zostać zastosowana zarówno suwnica jak i dźwig przemieszczające się wzdłuż toru. Urządzenie musi być zainstalowane na dodatkowych zewnętrznych szynach o długości dostosowanej do wymaganej długości składu pociągu, co umożliwi ruch suwnicy zarówno w osi y (w poprzek) jak i wzdłuż osi x , czyli wzdłuż torów. Taki system pozwala na dobre działanie systemu przy założeniu dowolnej kolejności przybycia ładunków. Wadą tego rozwiązania są duże koszty urządzeń dźwigowych oraz koszty związane z budową specjalnych torów.

Wszystkie opisane powyżej rozwiązania nie pozwalają na uzyskanie dobrego działania i elastyczności systemu, co zniechęca potencjalnych użytkowników do wspierania budowy systemów transportu bimodalnego.

Możliwe jest zastosowanie innych urządzeń i sposobów przeladunkowych, np. specjalnych platform manewrowych, które są obiektem badań opisanych w niniejszej pracy.

Dzięki mobilności platformy oraz wykorzystaniu wózków jezdnych wyposażonych w adaptory, terminal rozładunkowo-załadunkowy może być stosunkowo niewielki w porównaniu z innymi terminalami i co najważniejsze umożliwia włączanie naczep praktycznie w dowolne miejsce pociągu bimodalnego. Stwarza to możliwość utworzenia większej liczby stacji kolejowych obsługujących system również pośrodku trasy bimodalnej. Z pewnością zwiększy to elastyczność systemu i zachęci użytkowników ciężkich pojazdów drogowych do włączenia się w ten projekt.

Na zakończenie tego rozdziału należy podkreślić, że opisane procedury mogą być podstawą do budowy schematów przewozów towarowych w systemie bimodalnym. Schematy te opisują organizację terminala i całego procesu przewozowego z punktu widzenia kierownictwa systemu, jak i z punktu widzenia indywidualnego przewoźnika. Schematy mogą posłużyć do budowy algorytmu obsługi użytkowników systemu przez dany terminal, a także do budowy oprogramowania komputerowego symulującego poszczególne zdarzenia i czynności. W tym zakresie istnieją gotowe narzędzia takie, jak np. grafy ze stochastycznym modelowaniem zdarzeń lub sieci neuronowe.

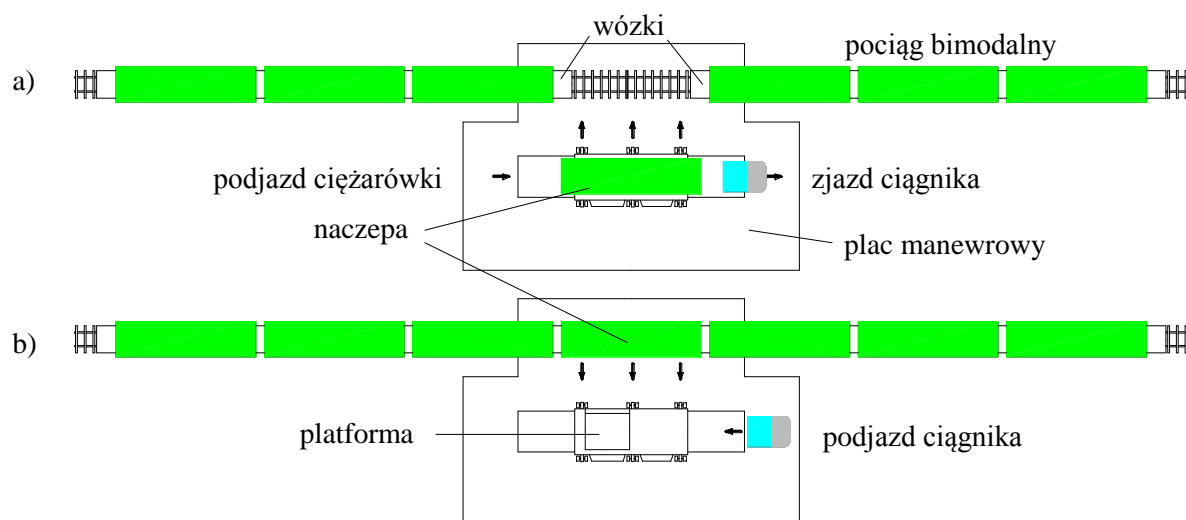
2. ORGANIZACJA RUCHU Z ZASTOSOWANIEM PLATFORMY MANEWROWEJ

Proces włączania (załadunku) i wyłączenia (rozładunku) naczepy ze składu pociągu bimodalnego za pomocą platformy manewrowej można podzielić na kilka etapów, rysunek 2. Włączanie rozpoczyna się od podjazdu ciężarówki do pochylni ustawionej przed platformą i wjechaniu na nią. Następnie ciągnik ciężarówki odłączany jest od naczepy pozostawiając ją w odpowiednim miejscu na platformie. Ciągnik opuszcza platformę i zostaje ustawiony w przewidzianym dla niego miejscu terminala. Platforma z naczepą przewożona jest w kierunku pociągu a operator platformy ustawia ją

tak, aby znajdowała się w odpowiedniej pozycji względem wózków. W tym celu tzw. ruchoma podłoga platformy jest unoszona w górę lub opuszczana w dół tak, aby zachowany był odpowiedni poziom naczepy względem wózków. Dalej następuje wprzęgnięcie naczepy w skład pociągu bimodalnego. Gdy platforma jest już zwolniona z obciążenia naczepy, wtedy wyjeżdża spod niej i kierowana jest z powrotem do pozycji wyjściowej, czyli pomiędzy pochylnię najazdową i zjazdową.

Podczas wyłączenia naczepy ze składu pociągu platforma manewrowa opuszcza swoje stanowisko i wjeżdża pod koła naczepy. Operator platformy dba o to, aby koła naczepy znalazły się w odpowiednim miejscu na platformie. Następnie unosi ruchomą podłogę w taki sposób, aby koła opierały się na jej powierzchni. Jednocześnie zmieniana jest wysokość stopy naczepy również w celu jej oparcia na platformie. Po wykonaniu tych operacji naczepa może zostać wyprzęgnięta z wózków i ze składu pociągu. Platforma wraz z załadowaną naczepą wyjeżdża ze składu i kieruje się w wyznaczone miejsce pomiędzy pochylnie. Dalej następuje obniżenie ruchomej podłogi wraz z nogą naczepy aż do zrównania się poziomu części ruchomej i nieruchomej platformy. Kierowca ciągnika ciężarówki wjeżdża na platformę tyłem po pochylni i łączy go z naczepą. Na koniec ciężarówka zjeżdża z platformy i jest gotowa do jazdy w ramach transportu drogowego.

W zależności od zapotrzebowania logistycznego proces można powtarzać wielokrotnie lub można terminal wyposażyć w większą liczbę platform. Pewnym ograniczeniem systemu jest konieczność wydzielenia na terenie terminala specjalnego placu manewrowego. Teren ten musi posiadać gładką i równą powierzchnię szczególnie w pobliżu torów. Powierzchnia w otoczeniu torów powinna być zrównana z główkami szyn.



Rys. 2. Włączanie (załadunek) (a) i wyłączanie (rozładunek) (b) naczepy ze składu pociągu bimodalnego za pomocą platformy manewrowej

3. PROJEKT SAMOJEZDNEJ PLATFORMY MANEWRWEJ

Platforma manewrowa 1 wraz z podjazdem 2, zjazdem 3 i umieszczoną na niej standardową naczepą samochodową 4 została zaprezentowana schematycznie na rysunku 3.

Przystosowana jest ona do włączania i wyłączania naczepy samochodowej ze składu pociągu bimodalnego. Włączanie rozpoczyna się od ustawienia platformy na płaskim terenie pomiędzy specjalnymi pochylniami 2 i 3. Pojazd samochodowy ustawia się w odpowiednio oznaczonym miejscu platformy tak aby trzy zestawy kołowe naczepy 5 znalazły się na przystosowanej do unoszenia lub opuszczania podłodze 6. Teleskopowa noga naczepy 7 powinna być postawiona na zaznaczonym miejscu ostoi 8 odpowiednio wzmocnionym od spodu. Ta część ostoi jest połączona sztywno z ramą platformy, jest wzmocniona podłużnymi i poprzecznymi belkami i pokryta blachą w celu umożliwienia przejazdu ciężarówki podczas załadunku i rozładunku.

Podczas najazdu ciężarówki podłoga ruchoma 6 musi być ustawiona tak, aby wraz z ostoją stanowiła jedną płaską powierzchnię. Etap włączania naczepy w skład pociągu rozpoczyna się od

uniesienia ruchomej podłogi o kilka centymetrów w górę. W tę czynność zaangażowany jest zestaw podnośników platformy a także siłownik nogi 7 naczepy. Następnie operator uruchamia napęd jazdy i kierowania platformą w celu podjechania z załadowaną na nią naczepą na stanowisko montażowe w składzie pociągu bimodalnego. Dalszą czynnością jest dostosowanie położenia naczepy względem wózków. Do tego celu służy układ siłowników (rysunek 4), który umożliwia precyzyjne uniesienie lub opuszczenie naczepy tak, aby dało się wprzęgnąć i zawiesić naczepę pomiędzy dwoma wózkami pociągu. Po zawieszeniu naczepy platforma obniża ruchomą podłogę, tak aby uniknąć kontaktu z kołami, i wyjeżdża z powrotem na stanowisko załadunkowe. Podczas jazdy podłoga 6 może być znowu podniesiona. Wyłączanie naczepy samochodowej ze składu pociągu bimodalnego odbywa się analogicznie, aczkolwiek w odwrotnej kolejności.

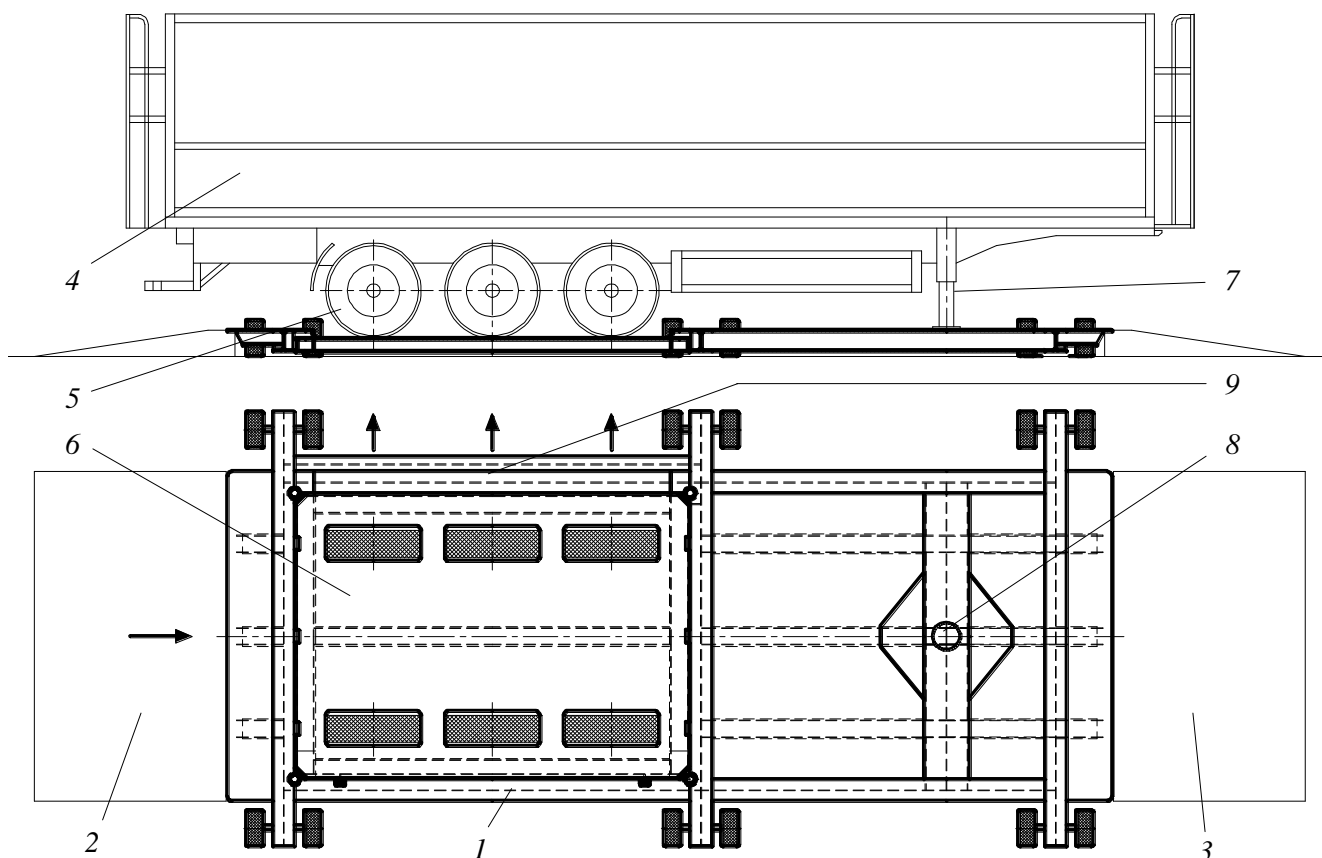
Projekt techniczny platformy musi spełnić wiele wymagań. Wynikają one przede wszystkim z ograniczonej przestrzeni dostępnej podczas włączania i wyłączania naczepy bimodalnej ze składu pociągu. Prawdopodobnie zamontowana naczepa względem wózków charakteryzuje się stosunkowo małym prześwitem pomiędzy kołami a torami. Wynosi on zaledwie nieco ponad 200 mm. Ograniczona wysokość ostoi platformy jest przyczyną utrudnień w zaprojektowaniu układu siłowników podnoszących ruchomą część platformy (podest ze spoczywającymi na nim kołami naczepy). Inną trudnością jest uzyskanie wystarczającej wytrzymałości nośnych elementów konstrukcyjnych urządzenia, zwłaszcza podłużnicy 9 stanowiącej próg dla przemieszczającego się względem niego podwozia naczepy. Ze względu na obniżoną wysokość podłużnica ta musi być wykonana inaczej niż podłużnica leżąca po drugiej stronie pojazdu.

Odrębnym problemem jest sterowanie oraz zasilanie napędu jazdy i kierowania oraz zasilanie układu siłowników. Proponuje się obsługę platformy zestawem akumulatorów albo – ze względu na krótkodystansowe odcinki przejazdów – nawet zasilanie metodą „na uwięzi” prądem z sieci elektroenergetycznej.

Na rysunku 4 przedstawiono fragment platformy manewrowej w widoku z góry. Ostoja 1 ma na końcach przyspawane płyty najazdowe 2 współpracujące bezpośrednio z zewnętrznymi pochylniami umożliwiającymi wjazd i zjazd ciężarówki. Istotnymi częściami platformy są koła jezdne 3 wymagające odpowiedniego napędu i sterowania. Podłoga 4 wraz z naczepą (widoczne jest jej jedno koło 5) jest unoszona lub obniżana za pomocą przekładni zębatkowej 6 lub podnośnika teleskopowego 7. Pionowy ruch podłogi jest utrzymany dzięki zastosowaniu prowadnic 8. Przekroje A-A, B-B, C-C pokazujące koncepcję działania ww. zespołów zamieszczono na następnym rysunku 5.

Zgodnie z rysunkiem 4 zestaw podnoszący podłogę składa się z:

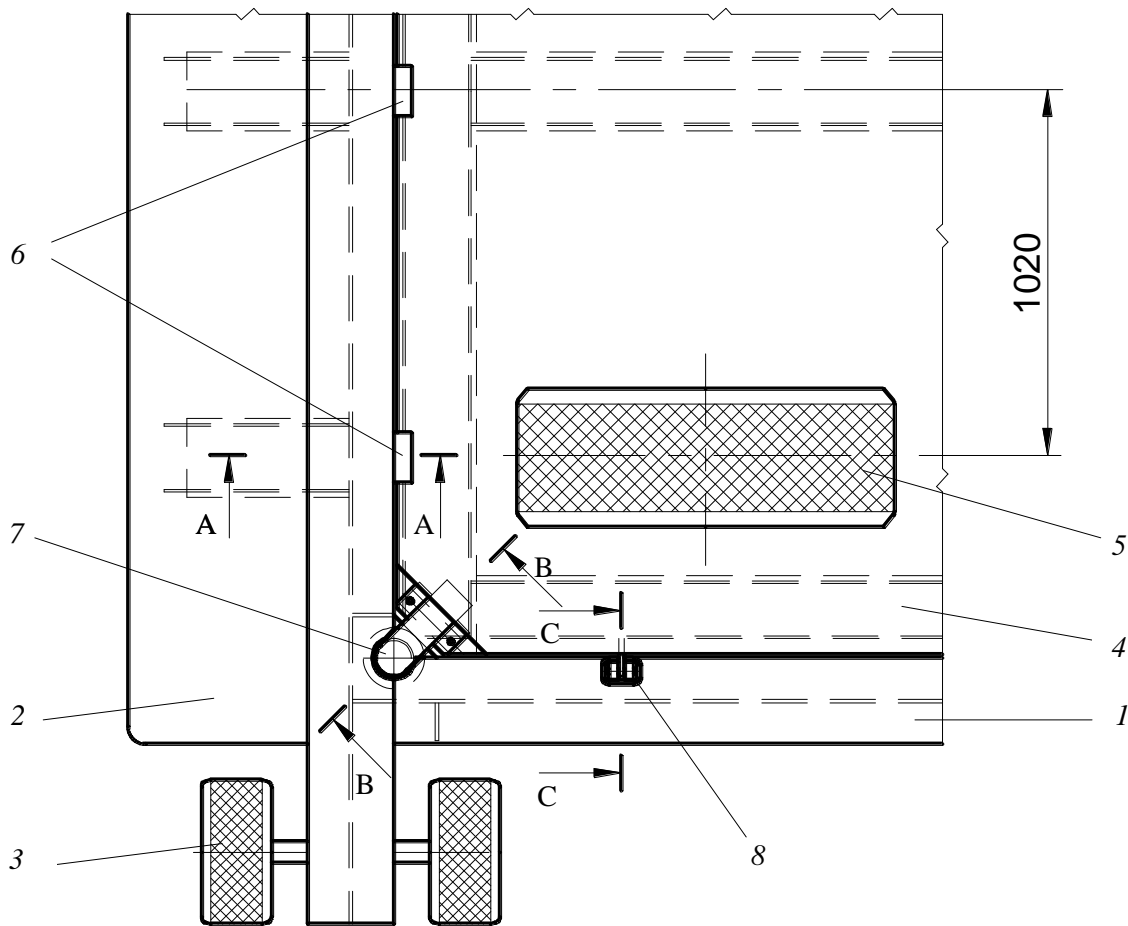
- sześciu przekładni zębatkowych 6 umieszczonych po trzy na przeciwległych poprzecznicach ostoi
- czterech hydraulicznych trzystopniowych podnośników teleskopowych jednostronnego działania 7 umieszczonych w narożach ruchomej podłogi
- dwu prowadnic rolkowych 8 umieszczonych po przeciwnej stronie niż próg (widoczny na rysunku 3, poz. 9) na ostojnicy platformy.



Rys. 3. Samojezdna platforma manewrowa 1 wraz ze standardową naczepą samochodową 4; 2,3 – podjazd i zjazd

Jeśli podłoga znajduje się w położeniu dolnym, co pokazuje przekrój A-A na rysunku 5, wtedy uruchomione są przekładnie zębatkowe. Składają się one z wałów z kołami zębatymi 9 (o module równym 7 mm) oraz z zębatek 10 zamocowanych względem belek obwodzinowych ruchomej podłogi. Ze względu na bardzo ograniczoną przestrzeń mogą one podnosić podłogę z pozycji I jedynie do pozycji II. Wystarczy to jednak na łagodny przejazd naczepy wraz z ciągnikiem po poprzecznicach i po podłodze. Elementy składowe przekładni zębatkowej znajdują się całkowicie pod górną powierzchnią platformy.

Jednocześnie, potrzebna jest synchronizacja ruchu zębatek z ruchem elementów składowych podnośników teleskopowych. Ich trzy charakterystyczne położenia pokazuje przekrój B-B na rysunku 5. Oprócz siłowników 11 muszą być zastosowane specjalne dźwignie 12 przekazujące siłę z podnośników do narożników podłogi. W tym celu dźwignie muszą być zablokowane przez kliny 13 sterowane odrębnymi siłownikami hydraulicznymi. Na dźwignie działają duże siły zginające oraz duże naciski powierzchniowe w połączeniu sworzniowym. Z tego powodu sworznie muszą mieć stosunkowo dużą średnicę (nawet 50 mm) oraz powinny być wykonane z materiału o dużej wytrzymałości na zginanie. W położeniu I, gdy obciążenie przenoszone jest przez mechanizm zapadkowy, podnośnik hydrauliczny pozostaje „na luzie” a dźwignia 12 jest obrócona do położenia pionowego tak, aby mogła się zmieścić pod powierzchnią podłogi. W położeniu II dźwignia przygotowana jest do właściwej współpracy z podnośnikiem a jej końcowa część wystaje nieco ponad powierzchnię podłogi. Jednak ze względu na jej łagodnie zaokrąglony kształt oraz miejsce odległe od toru jazdy kół naczepy (rysunek 3 i 4) nie stanowi to istotnej przeszkody dla przejazdu naczepy wraz z ciągnikiem po podłodze. Etap właściwej pracy podnośników pokazuje pozycja III na przekroju B-B rysunku 5. Przełączenie dźwigni 12 do położenia właściwego dla danej pozycji podłogi (I, II lub III) odbywa się również za pomocą sterowania hydraulicznego. Synchronizacja zachowania się elementów systemu odbywa się z zastosowaniem odpowiedniego programu komputerowego.

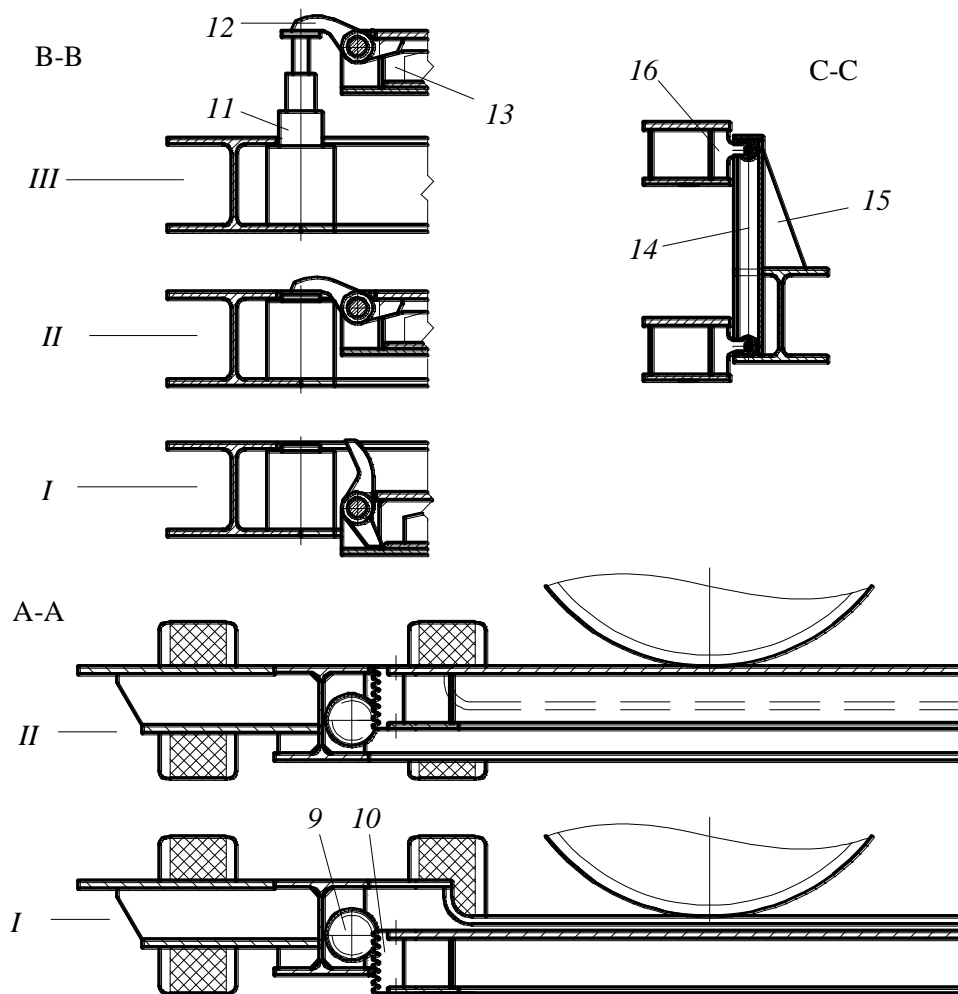


Rys. 4. Fragment platformy manewrowej; 1 – ostoja, 2 – płyta najazdowa, 3 – koła jezdne, 4 – podłoga unoszona, 5 – jedno z kół naczepy, 6 – przekładnia zębatkowa, 7 – podnośnik teleskopowy; przekroje A-A, B-B i C-C pokazano na następnym rysunku

Aby zachować ruch pionowy podłogi bez przemieszczeń w kierunku poprzecznym zastosowano dwie prowadnice rolkowe przedstawione na przekroju C-C rysunku 5. Pojedyncza prowadnica 14 stanowi belkę wspornikową wystającą stosunkowo wysoko ponad belką podłużną ostoji. W miarę możliwości przekrój poprzeczny prowadnicy powinien mieć duże wymiary tak, aby ta belka mogła być odporna na obciążenia poziome zginające. Dlatego też dodatkowo zastosowano wzmocnienie prowadnic trójkątnymi żebrami 15. Jako rolki 16 proponuje się zastosować gotowe zestawy rolkowe oferowane przez producentów łożysk. W konstrukcji układu prowadnic przedstawionych na rysunku 5 korzystny jest fakt, że brak jest ograniczeń wymiarowych od tej strony ostoji. Analogiczne prowadnice na pozostałych bokach podłogi nie są możliwe. Ich rolę muszą pełnić podnośniki hydrauliczne odpowiednio zamocowane względem ostoji.

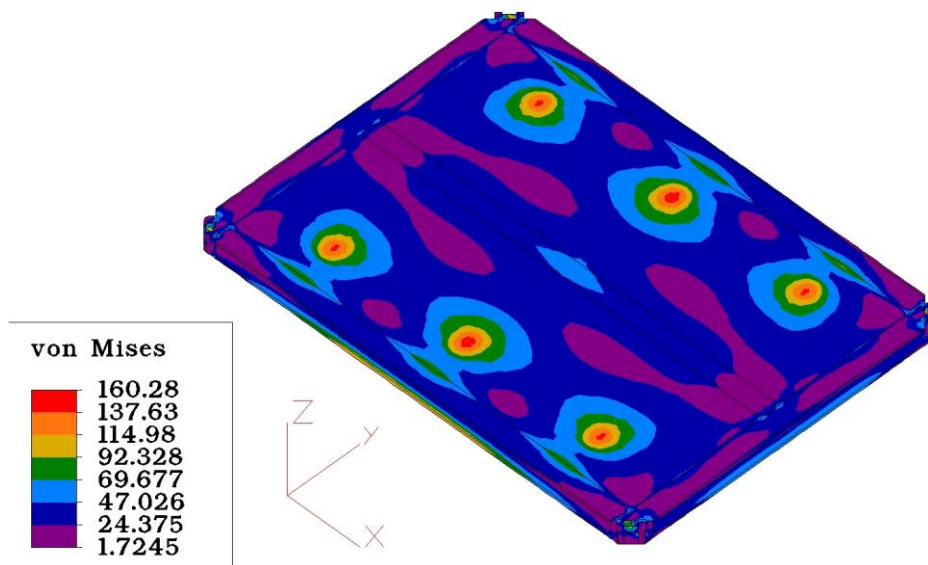
Należy podkreślić, że zastosowane rozwiązanie układu podnoszenia ruchomej podłogi jest wynikiem końcowym wybranym spośród wielu różnych koncepcji. W większości przypadków ich zastosowanie było niemożliwe ze względu na silne ograniczenia wymiarowe.

Podnoszenie i opuszczanie naczepy może być utrudnione przez konieczność równoczesnego sterowania podłogą i teleskopową nogą naczepy. Problem ten może być rozwiązany przez zastosowanie drugiego układu podnośników do unoszenia dodatkowej ruchomej podłogi znajdującej się bezpośrednio pod nogą. Jej konstrukcja jest łatwiejsza do zrealizowania, ponieważ w tym miejscu obciążenie jest znacznie mniejsze oraz mniejszy jest obszar podłogi potrzebny do podparcia nogi naczepy.



Rys. 5. Fragment platformy manewrowej: przekrój A-A – fazy działania podnośnika z przekładnią zębatkową, B-B – fazy działania podnośnika teleskopowego, C-C – prowadnica rolkowa

Duże obciążenia oraz ograniczenia wymiarowe powodują, że w niektórych elementach konstrukcyjnych platformy powstają koncentracje naprężeń a także duże ugięcia. W związku z tym m.in. na elementach konstrukcyjnych ruchomej podłogi przeprowadzono badania zmierzające do zmniejszenia naprężeń przy jednoczesnym zachowaniu jak najmniejszego ciężaru. Otrzymano wymiary i postać konstrukcyjną wybraną spośród wielu różnych wersji tego zespołu. Na rysunku 6 przedstawiono wyniki analizy numerycznej z zastosowaniem MES dla ruchomej podłogi obciążonej 6 kołami samochodowymi oraz podpartej w 4 narożach na podnośnikach hydraulicznych. Maksymalne naprężenia zastępcze występują w miejscu nacisku kół samochodowych i wynoszą około 160 MPa. W elementach belek podłużnych wzmacniających podłogę, naprężenia te są mniejsze. Zbadano również podparcie podłogi na 6 zębatkach, co okazało się jeszcze mniej groźne z punktu widzenia rozkładu naprężeń w nośnych elementach konstrukcyjnych ruchomej podłogi.



Rys. 6. Wyniki obliczeń z zastosowaniem MES dotyczące ruchomej podłogi platformy; maksymalne naprężenia zastępcze wynoszą około 160 MPa

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Powyższa praca dotyczy wykonania projektu platformy mobilnej służącej do załączania i rozłączania naczepy bimodalnej w skład pociągu. System bimodalny charakteryzuje się tym, że dzięki wykorzystaniu tzw. adapterowych wózków jezdnych można zaoszczędzić dużo miejsca w składzie pociągu i, co za tym idzie, można transportować większą liczbę naczep i towaru przy zachowaniu podobnych parametrów składu. Przedstawiono także inne alternatywne rozwiązania dotyczące optymalnego przeładunku w transporcie bimodalnym oraz zwrócono uwagę na główne problemy pojawiające się przy włączaniu i wyłączaniu naczep ze składu.

Wykonanie projektu zostało poparte obliczeniami wytrzymałościowymi platformy. Głównym celem obliczeń było wskazanie obszarów konstrukcyjnych platformy narażonych na zwiększone naprężenia zginające, a w przypadku ich przekroczenia, optymalizacje konstrukcji. Celem pracy jest zwrócenie uwagi na problemy pojawiające się przy załączaniu naczepy oraz alternatywne rozwiązanie systemu umożliwiające bardziej optymalny proces transportu.

W kontekście powyższej analizy można zauważyć zalety oraz wady, jakie wynikają z wprowadzenia projektu. Niewątpliwie wadą jest konieczna współpraca operatora platformy z maszynistą podczas załączania i rozłączania naczepy w skład. Kolejną wadą jest konieczność ingerencji w infrastrukturę terminalu. Szyny jezdne powinny znajdować się na wysokości podłoża terminala, ale tradycyjny system również wymaga specjalnego placu z gładką powierzchnią na torach.

Zaletą systemu jest otrzymanie dostępności do konkretnej naczepy zwłaszcza na stacjach znajdujących się pośrodku trasy kolejowej. Sama platforma nie zajmuje dużo miejsca oraz może stanowić tańszą alternatywę niż w przypadku wykorzystania suwnic.

W dalszych pracach nad projektem planuje się przeprowadzenie bardziej szczegółowych obliczeń wytrzymałościowych dla samej konstrukcji nośnej jak i podzespołów związanych z siłownikami i napędem ze szczególnym zwróceniem uwagi na zmniejszenie masy konstrukcji.

Streszczenie

Praca dotyczy systemu bimodalnego, którego działanie opiera się na łączeniu naczep samochodowych za pomocą specjalnych wózków-adapterów w pociągi towarowe. Pociągi zastępują i odciążają transport drogowy, ale do jego prawidłowego funkcjonowania potrzebne są specjalnie wyposażone terminale drogowo-szynowe. System bimodalny funkcjonuje w niektórych krajach europejskich a w Polsce, w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu, powstał unikalny projekt zbadany teoretycznie i doświadczalnie. Niestety, wdrożenie systemu napotkało na dużą niechęć m.in. ze strony samochodowych firm transportowych, które jako wadę systemu widzą jego nieprzystosowanie do wymagań związanych z różnorodnością i długością tras ruchu

logistycznego. W celu uelastycznienia systemu autorzy proponują zastosowanie specjalnie zaprojektowanej platformy manewrowej ułatwiającej włączanie (i wyłączanie) nacze**p** bimodalnych w praktycznie dowolne miejsce składu pociągu. Takie rozwiązanie może spowodować zwiększenie atrakcyjności transportu bimodalnego, bo można z niego skorzystać nie tylko na początku czy na końcu trasy kolejowej, ale również w jej kilku innych miejscach pośrednich.

W pracy przedstawiono projekt logistyczny działania proponowanego systemu oraz projekt techniczny platformy. Opisano jej budowę i działanie oraz trudności pojawiające się przy konstruowaniu takiego urządzenia. Wynikają one z ograniczeń związanych z parametrami technicznymi składu kolejowego oraz z wymiarami typowych nacze**p** samochodowych, pod którymi musi zmieścić się platforma manewrowa. Ograniczenia te narzucają minimalizację wymiarów elementów konstrukcyjnych oraz konieczność zastosowania dokładnych obliczeń wytrzymałościowych z zastosowaniem metody elementów skończonych.

Bimodal system with a special platform for easy manoeuvring of semi-trailers during inclusion into train

Abstract

Paper concerns the bimodal system that is based on a method of connecting together semi-trailers and special bogies-adapters and linking them into a freight train. The rail transport replaces and relieves the road traffic, but special equipped rail and road terminals are necessary for its proper functioning. The bimodal system operates in some European countries - and is planned also in Poland, where in the Institute of Rail Vehicles TABOR in Poznan an unique project was created and was examined theoretically and experimentally. Unfortunately, the implementation of the system encountered a strong reluctance from the road transport companies and others. They point out disadvantages of the system, its unsuitability to the requirements of the diversity and length of routes of logistics traffic.

In order to make the system more flexible the authors propose the use of a special platform, which is designed in such a way that it facilitates the maneuverability, i.e. inclusion or exclusion the semi-trailer practically anywhere in (or of) the train set. Such a solution may increase the attractiveness of the bimodal transport, because it can be used not only at the beginning or at the end of the railway route, but also in its other places in between.

The paper presents the logistical aspects of the proposed system and the technical design of the platform. Construction of this vehicle, its operation as well as problems appearing during the design of the structure were described. They resulted from the limitations of the parameters of such railway transport and also from the limitations of some dimensions of the typical semi-trailer which the platform has to fit under. These restrictions lead to minimization of the dimensions of the components and the need for accurate strength calculations using finite element method.

BIBLIOGRAFIA

1. Marciniak Z., Medwid M., Pojazdy szynowo-drogowe, ISBN 83-87350-08-7, Poznań 1999.
2. Matej J., Piotrowski J., Wojtyra M. and Frączek J., Modelling and safety examination of the long bimodal train on curved track using ADAMS/RAIL, Proceedings of the 1st MSC.ADAMS European User Conference, Londyn, U.K., November, 2002.
3. Medwid M., Polski system transportu kolejowo-drogowego [bimodalnego] typu "TABOR", ISBN: 83-87350-44-3, Poznań 2006.
4. Tułeczki A., Struktura krajowego parku wagonów towarowych w aspekcie współczesnych rynków transportowych, XII KONFERENCJA NAUKOWA „POJAZDY SZYNOWE”, Poznań – Rydzyna 21–24.10.1996.
5. Walczak S., Sanecki H. i inni, Badania zmodernizowanego wagonu typu 435Z do przewozu pojemników w systemie ACTS - Podsumowanie badań - ocena wyników, CNTK Warszawa, Wrzesień 2000.
6. Walczak S., Zbieć A., Transport bimodalny - rozwiązania konstrukcyjne. Technika Transportu Szynowego 1997/ 4.
7. Zbieć A., Sanecki H. i inni, Badania wytrzymałościowe prototypu pociągu bimodalnego. Tom IV. CNTK Warszawa, Styczeń 2000.

8. Zbieć A., Sanecki H. i inni, Badania wytrzymałościowe wagonu kieszeniowego serii Sdgmns typy 434S do przewozu kontenerów lub naczep samochodowych. Zadanie VI. CNTK Warszawa, Kwiecień 2000.
9. Badania wagonu kieszeniowego typu 434S serii Sdgmns w zakresie wytrzymałości, bezpieczeństwa jazdy, hamulca, nabiegania i przepychania przez łuki „S”, podatności obsługowo naprawczej oraz eksploatacji obserwowanej. Zadanie VI: Sanecki H. i inni, Badania wytrzymałościowe wagonu kieszeniowego serii Sdgmns typy 434S do przewozu kontenerów lub naczep samochodowych, CNTK Warszawa, Kwiecień 2000.