

Alicja ZIELIŃSKA

STATECZNOŚĆ WYBRANYCH WARIANTÓW KONSTRUKCYJNYCH PODWOZIA MOSTU CZOŁGOWEGO

Streszczenie: W artykule przedstawiono najistotniejsze warianty rozwiązań zabudowy rozkładanego mostu firmy MMB na podwoziu gąsienicowym oraz ich charakterystykę pod kątem przyszłego wyboru i opracowania koncepcji wykonania ze względu na przyjęte wymagania.

1. WPROWADZENIE

Niniejszy artykuł stanowi kompensację pracy nad analizą możliwości wykonania zestawu spełniając jednocześnie założenia kontraktu. Podstawą analizy były dane otrzymane od zleceniodawcy przy współdziałaniu firmy MAN, która jest brana pod uwagę jako oferent mostu rozkładanego, wysuwanego o rozpiętości 26 m. Most ten posadowić należy na podwoziu gąsienicowym mostu czołgowego, który ma go transportować na miejsce rozkładania oraz stanowić przeciwwagę podczas rozkładania. W skład zestawu wchodzi: podwozie mostu czołgowego, elementy układacza oraz most. W skład elementów funkcjonalnych służących do transportowania bądź układania mostu wchodzi ramię tylne, podstawa, na której spoczywa most na podwoziu, układacz, siłownik układacza oraz belka przednia stanowiąca jednocześnie podporę podczas rozkładania mostu. Całość, którą stanowi podwozie, układacz oraz most była przedmiotem analizy w zakresie weryfikacji masy całego wyrobu, środka masy podczas jazdy oraz stateczności własnej zestawu dla najbardziej niekorzystnego stanu obciążenia, tj. w czasie rozkładania, w momencie posadowienia na drugim brzegu. Most po wysunięciu go z podwozia najpierw końcem opiera się na przeciwległym brzegu, a następnie położony drugi jego koniec co wieńczy proces rozkładania.

Znacznym ograniczeniem dla całego zestawu są ograniczenia masowe przyjęte zgodnie z wymaganiami technicznymi. Most oraz elementy układacza są w zasadzie niezmiennie co do wielkości masy. Istnieje jednakże możliwość zmiany posadowienia na podwoziu konstrukcji mostu wraz z układaczem i elementami wspomagającymi w ograniczonym zakresie, gdyż stosunkowo niewielka zmiana położenia środka masy mostu znacząco wpływa na rozkład masy całego zestawu, co z kolei determinuje naciski na koła. Zmianę położenia na podwoziu ogranicza parametr, jakim jest wielkość dopuszczalnego maksymalnego nacisku koła, który nie powinien przekraczać 5T. Przeprowadzono szereg analiz [1],[2],[3] pod kątem weryfikacji istotnych parametrów technicznych stanowiących ograniczenie dla tego wyrobu jakim jest masa, położenie środka masy zestawu podczas jazdy oraz zachowanie stateczności w szczególności podczas rozkładania mostu. Z wielu rozpatrywanych wariantów przedstawiono dwa rozwiązania najbardziej prawdopodobne do akceptacji przez kontrahentów. Przy realizacji zadania wykorzystano dane przekazane przez zleceniodawcę oraz wzięto pod uwagę polskie normy [4].

2. OBCIĄŻENIE

W identyfikacji obciążeń pomocne są wytyczne zawarte w PN-86/M-06514. Wobec braku odpowiedniej normy dla opisywanego urządzenia uznajemy normę dotyczącą dźwignic za najbliższą prezentowanemu układowi. Ze względu na brak w opisywanym urządzeniu

charakterystycznego dla dźwigni obciążenia jakim, jest ładunek, pomijamy związane z nim rozdziały normy.

2.1 Obciążenie wiatrem

Zgodnie z PN-86/M-06514 (pkt. 4.2.3) w stanie spoczynku wartość charakterystyczną obciążenia wiatrem dźwigni lub jej części W_s [N] obliczamy ze wzoru:

$$W_s = CC_e C_t \beta q_s A \quad (1)$$

(1)

gdzie :

C - współczynnik aerodynamiczny: przyjmujemy jak dla przekrojów skrzynkowych (smukłość ~ 5 , $h/a > 2$) = 1.55

C_e - współczynnik ekspozycji: (teren B, wysokość $< 20m$) = 0.8

C_t - współczynnik czasu użytkowania dźwigni: przy braku danych przyjęto = 1

β - współczynnik działania porywów wiatru: przy ustalonej prędkości krytycznej = 1

q_s - wartość charakterystyczna ciśnienia prędkości wiatru: Zgodnie ze wzorem 21 (wg PN 86/M-06514)

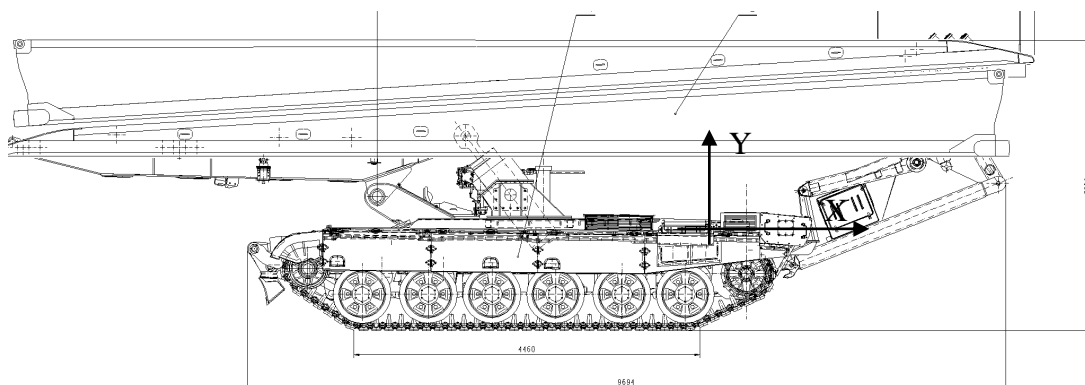
W założeniach określono, że pojazd winien być odporny na wiatr o prędkości $v_w = 108$ [km/h] = 30 [m/s], dla której otrzymujemy wartość ciśnienia charakterystycznego, która zgodnie ze wzorem (1) wynosi 562.5 [N/m²]. Uwzględniając wymiary powierzchni naporu wiatru (3.6 x 1.795 m), uzyskujemy dla tego stanu obciążenia wiatrem wartość parcia wiatru na wyrób.

W przypadku obciążeń, dla których winna być gwarantowana odporność na wiatr, na całe podwozie z rozłożonym mostem, którego powierzchnia obliczeniowa (zał.: kierunek wiatru prostopadły do osi wozu) wynosi 6.5 [m²] działa parcie wiatru o wartości $W_s = 4534$ [N] ≈ 0.5 [T] ;

2.2 Siły bezwładności występujące podczas podnoszenia układu wsporczo

Ze względu na małe prędkości układu oraz zastosowany hydrauliczny system podnoszenia (łagodny rozruch i hamowanie) siły bezwładności uznajemy za pomijalne.

3. WARIANT Z PODWOZIEM CZOŁGOWYM



Rys. 1. Pojazd w widoku z boku

3.1 Analiza masowa

Po ustaleniu istotnych elementów wchodzących w skład zestawu, określeniu wielkości mas oraz ich rozmieszczenia podano ponownie dla wielu rozpatrywanych wcześniej wariantów podwozia [1],[2],[3] istotne parametry zestawu (Rys. 1). Mianowicie wyznaczono: masę całkowitą zestawu, jego środek masy podczas jazdy oraz określono zapas stateczności podczas rozkładania mostu. Miejsce położenia niektórych elementów, które można przemieszczać na podwoziu jak wożony osprzęt zostało zmienione tak, by poprawić zapas stateczności podczas rozkładania mostu. Umieszczono go na tylnym ramieniu. Inne elementy dodano np. reduktor o masie 150 kg. Burty ze względu na ograniczenia masowe zostały pocienione do 30 mm i oszacowano zmianę ich masy. Weryfikacji mas podwozia dokonano na podstawie aktualizowanych na bieżąco danych. Dane elementów dostarczanych przyjęto na podstawie dokumentów nadesłanych, czego przykładem jest PowerPack. Wszystkie dane przedstawiono w układzie o początku w osi koła napędowego dla pozycji jazdy oraz w układzie o początku w punkcie podparcia belki przedniej dla stateczności. Zmiana układu współrzędnych jest każdorazowo opisywana.

PODWOZIE ZE ZMIANAMI		masa[t]
1	Podwozie bazowe	28.000
2	Paliwo	0.946
3	Power Pack	1.017
4	W obrębie siłownika	0.400
5	Przód	0.200
6	Napęd pompy hydraulicznej	0.200
7	Olej - dodatkowa ilość	0.150
8	Agregat prądotwórczy	0.100
9	Wożowny osprzęt	0.400
10	Załoga	0.200
11	Burty	-0.642
12	Różnica w gąsienicach	0.885
13	Racje żywnościowe	0.050
14	Reduktor	0.150
15	Przegroda	0.232
SUMA MAS PODWOZIA		32.288

MASY NA PODWOZIU		masa[t]
1	Manipulator	3.068
2	Ramię tylne proste	1.253
3	Siłownik manipulatora	0.846
4	Podstawa	0.865
5	Belka przednia	1.201
6	Instalacja hydr.i elektr.	0.612
MASY NA PODWOZIU		7.845

1	SUMA MAS PODWOZIA	32.288
2	MASY NA PODWOZIU	7.845
3	PRZEŚŁO MOSTU	10.611
ŁĄCZNIE BEZ MOSTU		40.134
ŁĄCZNIE Z MOSTEM		50.745

Masa całkowita zestawu (bez błota) w tym przypadku wynosi 50.134 t. W tej wersji most jest klasy MLC 60. Istotne jest, że w wariantcie tym występuje dodatkowo masa przeciwwagi wynosząca 0.15 t. Łącznie zestaw (bez błota) ma 50.284 t.

3.2 Środek masy podczas jazdy

Położenie środka masy podwozia wraz z mostem ma wpływ na własności trakcyjne pojazdu, dlatego w każdym przypadku weryfikowano tę wielkość. Położenie środka masy decyduje o wielkości nacisków kół, które są ograniczone a maksymalny nacisk nie powinien przekraczać 5T.

Środek masy podwozia przedstawiono poniżej w układzie współrzędnym o początku w osi koła napędowego dla pozycji podczas jazdy. Dane przyjęto jak w tabelach powyżej z tą różnicą, że podczas jazdy przyjmujemy pełne zbiorniki paliwa.

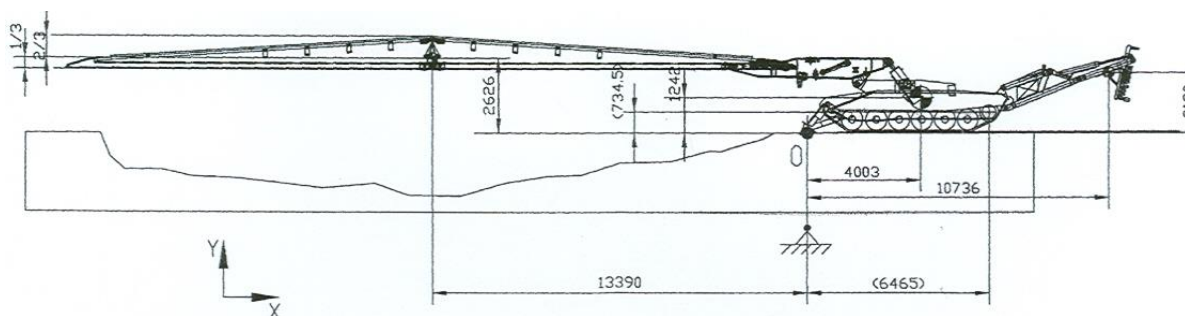
Masa podwozia po uwzględnieniu zmian, które należy wprowadzić wynosi 32.288 t

MASA ZESTAWU		Masa [t]	X[mm]	Y[mm]
1	MASA PODWOZIA bez mostu	40.284	-2514	317
2	MASY MOSTU	10.611	-3009	2242
ŁĄCZNIE Z MOSTEM		50.895	-2617	718

Wielkość odchylenia środka masy jest poniżej 7% w stosunku do środka geometrycznego zestawu.

3.3 Stateczność własna wyrobu

Podwozie mostu czołowego nie jest typową dźwignicą, nie mniej jej charakter odpowiada przedmiotowo zakresowi normy dźwignicowej wg PN-87/M-06513,(PN ISO 4305). W tym celu na podstawie tablicy 1 w/w normy możemy ustalić stan skojarzenia obciążeń, uznając, że w przypadku opisywanego pojazdu nie występuje stan określany jako roboczy, gdyż zadaniem opisywanego urządzenia nie jest podnoszenie ciężaru użytkowego. Stan, który można by uznać za roboczy to rozkładanie mostu.



Rys. 2. Pojazd w pozycji przed położeniem mostu

Podstawowym problemem przy analizie stateczności jest analiza własności geometrycznych i fizycznych, a mianowicie uwzględnienie prawidłowego rozkładu mas w konstrukcji podczas najbardziej niekorzystnych faz rozkładania. Do analizy przyjęto jako najbardziej niekorzystny wariant obciążenia dla stateczności, tj. położenie, w którym znajduje się most w momencie rozkładania przed jego położeniem na podłożu.

Początek układu współrzędnych, do którego odnoszą się poniższe dane jest w osi koła napędowego.

Dla pozycji przed położeniem przęsła na brzegu (Rys. 2) oszacowano rozkład mas zestawu. Zgodnie z przekazanymi OBRUM danymi zestaw posiada następujące własności masowe wyszczególnione w poniższych tabelach. Tabele te zawierają również masy pojazdu oszacowane dla OBRUM. Ponieważ rozkład masy podwozia różni się w pozycji rozkładania i w pozycji jazdy, więc został wyznaczony dla obu pozycji oddzielnie. Zmienia się położenie ramienia tylnego, które jest rozkładane przed położeniem mostu. Ponadto dla stateczności przyjmuje się pojazd z niepełnymi zbiornikami paliwa (0.1t) . W tej pozycji jest określany ponownie środek masy pojazdu wyznaczonego na potrzeby obliczeń stateczności. Poniższe tabele zawierają dane pojazdu wyznaczone w układzie o początku w osi koła napędowego.

PODWOZIE ZE ZMIANAMI		t	X [mm]	Y [mm]
1	Podwozie bazowe	28.000	-2335	150
2	Paliwo	0.100	-1578	140
3	Power Pack	1.017	-444	-182
4	W obrębie siłownika	0.400	-3000	850
5	Przód	0.200	-5280	300
6	Napęd pompy hydraulicz.	0.200	-1835	0
7	Olej - dodatkowa ilość	0.150	-2478	468
8	Agregat prądotwórczy	0.100	0	750
9	Wozowny osprzęt	0.400	1425	568
10	Załoga	0.200	-4300	750
11	Burty	-0.642	-2750	400
12	Różnica w gąsienicach	0.885	-2750	-200
13	Racje żywnościowe	0.050	0	
14	Reduktor	0.150	-2020	
15	Przegroda	0.232	-1178	
SUMA MAS PODWOZIA		31.442	-2243	144

MASY NA PODWOZIU		masy	współrzędne środka masy	
		t	X[mm]	Y[mm]
1	Manipulator	3.068	-5917	1569.5
2	Ramię tylne proste	1.253	2611	1202
3	Siłownik manipulatora	0.846	-3015	1005.5
4	Podstawa	0.865	-3015	1005.5
5	Belka przednia	1.201	-6046	-424
6	Instalacja hydr.i elektr.	0.612	-2335	150
MASY NA PODWOZIU		7.845	-3662	972

Zestaw bez mostu		t	X[mm]	Y[mm]
1	PODWOZIE ZE ZMIANAMI	31.4	-2243	144
2	MASY NA PODWOZIU	7.8	-3662	972
3	PRZECIWWAGA	0.150	1425	850
ŁĄCZNIE BEZ MOSTU		39.438	-2511	311

Dla współrzędnych środka koła napędowego względem punktu 0 (6465,735) otrzymujemy środek masy względem punktu 0 [3953.7, 1045.6]. Uwzględniając wydłużenie belki przedniej i jednocześnie przemieszczenie punktu podparcia o 100 mm uzyskujemy masę łącznie bez mostu 39.438 t.

SUMA MAS USTAL.	39.438	4053.4	1045.7
-----------------	--------	--------	--------

Moment ustalający zgodnie z wymaganiami normy

$$M_{us} = M_{Gs} + gM_{Gr} \quad (2)$$

gdzie:

M_{Gs} - suma momentów sił ciężkości elementów nie zmieniających położenia,
 M_{Gr} - suma momentów sił ciężkości elementów zmieniających położenie,
 g - współczynnik obciążenia o zmiennym położeniu.

Stateczność rozpatrujemy dla danych masowych w układzie względem punktu podparcia O

PODWOZIE	39.438	4053	1046
MOST Z BŁOTEM	10.611	-13290	2626
ŁĄCZNIE	50.74		

Dla przyjętej pozycji pojazdu znajdującego się na terenie o 10 % pochyleniu otrzymujemy

$$M_{us} = 159 \text{ Tm}$$

Moment wywracający zgodnie z normą:

$$M_{wyV} = 1.1 M_{ws};$$

gdzie:

$$M_{ws} = M_{ws1} + M_{ws2}$$

M_{ws1} - moment obciążenia mostem,

M_{ws2} - moment obciążenia wiatrem,

$$M_{ws2} = W_s \cdot H,$$

q - parcie wiatru = 562.5 [N/m²],

H - ramię działania wiatru na podwozie z mostem = 900 [mm] = 0.9 [m]

A - powierzchnia obliczeniowa boczna podwozia wraz z mostem = 6.5 [m²].

Stąd dla prezentowanych danych siła parcia wiatru na zestaw wynosi

$$W_s = 4534 \text{ [N]} = 0.46 \text{ T}$$

Stąd mamy:

$$M_{ws1} = 149 \text{ Tm}$$

$$M_{ws2} = 0.5 \text{ Tm}$$

$$M_{wy} = 156 \text{ Tm}$$

Porównanie momentu wywracającego z momentem ustalającym prowadzi do wniosku, że pojazd zachowuje stateczność, gdyż moment ustalający jest większy od odpowiedniego momentu wywrotowego. Nadwyżka momentu ustalającego nad wywracającym jest nieznaczna, aczkolwiek pojazd jest stateczny.

4. WARIANT Z PODWOZIEM CZÓŁGOWYM WYDŁUŻONYM

Analizowano również wersję podwozia gąsienicowego w zmodernizowanej wydłużonej wersji podwozia. Dokonano oszacowania wpływu zmiany wydłużenia nowego podwozia w stosunku do podstawowej wersji. Podobnie dokonując kompletacji w tabelach przedstawiono zestawienia mas dla nowej kompletacji wyrobu. Początek układu współrzędnych, dla którego odnoszą się powyższe dane w osi koła napędowego.

4.1 Analiza masowa

Zmiany dostosowawcze w konstrukcji obejmują szereg zmian, których należy dokonać w podwoziu gąsienicowym. Najistotniejsze w stosunku do podwozia bazowego jego wydłużenie o 500 mm, po 100 mm między kolejnymi osiami. Oszacowane zmiany wraz z ich usytuowaniem zostały wyszczególnione w poniższej tabeli. Na ich podstawie oszacowano wpływ na zmianę położenia środka masy w podwoziu modernizowanym. W tej wersji zmienia się długość ramienia tylnego, a tym samym masa oraz położenie środka masy.

1	SUMA MAS PODWOZIA	33.050
2	MASY NA PODWOZIU	7.785
3	PRZEŚŁO MOSTU	11.111
	ŁĄCZNIE BEZ MOSTU	40.835
	ŁĄCZNIE	51.946

Masa całkowita (bez błota) wynosi 51.335 t. W tej wersji most jest klasy MLC 70. Istotne jest również, że nie ma przeciwwagi.

4.2 Środek masy podczas jazdy

Środek masy podwozia przedstawiono poniżej w układzie współrzędnym o początku w osi koła napędowego dla pozycji podczas jazdy.

	ZESTAW BEZ MOSTU	[t]	X[mm]	Y[mm]
1	PODWOZIE ZE ZMIANAMI	33.1	-2416	143
2	MASY NA PODWOZIU	7.8	-4296	983
3	PRZECIWWAGA	0.000	1425	850
	ŁĄCZNIE PODWOZIE (bez mostu)	40.835	-2782	307

Położenie środka masy zestawu bez mostu wyznaczonego dla pozycji podczas jazdy względem osi koła napędowego dla masy 40.835 t wynosi [-2782,307]. Poniżej dokonano zestawienia mas dla kompletacji przedstawionej w punkcie 3.1. Położenie środka masy całego zestawu podczas jazdy w układzie współrzędnym o początku w osi koła napędowego wynosi:

	ZESTAW	Masa [t]	X[mm]	Y[mm]
1	MASA ZESTAWU bez mostu	40.835	-2782	307
2	MASY MOSTU	11.111	-3509	2242
	ZESTAW KOMPLETNY	51.946	-2938	721

Wielkość odchylenia środka masy jest poniżej 5% w stosunku do środka geometrycznego zestawu. Współrzędne osi koła napędowego względem punktu podparcia O (Rys. 2) wynoszą [6965,735] [mm].

4.3 Stateczność własna wyrobu na podwoziu wydłużonym

Podobnie jak dla wersji poprzedniej (pkt.3.3) przyjęto masy i ich rozkład zgodnie, z którymi dla pozycji przed położeniem przęsła na brzegu (Rys. 2) oszacowano rozkład mas w zestawie. Zgodnie z przekazanymi nam danymi zestaw posiada następujące własności masowe wyszczególnione w tabelach zamieszczonych poniżej. Tabele te zawierają również masy elementów zestawu oszacowane przez OBRUM. Środek masy zestawu przyjętej pod kątem stateczności pojazdu wyznaczono w układzie o początku w osi koła napędowego.

	ZESTAW BEZ MOSTU	t	X[mm]	Y[mm]
1	PODWOZIE ZE ZMIANAMI	32.2	-2438	143
2	MASY NA PODWOZIU	7.8	-4218	958
3	PRZECIWWAGA	0.000	1425	850
	ŁĄCZNIE BEZ MOSTU	39.989	-2785	302

Współrzędne środka koła napędowego względem punktu podparcia belką (punkt O) wynosi $x = 6965$ mm, $y = 734.5$ mm.

ŚRODEK MASY ZESTAWU BEZ MOSTU w pozycji przed rozłożeniem mostu wyznaczonego względem punktu podparcia

ZESTAW BEZ MOSTU		MASA [t]	X[mm]	Y[mm]
1	PODWOZIE ZE ZMIANAMI	32.204	4527.0	877.9
2	MASY NA PODWOZIU	7.785	2746.5	1692.1
3	PRZECIWWAGA	0.000	8390.0	1584.5
ŁĄCZNIE		39.989	4180	1036

ŚRODEK MASY ZESTAWU bez mostu wynosi [4180.4, 1036.4].

Moment ustalający (M us) zgodnie z wymaganiami normy uzyskano analogicznie jak dla podwozia bazowego w układzie względem punktu podparcia O:

PODWOZIE	39.989	4340.4	1036
MOST Z BŁOTEM	11.111	-13230	2626
ŁĄCZNIE	50.74		

Dla przyjętej pozycji pojazdu znajdującego się na terenie o 10 stopniowym ochyleniu otrzymujemy

$$M_{us} = 173 \text{ Tm}$$

Moment wywracający (Mwy)

$$M_{wy} = 162 \text{ Tm}$$

Porównanie momentu wywracającego z momentem ustalającym prowadzi do wniosku, że pojazd zachowuje stateczność, gdyż moment ustalający jest większy od odpowiedniego momentu wywrotowego. Zapas stateczności jest większy niż w przypadku pojazdu bazowego.

5. PODSUMOWANIE

Poniżej w tabeli zestawiono istotne parametry w tym projekcie, dla różnych wariantów wykonania zestawu celem dokonania ostatecznego wyboru. Zgodnie z ustaleniami z firmą MMB dokonano weryfikacji niektórych wariantów, które zostały uznane za istotne.

ANALIZA PARAMETRÓW ZESTAWU

Pochylenie terenu 10%

wariant	Przypadki	sc masy podczas jazdy	Masa max. [T]	podpora* mm	wożony osprzęt	Przesunięcie mostu [mm]	Mwy/	Masa belki	Masa ramię tyl.	Przeciwwaga [t]
							Mus			
		1	3	4	5	7	8	9	10	11
wg MMB Podwozie , most o długości 26 m										
1	przyp.1.1.1	-2524	52.486	375	1425	195	1.238	1.476	1.300	0.92
2	przyp.2.1.1	-2667	51.715	570	1425	0	1.236	1.671	1.253	0
Podwozie , most o długości 24 m										
3	most z błotem MLC70	-2620	50.290	0	1425	0	1.207	1.101	1.253	0

Podwozie wydłużone- most o długości 26 m

4	most bez błota MLC70	-2919	51.175	0	1425	0	1.179	1.101	1.133	0
5	most z błotem MLC70	-2926	51.786	0	1425	0	1.114	1.101	1.133	0
6	most z błotem MLC70	-2846	51.958	100	1425	300	1.186	1.201	1.205	0
7	most z błotem MLC70	-2850	52.008	150	1425	300	1.205	1.251	1.205	0
8	most z błotem MLC70	-2866	52.016	170	1425	250	1.206	1.271	1.193	0
9	most MLC60	-2915	51.536	100	1425	0	1.212	1.201	1.133	0.15

Kolumna nr 4 zawiera zmianę długości przesunięcia punktu podparcia, co wpływa na długość podpory, jej masę oraz środek masy. W każdym z tych przypadków masa całkowita (kolumna nr 3) przekracza 50t, nawet, jeśli uwzględnimy fakt, że masy zawierają masę błota 0.611 t. Analizując środki masy podczas jazdy dla tych wariantów są one w granicach normy. Wariant 9 rozwiązania zawiera wyniki dla długiego podwozia dla analogicznych parametrów jak dla krótkiego podwozia.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

6.1. W każdym z analizowanych przypadków zostaje przekroczona masa dopuszczalna. Parametr masy całkowitej stanowi główną barierę spełnienia założeń w zakresie innych parametrów. Przy stałej masie mostu, który powoduje określony moment wywracający istnieją ograniczone możliwości zwiększania zapasu stateczności wyrobu. Zwiększenie odległości punktu podparcia belki przedniej skutkuje wzrostem masy belki z powodu zwiększenia sił w układzie podporowym, a także wpływa na ograniczenie widoczności.

6.2. Porównując oba warianty podwozi: podwozie czołgowe oraz podwozie wydłużone dla dłuższego podwozia uzyskano:

- środek masy bliżej środka geometrycznego, czyli też lepszy rozkład
- nacisków kół,
- likwidację przeciwwagi, która dodatkowo stanowiła obciążenie tylnej osi,
- wydłużenie belki poprzez przesunięcie punktu podparcia o 160 mm (dla krótkiego mamy 100 mm)

Te parametry uzyskano dla klasy mostu MLC 70 na dłuższym podwoziu oraz MLC 60 dla podwozia. Parametry dla odpowiednich klas MLC zawiera tabela.

6.3. Wstępnie zweryfikowano stateczność zestawu. Zapas stateczności dla wyrobu, po uwzględnieniu oddziaływania wpływu parcia wiatru o $v=30\text{m/s}$ oraz 10-stopniowego pochylenia terenu wynosi 10% co jest zgodnie z PN-87/M-6513 i stanowi minimum. Dokładne wartości stosunku momentów ustalającego do wywracającego zawiera kolumna 8 tabeli „Analiza parametrów zestawu”.

7. LITERATURA

- [1] ZIELIŃSKA A., Wstępna analiza stateczności podwozia mostu czołgowego, (Prace własne niepublikowane) OBRUM Gliwice 2003.
- [2] ZIELIŃSKA A., Analiza stateczności podwozia mostu czołgowego (Prace własne niepublikowane) OBRUM Gliwice 2003.

- [3] ZIELIŃSKA A., Optymalizacja masowa podwozia mostu czołgowego oraz stateczność, (Prace własne niepublikowane) OBRUM Gliwice 2004
- [4] Polskie normy PN-86/M-06514, PN-87/M-6513

STABILITY OF SELECTED DESIGN VARIANTS OF TANK CHASSIS

Abstract: This paper presents the most important variants of launchable bridge installation on the tracked chassis. Each variant characteristics are briefly described from point of view of selection and further concept development considering accepted requirements.

Recenzent: mgr inż. Marian HOŁOTA