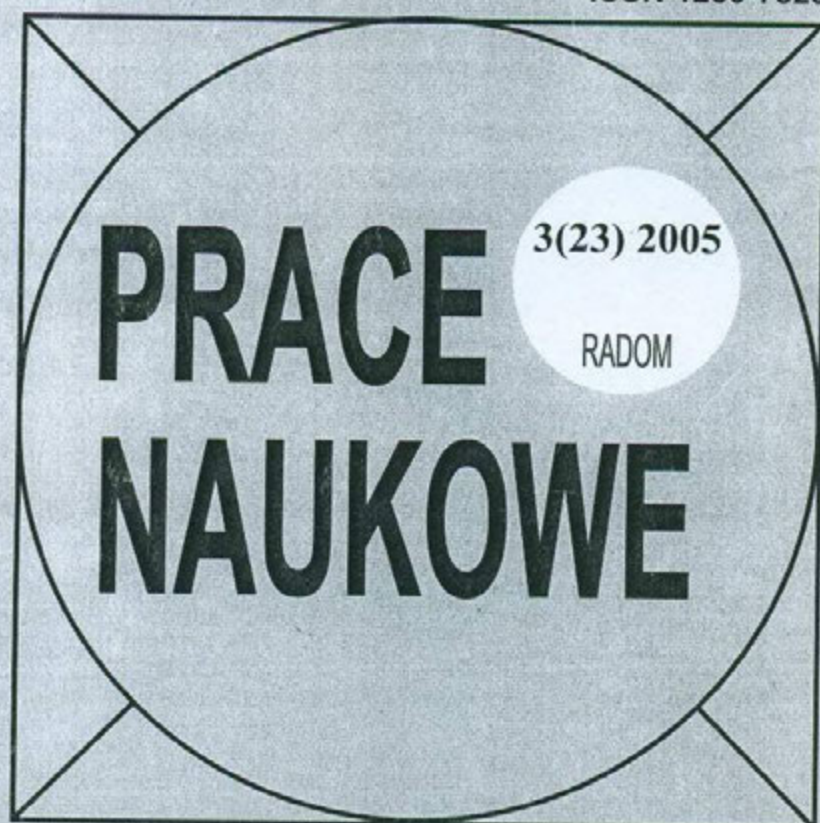


W-830/2

TRANSPORT

pod red. Zygmunta STRZYŻAKOWSKIEGO

ISSN 1230-7823



POLITECHNIKA RADOMSKA IM. KAZIMIERZA PUŁASKIEGO

W-830/2



POLITECHNIKA RADOMSKA
im. K. PUŁASKIEGO

PRACE NAUKOWE



TRANSPORT NR 3(23) 2005

pod red. Zygmunta STRZYŻAKOWSKIEGO

Radom

2005

inw. 19936

48. Aldona KUŚMIŃSKA, Zbigniew ŁUKASIK - TERMINALE ŁĄDOWE TRANSPORTU INTERMODALNEGO.....	317
49. Dorota ŁOZOWICKA - METODA WYZNACZANIA NAJDŁUŻSZEGO CZASU EWAKUACJI ZE STATKU W FUNKCJI WYBRANYCH PARAMETRÓW Z WYKORZYSTANIEM ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH	325
50. Artur MAKAR - KONCEPCJA ELEKTRONICZNEJ MAPY NAWIGACYJNEJ AKWENÓW WEWNĘTRZNYCH	331
51. Marek MAŁARSKI, Marcin PIĄTEK - BEZKOLIZYJNA TRAJEKTORIA LOTU NIETRASOWEGO W RUCHU LOTNICZYM KONTROLOWANYM.....	337
52. Jerzy MIKULSKI, Jakub MŁYŃCZAK, Aleksander ŚLADKOWSKI - PARAMETRY MECHANICZNE NOWEJ KONSTRUKCJI MASZTU SYGNALIZATORA ŚWIETLNEGO.....	343
53. Andrzej MISIEWICZ, Janusz SKRZYPACZ, Maciej ZAWIŚLAK - ANALIZA WŁASNOŚCI KAWITACYJNYCH WIRNIKÓW WOLNOBIEŻNYCH O DUŻYCH KĄTACH WLOTOWYCH	349
54. Mirosław NADER, Sylwia GŁOWACKA - WYMAGANIA TECHNICZNE DLA CYSTERN DROGOWYCH	355
55. Mirosław NADER Jan RÓŻOWICZ Jarosław KORZEB, Edyta PURTA - WYBRANE ZAGADNIENIA ODDZIAŁYWANIA METRA WARSZAWSKIEGO NA BUDYNKI	361
56. Mirosław NADER, Jan RÓŻOWICZ, Jarosław KORZEB, Edyta PURTA - WYBRANE ZAGADNIENIA ODDZIAŁYWANIA METRA WARSZAWSKIEGO NA LUDZI PRZEBYWAJĄCYCH W BUDYNKACH	367
57. Wojciech NAPIERAŁA, Włodzimierz CHOROMAŃSKI - SUBOPTIMALIZACJA LICZBY ŚRODKÓW TRANSPORTU W CIĄGŁYM SYSTEMIE TRANSPORTOWYM	373
58. Stanisław NIZIŃSKI, Bronisław KOLATOR - SYSTEM LOGISTYCZNY PRZEDSIĘBIORSTWA BUDOWY MASZYN	379
59. Dariusz NOWAK, Mariusz WĄŻ - ANALIZA DOKŁADNOŚCI WYZNACZANIA KIERUNKU PRZEZ KOMPAS TRANSDUKTOROWY INI 200 C.PLATH	395
60. Józef OKULEWICZ, Tadeusz SALAMONOWICZ - ALGORYTM WYBORU CZĘŚCI DO WYMIANY W STRATEGII ODNÓW PROFILAKTYCZNYCH SAMOCHODÓW	399
61. Stanisław ORLIŃSKI Stanisław KRUCZYŃSKI - WPŁYW ZASILANIA SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM PALIWAMI NATURALNYMI I ROŚLINNYMI NA KĄT OPÓŹNIENIA WTRYSKU I SAMOZAPŁONU.....	407
62. Janusz PAROLCZYK, Shivandra SINGH - MANEWR MIJANIA SIĘ STATKÓW TYPU VLCC PRZY PODEJŚCIU DO PORTU PÓŁNOCNEGO W GDAŃSKU W RÓŻNYCH WARUNKACH POGODOWYCH	413
63. Janusz PAROLCZYK, Shivandra SINGH, Andrzej BURZYŃSKI - MANEWR KOTWICZENIA STATKU TYPU VLCC PRZY PODEJŚCIU DO PORTU PÓŁNOCNEGO W GDAŃSKU	421

PARAMETRY MECHANICZNE NOWEJ KONSTRUKCJI MASZTU SYGNALIZATORA ŚWIETLNEGO

Jerzy MIKULSKI¹, Jakub MLYŃCZAK², Aleksander ŚLADKOWSKI³

1. Politechnika Śląska, Wydział Transportu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel: (048) 32 603 41 36, e-mail: jerzy.mikulski@polsl.pl
2. Politechnika Śląska, Wydział Transportu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel: (048) 32 603 41 36, e-mail: jakub.mlynczak@polsl.pl
3. Politechnika Śląska, Wydział Transportu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel: (048) 32 603 42 91, e-mail: aleksander.sladkowski@polsl.pl

1. WSTĘP

W artykule przedstawiono obliczenia wytrzymałościowe masztu sygnalizatora przeznaczonego do zabudowywania na jego wysięgniku, typowych stosowanych w Polsce latarni sygnałowych.

Nowatorskim rozwiązaniem w konstrukcji masztu sygnalizatora jest zastosowanie konstrukcji spawanych ramienia wysięgnika oraz zastosowanie kryzy z wyfrezowanymi otworami, umożliwiające zamocowanie masztu na fundamencie oraz obrót masztu, tak by uzyskać prostopadłość osi wysięgnika do osi toru. Do kryzy przyspawana jest rura masztu o długości umożliwiającej zabudowę latarni na żądanej wysokości. Połączenie kryzy z rurą usztywnione jest czterema żebrami.

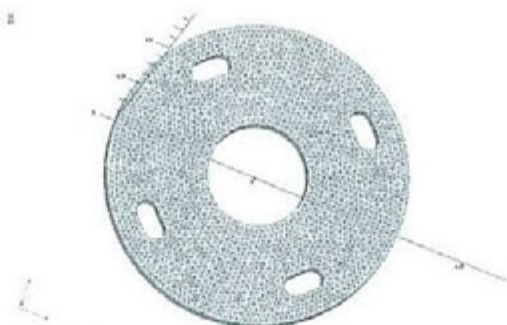
Przedstawione obliczenia dotyczą wytrzymałości mechanicznej masztu na obciążenia aerodynamiczne pochodzące od przejeżdżającego taboru.

2. KOMPUTEROWA SYMULACJA WYTRZYMAŁOŚCIOWA MASZTU Z WYKORZYSTANIEM METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH (MES)

Analizę wytrzymałościową przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania MSC NASTRAN 2003 i MSC MARC 2003.

2.1. Model masztu

W celu przeprowadzenia analizy wytrzymałościowej został wykonany model, w którym wyodrębniono wszystkie główne części składowe analizowanego masztu. Rurę masztu podzielono na trzy części, pierwszą – współpracującą z podstawą, drugą – współpracującą z ramieniem wysięgnika i trzecią – łączącą część pierwszą i drugą. Wykonano również modele wszystkich spawów łączących elementy kryzy z żebrami i rurą, natomiast spawy wykonane na elementach ramienia wysięgnika pominięto, ze względu na ich niewielkie obciążenie. Tak wykonane modele poddane zostały podziałowi na elementy skończone (wykonanie siatek elementów skończonych). Przykładowe siatki przedstawiają rysunki 1, 2.



Rys. 1. Siatka elementów skończonych dla kryzy masztu



Rys. 2. Siatka elementów skończonych dla ramienia wysięgnika

W podobny sposób wykonano siatki elementów skończonych dla pozostałych części składowych masztu. Dobór wielkości elementów wykonano w taki sposób, aby siatki współpracujących części miały taki sam wymiar w punktach styku. Model składał się z 62805 węzłów i z 133884 elementów.

2.2. Obciążenie masztu

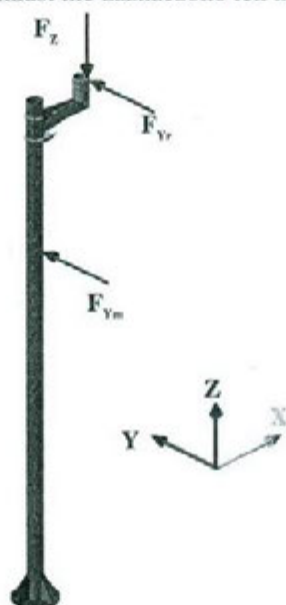
W modelu masztu uwzględniono obciążenie konstrukcji siłą pochodzącą od masy głowicy semafora oraz od siły parcia powietrza podczas przejazdu pociągu lub silnego wiatru. Rozkład sił przedstawia rys. 3. Jako F_{Ym} i F_{Yr} oznaczono siły pochodzące od parcia wiatru (kierunek Y), F_z to siła pochodząca od głowicy semafora (kierunek - Z). Zgodnie z [3] maksymalna prędkość strumienia powietrza powstającego w wyniku przejazdu pociągu z prędkością 160 [km/h] w odległości 1 [m] od pociągu wynosi 78 [km/h], natomiast dla prędkości 240 [km/h] strumień powietrza osiąga maksymalnie 116 [km/h], a więc analizę wytrzymałościową przeprowadzono dla tych dwóch wartości prędkości wiatru.

Zgodnie z [4] obliczono siłę parcia wiatru na maszt i głowicę semafora. W obliczeniach przyjęto powierzchnię głowicy semafora 3-komorowego (wymiar zaokrąglono do wymiaru prostokąta). Dla obliczenia siły założono, że wiatr działa prostopadle do głowicy masztu. Uzyskane wartości siły wiatru przedstawiono poniżej:

- dla prędkości 78 [km/h] na maszt działa $F_{Ym} = 292$ [N], na głowicę $F_{Yr} = 522$ [N];
- dla prędkości 160 km/h na maszt działa $F_{Ym} = 1227$ [N], na głowicę $F_{Yr} = 2194$ [N];

Jako siłę pochodzącą od masy głowicy przyjęto $F_z = 500$ [N].

Dokonano również obliczeń momentów pochodzących od tego, iż przeniesiono punkt przyłożenia siły ze środka tarczy łowej na koniec ramienia wysięgnika (uwzględniono momenty te w analizie, natomiast nie zaznaczono ich na rys. 3).

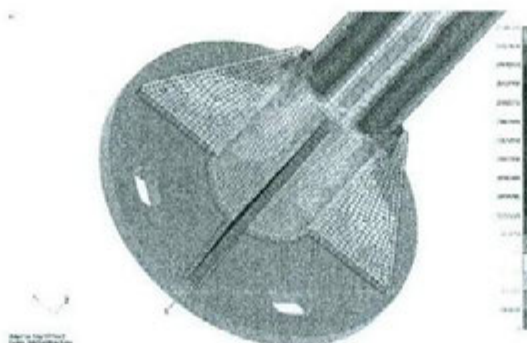


Rys. 3 Rozkład sił w modelu masztu

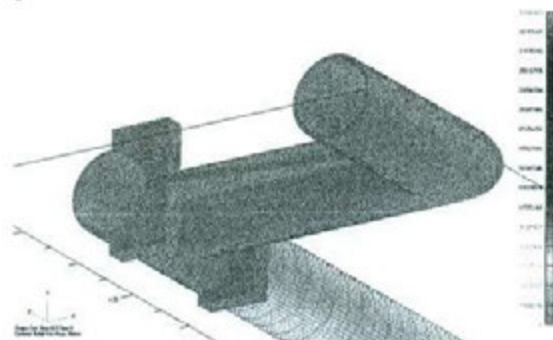
2.3. Analiza wytrzymałościowa

W analizie przyjęto oddziaływania odpowiednio dla prędkości 78 [km/h] i dla prędkości 160 [km/h].

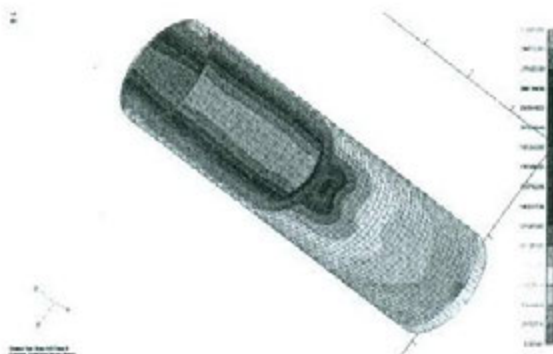
Z prawej strony każdego rysunku podano skalę mówiącą o naprężeniach w [Pa], natomiast w lewym dolnym rogu narysowany jest układ współrzędnych.



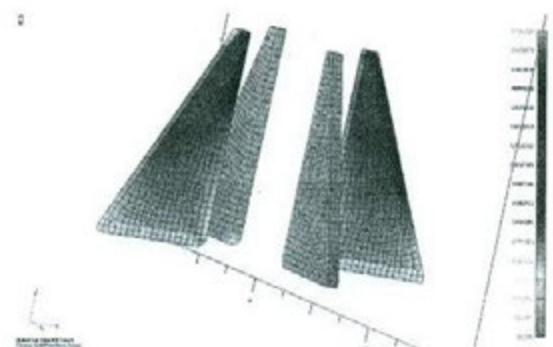
Rys. 4. Naprężenia redukowalne w dolnej części masztu (widok na górną część żeber)



Rys. 5. Naprężenia redukowane w ramieniu wysięgnika (widok z góry)



Rys. 6. Naprężenia redukowane w dolnej części rury masztu (widok w kierunku działania siły)



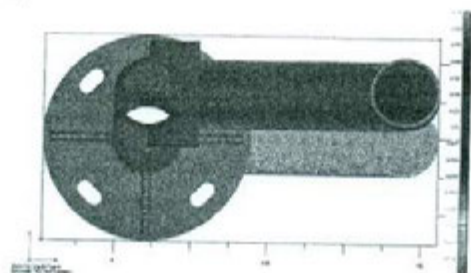
Rys. 7. Naprężenia redukowane w żebrach (widok na boczny część żeber)

2.4. Deformacja masztu

Wykonano również analizę deformacji elementów masztu w zależności od siły wiatru. Na rysunkach poniżej przedstawiono wyniki dla prędkości wiatru 160 [km/h]. Dla prędkości wiatru 78 [km/h] kierunek deformacji będzie taki sam, natomiast wartość deformacji będzie „proporcjonalnie” niższa. Przemieszczenie elementów masztu przedstawione na rys. 8, wykonane jest w powiększeniu 10:1 natomiast na rys. 9 przedstawiono przemieszczenie elementów w skali 1:1.



Rys. 8. Maksymalne odkształcenie masztu sygnalizatora w kierunku działania siły (widok z boku, skala 1:10)



Rys. 9. Maksymalne odkształcenie masztu sygnalizatora w kierunku działania siły (widok z góry, skala 1:1)

3. WNIOSKI

W modelu masztu dokonano przytwierdzenia na całej dolnej powierzchni kryzy i dla takiego przytwierdzenia został obciążony siłami pochodzącymi od masy głowicy sygnalizatora oraz od siły wiatru oddziałującego na głowicę i maszt. Analizę przeprowadzono dla dwóch prędkości wiatru – 78 i 160 [km/h]. W analizie omówiono wyniki symulacji dla wiatru wiejącego z prędkością 160 [km/h], natomiast załączone rysunki odnoszą się do obu przypadków.

W obliczeniach przyjęto parametry wytrzymałościowe jak dla stali St3. Dla stali tej można przyjąć wartość wytrzymałości na rozciąganie $R_m = 510$ [MPa]. W analizie uwzględniono tylko naprężenia redukowalne. Jak widać na rys. 4 – 7 żaden element konstrukcji masztu nie został poddany naprężeniu większemu niż 380 [MPa], tak więc konstrukcja masztu spełnia wymagania wytrzymałościowe, stawiane tego typu konstrukcjom.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że najbardziej obciążonymi elementami masztu są żebra umieszczone prostopadle do ramienia wysięgnika (rys. 7) oraz rura masztu w części współpracującej z omawianymi żebrami (rys. 6). Jednak nawet dla siły wiatru przy jego prędkości 160 [km/h] nie zostaje przekroczona wartość graniczna naprężenia.

Kryza podstawy i ramię wysięgnika są najmniej obciążonymi częściami masztu (rys. 4). Można założyć, iż części te mogą zostać również wykorzystane dla większej głowicy sygnalizatora.

Spawy łączące rurę masztu z żebrami są najbardziej obciążone w przypadku żeber prostopadłych do ramienia wysięgnika. Najbardziej obciążona jest ich górna część (rys. 4). W skrajnym przypadku wartość naprężenia to 315 [MPa]. W przypadku spawów łączących żebra z kryzą również najbardziej obciążone są spawy żeber prostopadłych do ramienia wysięgnika. Jednak i tutaj naprężenia są poniżej wartości granicznej, w skrajnym przypadku uzyskując wartość 58 [MPa]. W przypadku spawów łączących rurę masztu z górną częścią kryzy podstawy najbardziej obciążone są części spawów leżące po przeciwległej stronie do ramienia wysięgnika. Wartość maksymalnego naprężenia to 75 [MPa]. W przypadku spawów łączących dolną część rury z kryzą największe naprężenie występuje na części leżącej w kierunku działania siły i przeciwległej do niej (pochodna skręcania rury); wartość naprężenia kształtuje się na poziomie 67 [MPa].

Na rys. 8, 9 przedstawiono kierunek odkształcania się masztu sygnalizatora pod wpływem przyłożonej siły. Kierunek odkształceń, jak również elementy, które podlegają największemu przemieszczeniu, zgodne są z przewidywaniami. Na rysunkach tych jaśniejszym kolorem pokazano pierwotny obrys masztu. Należy zauważyć, iż maksymalne odkształcenie masztu kształtuje się na poziomie 195 [mm] od położenia zasadniczego (tzn. bez obciążenia).

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że założona konstrukcja masztu spełnia wymagania wytrzymałościowe.

4. LITERATURA

- [1] PN-EN 14067-1 Kolejnictwo – Aerodynamika – Część 1: Symbole i jednostki
- [2] PN-EN 14067-2 Kolejnictwo – Aerodynamika – Część 2: Aerodynamika na szlaku
- [3] Assessment of potential aerodynamic effects on personnel and equipment in proximity to High-Speed train operations – Safety of High-Speed ground transportation systems – U.S. Department of Transportation – Federal Railroad Administration, Final Report, December 1999
- [4] Basis of design and actions on structures ENV 1991-2-4:1995. Part 2-4: Wind actions.

MECHANICAL PARAMETERS OF THE NEW SIGNAL LIGHTS MAST CONSTRUCTION

(Summary)

The paper presents the resistance analysis of the semaphore light mast, which is used in the railway. The simulation of the new mast construction was made by using the finite element method. The model of the mast had been subjected to a load from the light head mass and the wind push force.

Recenzent
Prof. dr hab. inż. Wacław SZCZEŚNIAK