

Measurement of tram bogie 7Ro

Měření tramvajového podvozku 7Ro

Kraus Václav, Kápl František

This paper describes strain gauge measurement of tram bogie stress. The measurement has been performed in two stages. In first the tram bogie was loaded by static force which represented mass of tram body and traction motors. In second stage a test of bogie has been performed on real track in city Brno.

Amplitudes of stress were evaluated from obtained results by means of rain - flow method. These amplitudes were appreciated from the point of view of safe - life design.

Úvod

V loňském roce ŠKODA DOPRAVNÍ TECHNIKA s.r.o. vyrobila prototypy podvozků 7Ro, které jsou určeny pro tramvaje T3. Po dokončení těchto podvozků proběhly rozsáhlé prototypové zkoušky, jejichž cílem bylo ověření požadovaných vlastností těchto podvozků. Jednalo se především o zkoušky chodových vlastností, dynamického chování podvozku a pevnosti rámu podvozků 7Ro. V tomto příspěvku se budeme zabývat pevnostními zkouškami podvozků. Za tímto účelem byl vybrán jeden podvozek, který byl osazen tenzometry v předpokládaných kritických místech. Tento návrh byl proveden na základě pevnostního výpočtu (pomocí MKP) a zkušeností z obdobných měření. Vlastní měření proběhlo na testovacím pracovišti ŠKODA DT (statické zkoušky) a na vybraných tratích DP města Brna (jízdní dynamické zkoušky).

Úkolem statických zkoušek bylo zjištění namáhání rámu podvozku, které je způsobeno hmotností skříně tramvaje a hmotností trakčních motorů. Jízdní zkoušky zjišťovaly napětíovou odezvu rámu podvozku, která je vyvolána jízdou po reálné trati.

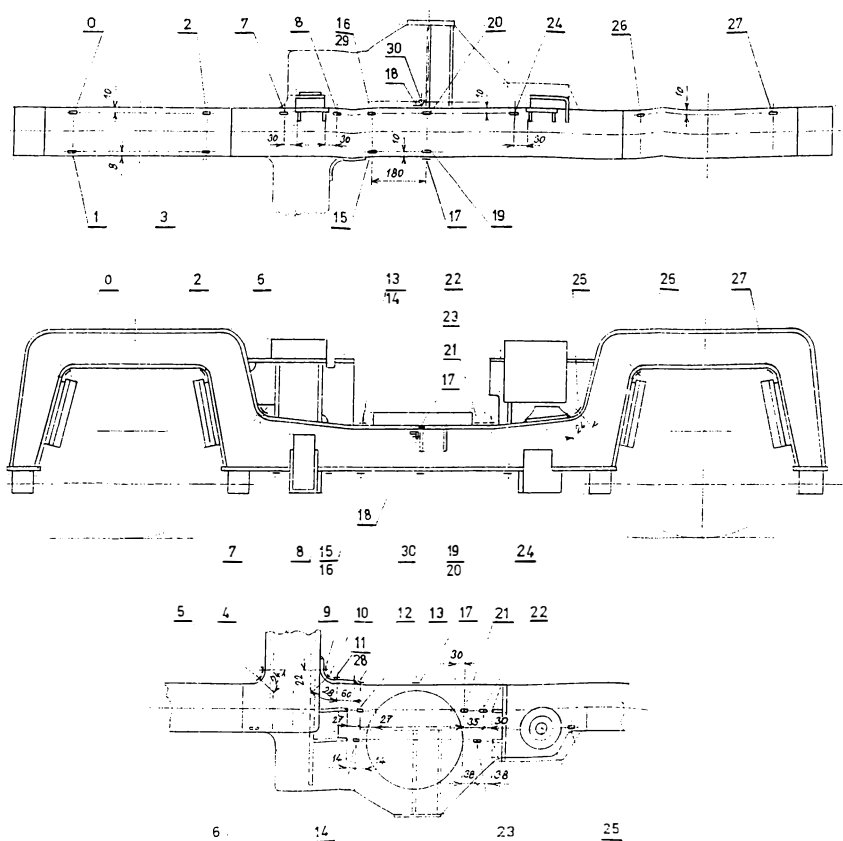
Statické měření

Po osazení tensometru na rám podvozku, které je patrné z obr.č. 1, bylo provedeno sestavení celého podvozku. Následovalo umístění podvozku do zatěžovacího portálového stendu a příprava měřicí aparatury. Statické zatížení skříně bylo provedeno ve svislém směru a respektovalo síly vyvolané hmotností skříně, síly vypružených hmot podvozku a síly od hmotností trakčních motorů. Síly byly vyrovnány hydraulickými válci a měřeny dynamometry. Způsob zatěžování je patrný z obr.č. 2.

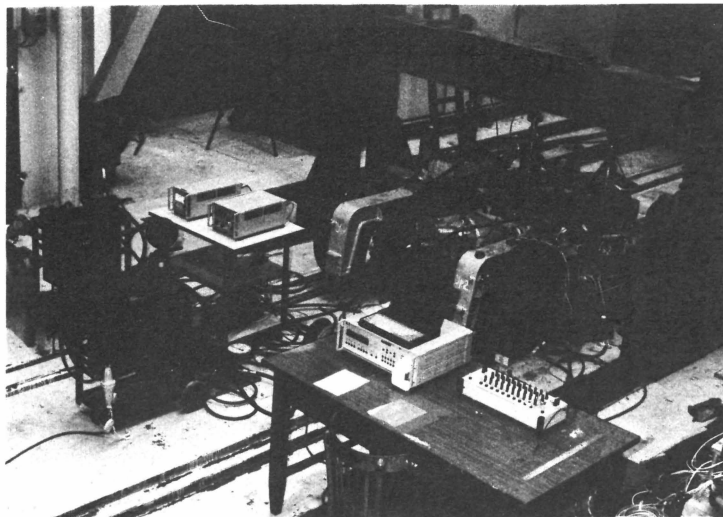
Měření bylo provedeno pro dva případy:

- | | |
|--------------------------|-------------|
| 1) - prázdná tramvaj | - značeno P |
| 2) - plně ložená tramvaj | - značeno L |

ROZMÍSTĚNÍ TENZOMETRŮ NA RÁMU PODVOZKY 7RO



obr.č. 1



obr.č.2

Výsledky tohoto měření jsou v tabulce č. 1.

tab.č.1

Napětí rámu při statickém zatížení		
Č.T.	P	L
	[MPa]	[MPa]
2	39,3	75,5
5	-21,6	-36,5
8	30,3	56,5
10	-27,5	-50,6
12	-66	-123,4
16	38,5	73,6
21	-27,4	-48,4
22	-24,4	-45,1
25	-31,2	-60,8

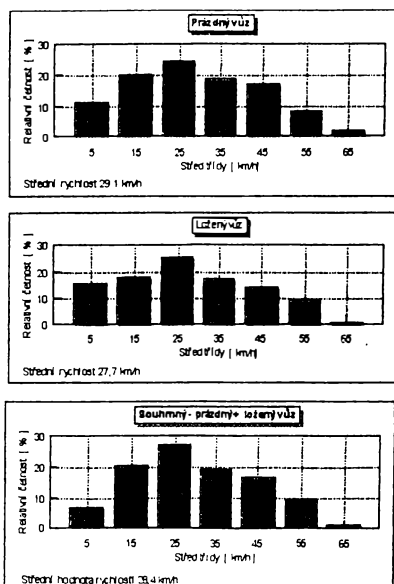
Jízdní zkoušky

Pro jízdní zkoušky byly podvozky zavázány pod skříň tramvaje T3. Po zajišťování proběhu jednotlivých tramvají a po prostudování traťových poměrů byly zvoleny tyto měřicí úseky:

- 1) jízda na přímé trati v rychlostním rozpětí 0 - 72 km/h
- 2) jízda v městském provozu s prázdnou tramvají
- 3) jízda v městském provozu s plnou tramvají

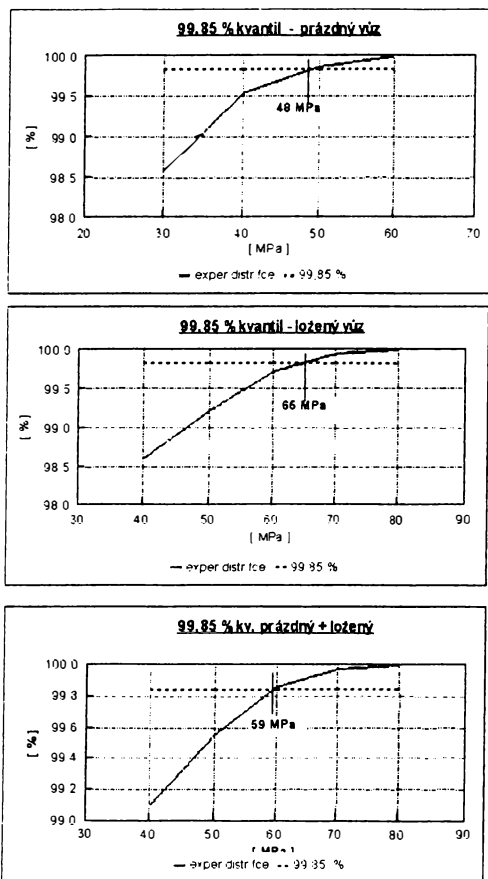
příčemž úseky tratě v bodě 2) a 3) byly vybrány tak, aby zahrnovaly přímou trať, oblouky a typ svršku odpovídající co nejvíce skutečnému provozu. Rozložení rychlosti při jízdě městem je znázorněno na obr.č.3.

Rozdělení rychlostí při jízdách na trati KARTOUZSKÁ - MALOMĚŘICE a zpět



obr.č.3

Vyhodnocení 99,85 % kvantilů amplitud napětí pro č.T 10



obr.č.4

Provozní spektrum bylo uvažováno jako souhrn 50 % jízdy prázdného vozu, 50 % jízdy loženého vozu se zastoupením 1/3 jízdy na přímé trati a 2/3 jízdy na trati s oblouky. Materiál používaný na konstrukci podvozku je 11458 s mezí únavy pro tah - tlak $\sigma_c = 180$ MPa.

Naměřené a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 2

Napětí σ [MPa]

tabulka č. 2

Faktory pro výp. n	Místo rámu - tensometr č.								
	2	5	8	10	12	16	21	22	25
σ_c	180	180	180	180	180	180	180	180	180
σ_a	27	36	31	59	48,5	26	27	28	34
σ_m	75,5	-36,5	56,5	-50,6	-123,4	73,6	-48,4	-45,1	-60,8
ψ	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
k	1,68	1,68	2,67	1,68	1,63	1,53	2,67	2,67	1,68
n	2,6	2,8	1,8	1,7	2	2,9	2,3	2,3	2,8
K_1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
K_2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
γ	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
m	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
β	1,1	1,1	1,75	1,1	1,1	1	1,75	1,75	1,1

Závěr

Při jízdách zkoušek podvozku 7Ro provedených v traťových podmínkách DP m. Brna a provozních režimech odpovídajících běžnému provozu tramvaje (rozjezd, výběh, brzdění, tratě přímé a oblouky) pro prázdný i ložený vůz nebyla v žádném místě konstrukce překročena dovolená hodnota koeficientu bezpečnosti k mezi únavy a rám podvozku z pevnostního hlediska vyhovuje.

Ing. Václav Kraus
ŠKODA
DOPRAVNÍ TECHNIKA s.r.o.
Plzeň
tel. 019-77 35738

Ing. František Kápl
ŠKODA
DOPRAVNÍ TECHNIKA s.r.o.
Plzeň
tel. 019-77 35782