

## MĚŘENÍ A ANALÝZA PROVOZNIHO NAMÁHÁNÍ TROLEJBUSŮ A AUTOBUSŮ

---

Zajištění provozní spolehlivosti trolejbusů a autobusů z hlediska pevnosti a životnosti jejich nosné konstrukce je spojeno s úlohou optimalizovat jejich dynamicko-pevnostní vlastnosti i konstrukční, materiálové a technologické provedení rozhodujících dílců a uzlů. K vyřešení této úlohy je nezbytná znalost provozního namáhání, které má v případě vozidel výrazně dynamický charakter s únavovými účinky. Provozní namáhání je zpravidla nutno určit na základě měření. Tuto činnost zajišťuje již řadu let ÚVZÚ Škoda Plzeň pro závod Škoda Ostrov při modernizacích a vývoji nových typů trolejbusů a v poslední době také u autobusů s.p. Karosa Vysoké Mýto.

Na základě tenzometrických měření se provádí experimentální analýza napětí typických konstrukčních uzlů, které se v konstrukci vozidla vícenásobně opakují (např. styčníky profilů karoserie) a těch částí konstrukce, v jejichž oblasti dochází při provozu k přenosu největšího zatížení (držák předního pérování, nosník pérování zadní nápravy, přední a zadní části podvozkového rámu, kloubové spojení dvoučlankových vozů). Po celé konstrukci vozidla bývá rozmístěno několik stovek tenzometrů. Je snaha podchytit jak napětí v oblastech výrazných konstrukčních a technologických vrubů, tak nominální napětí rozhodujících konstrukčních prvků. Měření se provádí při statických a dynamicko-pevnostních zkouškách.

Cílem statických zkoušek je ověření cest vedoucích k optimalizaci dimenzí konstrukčního systému vozidla a jeho částí z hlediska vhodného rozložení pole napětí a přetvoření systému při statickém zatížení. Při statických zkouškách se modeluje zejména užitečná zátěž a torzní deformace vozu. Při měření se zpravidla využívá některá vícemístná měřicí ústředna (např. UPM 60, UPM 100).

Cílem dynamicko-pevnostních zkoušek je ověření vlastností systému z hlediska přípustnosti degradačních (zejména únavových) účinků provozního namáhání v kritických místech konstrukce. Provádějí se stendové a provozní zkoušky.

Stendové zkoušky jsou vhodné pro ověřování různých variant při vývoji nové konstrukce vozidla, jejíž úpravy lze vhodně provádět v laboratorních podmínkách. Při stendových zkouškách se vnější buzení simuluje pomocí počítačem řízeného elektrohydraulického zatěžovacího zařízení (fy Schenck), na jehož servoválcích je vozidlo ustaveno. Nejčastěji se simuluje přejezd příčné překážky oběma koly současně.

Při provozních zkouškách se namáhání vyvozuje jízdou zkušebního vozidla přes nerovnosti modelových a nebo reálných zkušebních tratí.

Modelové zkušební tratě jsou vytvářeny pomocí umělých normovaných překážek ve tvaru válcové úseče o výšce 60 mm a šířce 500 mm, které se vkládají do dráhy kol vozu. Systematicky se sleduje vliv umístění nerovnosti na vozovce (přejezd levými, pravými nebo oběma koly), vliv přejezdu přední nebo zadní nápravou, vliv zatížení (prázdný vůz, 100% užitné zátěže, 50% přetížení) a vliv rychlosti jízdy (30, 40, 50 km/h).

Na základě analýzy pole modelových provozních napětí a požadavků na spolehlivost z hlediska provozní pevnosti a životnosti se v konstrukci vozidla určí oblasti a jejich konkrétní místa, které je nutno podrobit důkladnější analýze při zkouškách na reálných tratích. Tyto zkoušky umožňují:

- posoudit extrémní hodnoty namáhání dosahované ve skutečných provozních podmínkách,
- získat potřebné vstupní údaje pro výpočtové posouzení provozní únavové pevnosti a životnosti rozhodujících konstrukčních uzlů,
- upřesnit podklady pro simulaci provozního namáhání při laboratorních zkouškách rozhodujících dílčích částí konstrukce, které bývají nezbytnou součástí experimentálního výzkumu a při nichž lze provést také velmi podrobnou analýzu pole napětí a deformace od provozního zatížení.

Při zkouškách na stendu a modelové zkušební trati vyvolává impuls od přejezdu přesně determinované překážky v systému vozidla charakteristický průběh napěťové odezvy. Vyhodnocuje se především maximální amplituda (resp. rozkmit) a střední hodnota působícího napětí (obr.1). Používáme záznam pomocí přímopísacího oscilografu, což umožňuje sledovat značný počet míst najednou a prakticky okamžitě vyhodnocovat naměřené hodnoty.

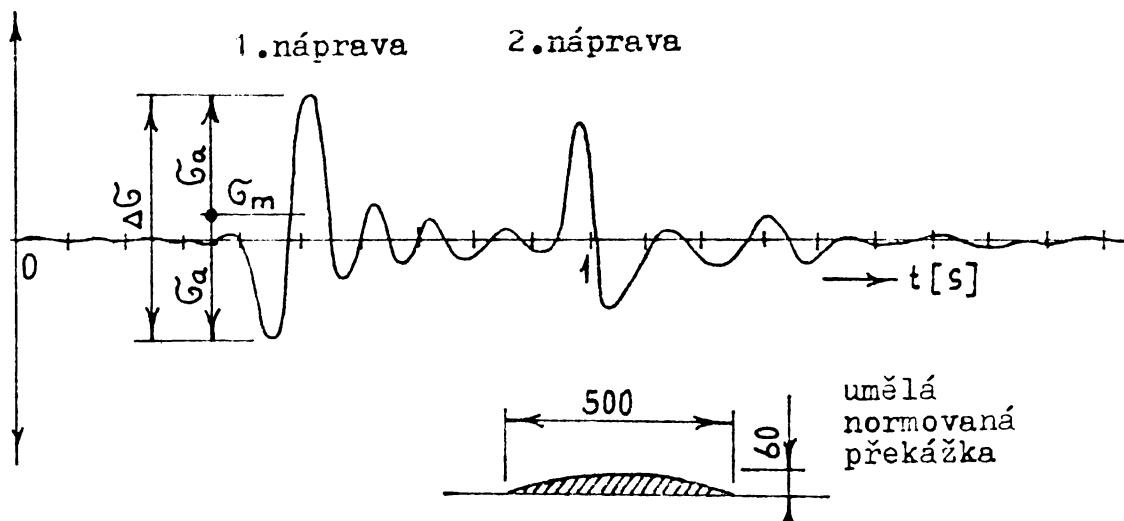
Při jízdě vozidel po reálných tratích mají průběhy napěťové odezvy charakter náhodného procesu (obr.2). Záznam provádíme nejčastěji pomocí měřícího magnetofonu a analogové signály dodatečně zpracováváme a vyhodnocujeme pomocí měřicí a vyhodnocovací linky, která je postavena na bázi osobního počítače a jeho dalšího dovybavení, včetně široké palety firemních i vlastních programů pro analýzu procesů provozního namáhání ve frekvenční i amplitudové oblasti (obr.3,4).

Měření a analýza provozního namáhání představuje významnou součást experimentálního řešení provozní pevnosti a životnosti nosné konstrukce trolejbusů a autobusů. V efektivní kombinaci s výpočtovými postupy lze stanovit zásady pro konstrukční provedení vozidel, navrhnout nezbytné úpravy důležitých částí a uzlů a opatření k dosažení požadované životnosti.

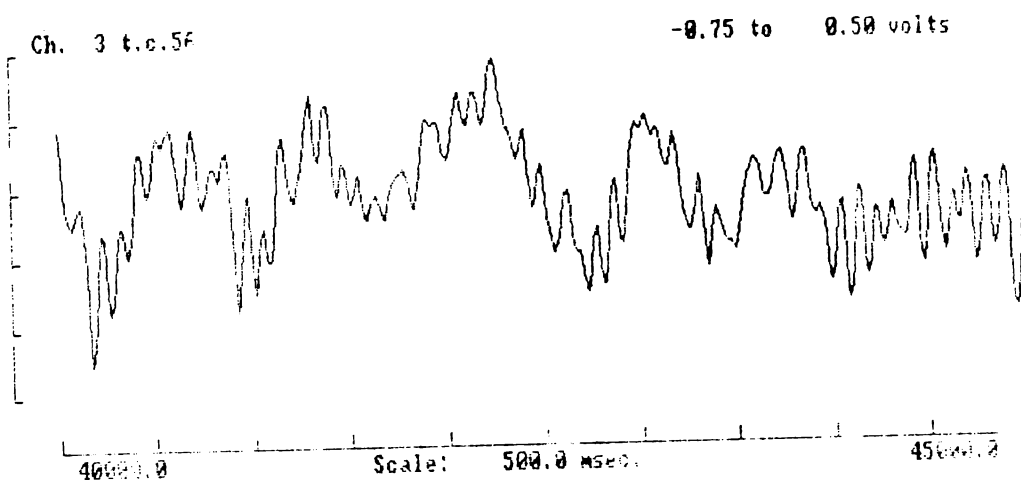
---

Ing. Miloslav Kepka, CSc.  
Jan Frémund

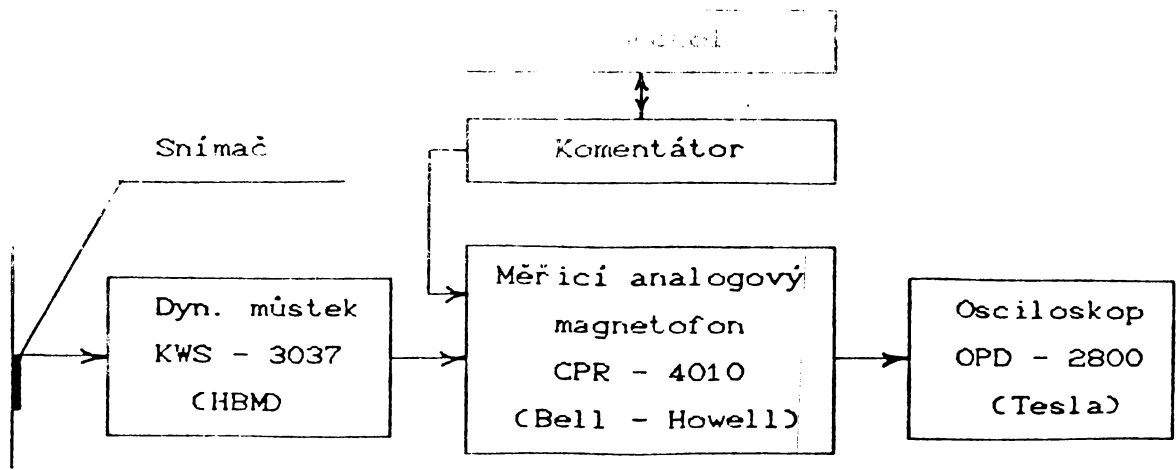
ÚVZÚ Škoda, Tylova 57, 316 00 Plzeň



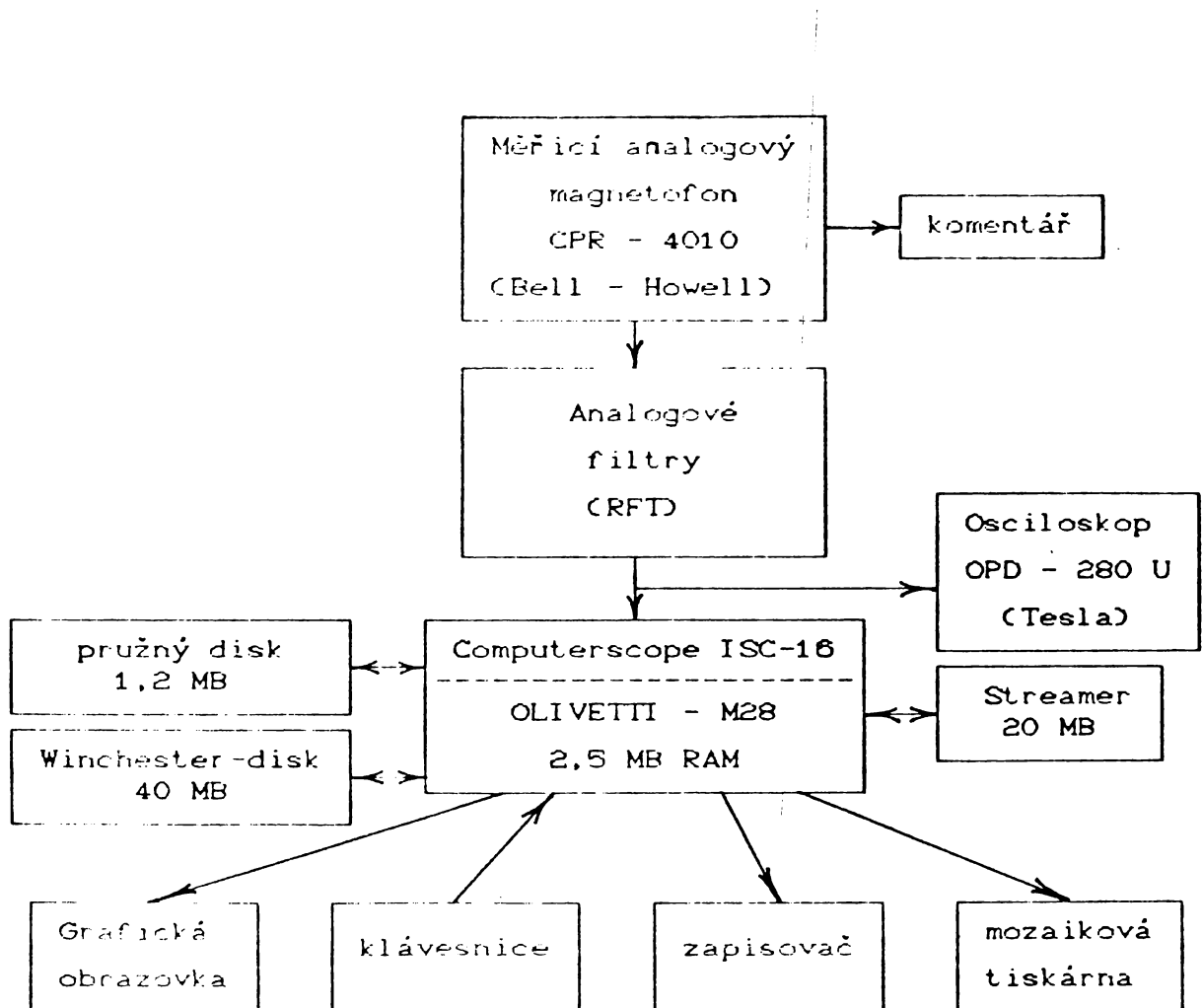
Obr.1 - Charakteristický průběh napěťové odezvy konstrukce vozidla od přejezdu umělé normované překážky, resp. její simulace při stendových zkouškách.



Obr.2 - Analogový signál náhodného průběhu napěťové odezvy konstrukce vozidla při jízdě přes nerovnosti reálné trati.



Obr. 3 - Schéma měřicí linky



Obr. 4 - Schéma vyhodnocovací linky