

Setrvačnickový brzdový stav ČD

Klíčová slova: *brzda kolejových vozidel, brzda kotoučová, brzda špalíková, obložení brzd, vlastnosti třecí, zkoušení.*

Vznik zkušebního stavu, historické souvislosti a vývoj

V polovině 70. let se začaly v projektování osobních železničních vozů uplatňovat požadavky na zvyšování technických parametrů, kromě jiného také na jízdní rychlost. Se zvyšováním rychlosti se samozřejmě zvyšují i požadavky na brzdicí účinek a odpovídající brzdovou výstroj, zejména na její mechanickou část. Ukázalo se, že požadavkům na vysokorychlostní brzdy vyhovují brzdy kotoučové. Vývoji kotoučových brzd byla věnována pozornost předních evropských výrobců železničních vozů a vyspělých železničních správ.

V tehdejší Československu probíhaly od r. 1975 dlouhodobé provozní zkoušky vozu Bai vystrojeného pro vývojové účely podvozky s kotoučovou brzdou. Získané zkušenosti ukázaly, že zvolené brzdové kotouče a brzdové obložení - tehdy tuzemské výroby - prokazují dobré vlastnosti spolupracujícího třecího páru. Provozní zkoušky však také ukázaly, že některé vlastnosti, zejména součinitel tření brzdového obložení, je možné zjišťovat na zkušebním zařízení - brzdovém zkušebním setrvačnickovém stavu – a to rychleji, přesněji a s mnohem menšími náklady.

Z tohoto důvodu bylo koncem r. 1978 v tehdejší Výzkumném ústavu kolejových vozidel (VÚKV) rozhodnuto o řešení úkolu, jehož cílem byl projekt a posléze konstrukce a realizace brzdového setrvačnickového zkušebního stavu.

Realizace takového zkušebního stavu tzv. „na zelené louce“ by byla velmi finančně náročná a zřejmě by nebyla ani investičně proveditelná. Ve fázi projektu po konzultaci s odborníky Českého vysokého učení technického, katedry spalovacích motorů automobilů a kolejových vozidel, sledoval konstruktérský tým VÚKV možnost využití některého ze stávajících zařízení s rotující setrvačnou hmotou.

Ing. Pavel Janoušek, nar. 1950, ČVUT Praha, fakulta strojní, obor manipulační stroje a dopravní zařízení 1973, ČD VÚŽ, vedoucí oblasti kolejových vozidel.

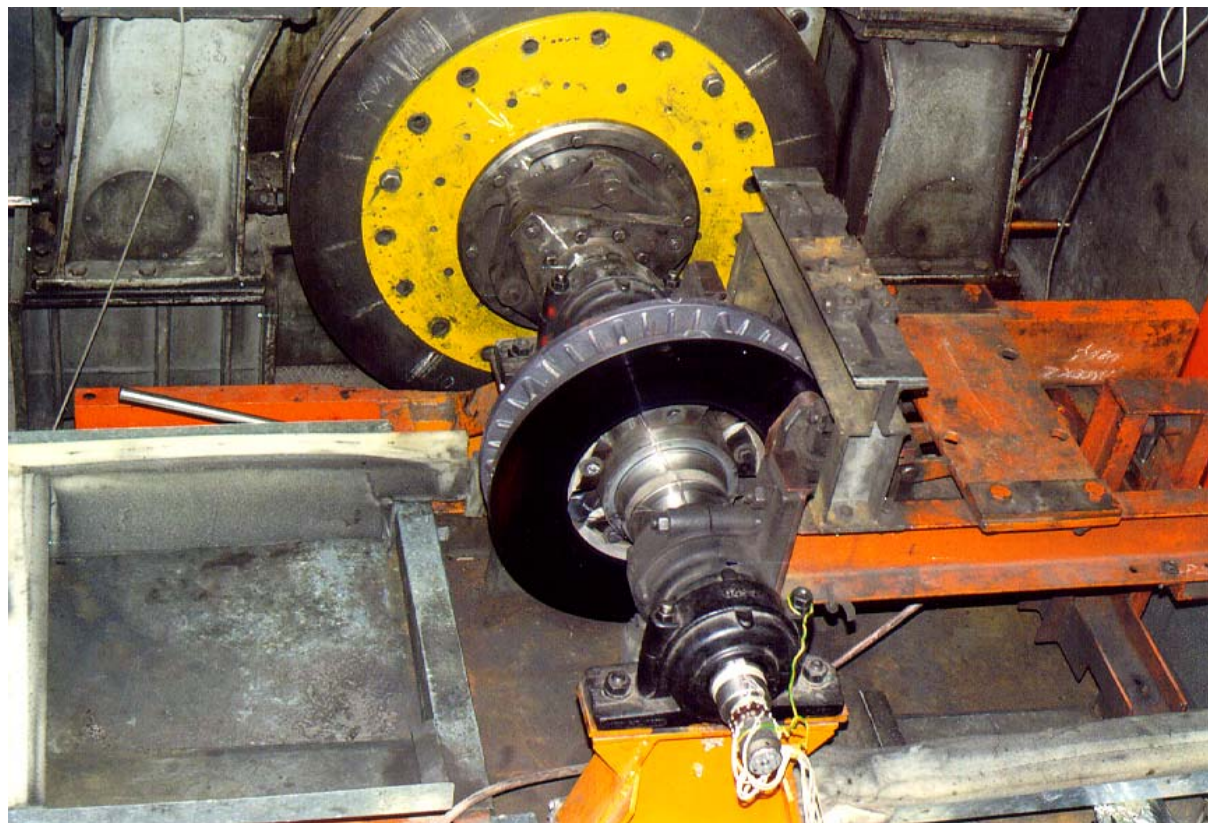
Ing. František Karfík, nar. 1936, VŠDS Praha, fakulta strojní, obor konstrukce kolejových vozidel 1960, ČD VÚŽ, vedoucí oddělení brzd.

Existující zařízení – zejména v automobilovém průmyslu – však neměla požadované technické parametry odpovídající parametrům železničních brzd.

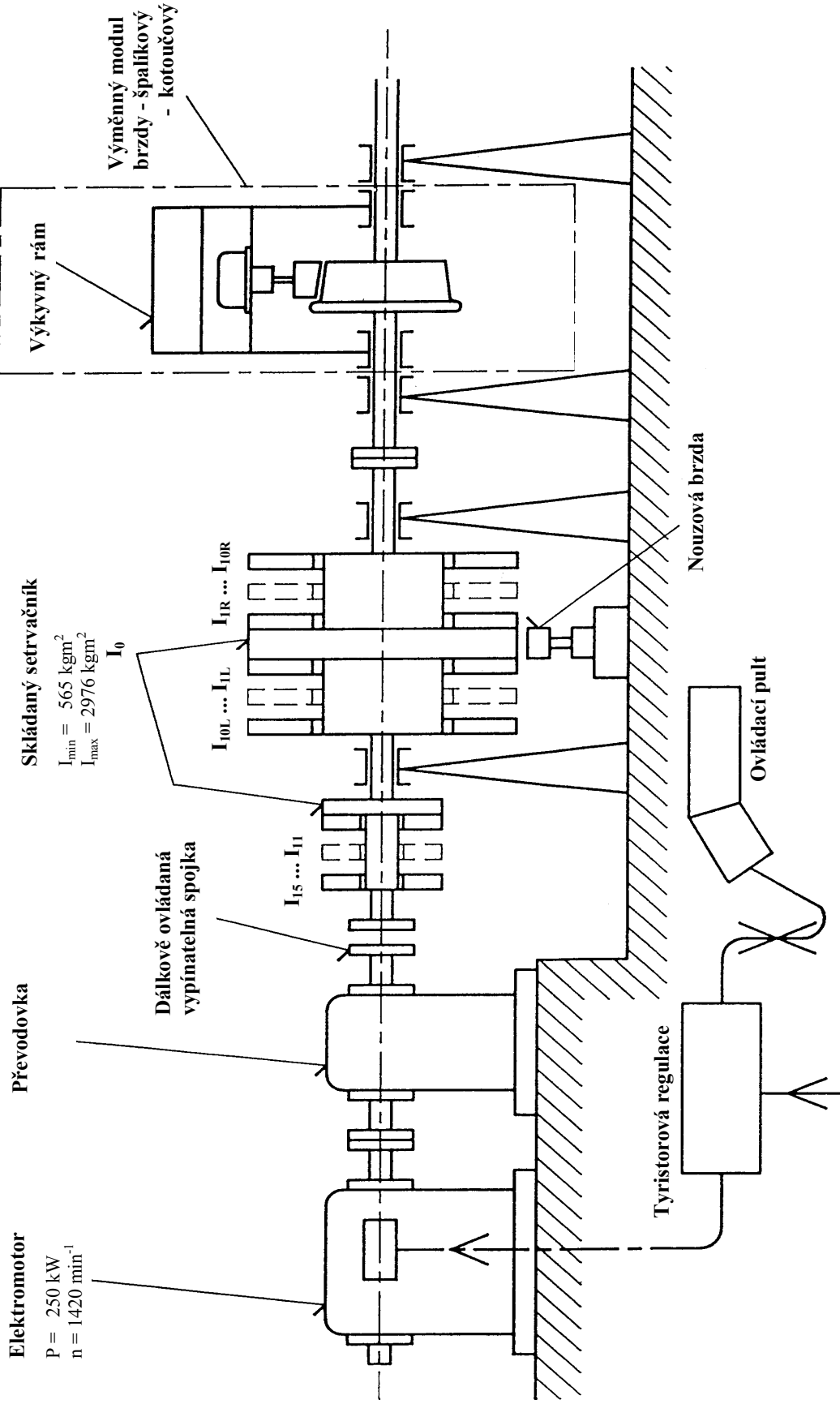
Ve Výzkumném a zkušebním leteckém ústavu (VZLÚ) v Praze – Letňanech bylo však již od počátku 60. let v provozu unikátní zkušební zařízení pro zkoušky leteckých podvozků (tzv. padostroj). Jeho setrvačné hmoty, požadovaný výkon a moment jakož i otáčky soustrojí hnacího motoru se ukázaly jako využitelné pro železniční aplikaci. Navíc technické a stavební řešení padostroje umožňovalo vytvoření a konstrukční napojení nástavby, která by umožnila zkoušet železniční kotoučové brzdy.

Po vzájemné dohodě VÚKV a VZLÚ proběhly ve VÚKV konstrukční práce a posléze výroba jednotlivých strojních částí této nástavby.

Konstrukce nástavby pro zkoušení železničních brzd byla původně zaměřena na řešení zařízení pro zkoušky kotoučové brzdy. Postupem času se však začalo uvažovat také o možnosti provádění zkoušek špalíkové brzdy, tedy o možnosti instalace železničního kola jako zkušebního tělesa na zkušebním hřídeli. S tímto záměrem byl zkonstruován základní rám. Práce pokračovaly tak, že v listopadu 1979 byla nástavba pro železniční brzdy napojena na existující zkušební část padostroje a takto vzniklý zkušební setrvačnickový brzdový stav železničních brzd byl uveden do ověřovacího provozu.



Setrvačnickový brzdový stav ČD



Homologace stavu jako zkušebního zařízení ČD

Projekt a konstrukce nástavby železniční brzdy respektovala požadavky tehdy platného vydání vyhlášky UIC 541-3 „Brzda – kotoučové brzdy a obložení“. V této vyhlášce jsou uvedeny nejen požadavky na vlastnosti brzdového obložení kotoučové brzdy pro účely jeho použití na vozech v mezinárodním provozu, ale v příloze 5 také požadavky na zařízení - zkušební stav, na němž mají být vlastnosti obložení pro mezinárodní přípuštění ověřovány. Vyhláška zároveň uváděla seznam zkušebních stavů způsobilých pro takové zkoušky a to zcela jednoznačně stavů drážních, nikoliv zkušebních stavů průmyslu vyrábějícího brzdová obložení. Byly to v té době stavy DB, SNCF a FS. Tyto přípuštěné stavy vzájemně ověřené porovnávacími zkouškami byly považovány za homologované a proces jejich ověřování byl označován jako mezinárodní homologace stavu.

Tuzemský průmysl, vyrábějící a dodávající brzdové obložení pro vozy ČSD, projevil zájem o mezinárodní přípuštění (homologaci) vyráběného obložení s cílem vyhovět potřebám ČSD při nasazování těchto vozů do mezinárodního provozu. Potřebné homologační zkoušky obložení však bylo nutno provést na některém tehdy homologovaném zkušebním stavu a to za dosti nákladných finančních podmínek (tehdy ve valutách). Na základě výsledků oponentního řízení úkolu zaměřeného na zavádění kotoučové brzdy v podmínkách ČSD, kterého se účastnili odpovědní pracovníci Ministerstva dopravy, specialisté odborných útvarů ČSD a zástupci průmyslu kolejových vozidel a dodavatelů brzdových komponentů, bylo rozhodnuto o realizaci záměru homologovat brzdový setrvačnickový stav ve VZLÚ. Zcela logicky bylo rozhodnuto o zastřešující funkci ČSD jako provozovatele drážního stavu a o účasti odborníků oddělení brzd Výzkumného ústavu železničního (VÚŽ) na procesu homologace.

Vznikl tak tvůrčí tým specialistů VZLÚ, VÚKV a VÚŽ, který zabezpečoval náročné úkoly spojené s přípravou a konečně s úspěšným provedením homologace zkušebního stavu, v roce 1986 byl zkušební stav homologován a prezentován ve vyhlášce UIC 541-3 jako způsobilý zkušební setrvačnickový brzdový stav původně ČSD, nyní ČD.

V současné době homologované zkušební stavy uvedené ve vyhlášce UIC 541-3 jsou v následující tabulce.

SEZNAM ZKUŠEBNÍCH BRZDOVÝCH STAVŮ UIC pro realizaci připouštěcích zkoušek (vyhláška UIC 541-3, 4. vydání z 1. 7. 1993, příloha 5, kap. 6.3)			
žel. správa	místo	pozn. VÚŽ	dokumentace
DB	Minden		
FS	Florencie		RP 8 výboru znalců B 126
SNCF	Vitry	¹⁾	
CFR	Bukurešť		
ČD	Praha		ERRI B 126.3
PKP	Poznaň	²⁾	

¹⁾ Jde o brzdový zkušební stav označený MF1 pro rychlosti do 320 km/h. V r. 1998 byl chválen stav SNCF/MF3 pro rychlosti do 350 km/h (projekt ERRI B 126/RP26)

²⁾ Brzdový stav v Poznani nebyl rekalibrován a bude nahrazen novým stavem ve Varšavě, který je v procesu schválení.

Proces zajišťování homologace obsahoval nutné technické úpravy stavu v souvislosti se splněním všech požadavků vyhlášky UIC 541-3, jednání v odborné komisi ORE (nyní ERRI) a brzdové subkomisi UIC, vlastní technická řešení pro simulaci zkušebnímu programu, měření, vyhodnocení a organizační zajištění tohoto procesu. Základem byl úspěšný výsledek zkoušek s referenční třecí dvojicí kotouče a brzdového obložení a jejich porovnání s výsledky zkoušek provedených paralelně na zkušebním stavu DB v Mindenu. Také kontrola nastavení a kalibrace rozhodujících měřených veličin (rychlost, dráha, přitlačná síla, tečná síla) byla provedena pracovníky Zkušebnímu ústavu DB v Mindenu na zkušebním stavu ČSD během porovnávacích zkoušek.

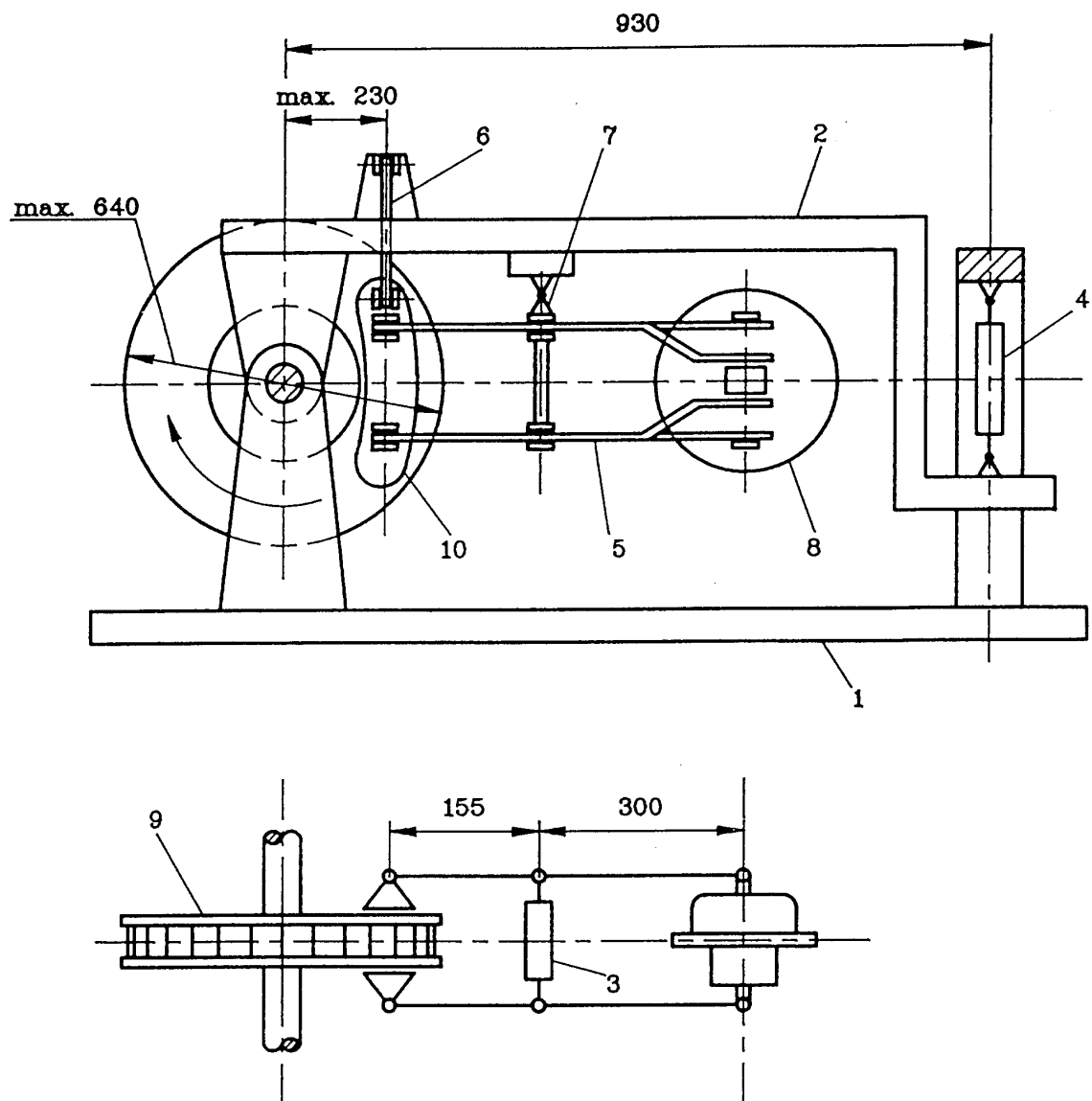
Od původního technického řešení v době prvního uvedení do provozu koncem 80. let prošel jak zkušební stav pro železniční brzdy, tak i základní zařízení padostroje řadou technických úprav a inovací.

Ty byly vyvolány změnami požadavků vyhlášek, neustálým upřesňováním a zpřísňováním zkušebních podmínek a do značné míry i obecným technickým pokrokem v oblasti měření, vyhodnocení, regulace a řízení zkoušek.

Změny se týkaly spojky pro přenos krouticího momentu ze setrvačnicku na nastavbu železniční brzdy, zkrápěcího zařízení pro provádění zkoušek za mokra, projektu a výroby špalíkového modulu, změny původního řízení hnacího soustrojí systémem Ward-Leonard na tyristorovou regulaci, několikeré inovace ventilační soustavy a zcela zásadních inovací měřicího a vyhodnocovacího řetězce s přechodem na konečnou verzi s měřicím počítačem.

Současná vyhláška 541-3 bude v nejbližší době nahrazena novým vydáním, které už nebude obsahovat požadavky na zkušební stavy, ale odkáže v této věci na dokument ERRI B 126/RP 18 „Požadavky na brzdové stavy pro mezinárodní připouštění třecích materiálů“. Tento materiál je velmi obsáhlý, podrobný a daleko důkladnější, než je znění původní vyhlášky. Svým obsahem i rozsahem se vymyká možnosti být uplatněn v časopiseckém článku informativního charakteru byť jen uvedením detailů. Je nutno brát v úvahu problém citací, protože text podléhá copyrightu ERRI.

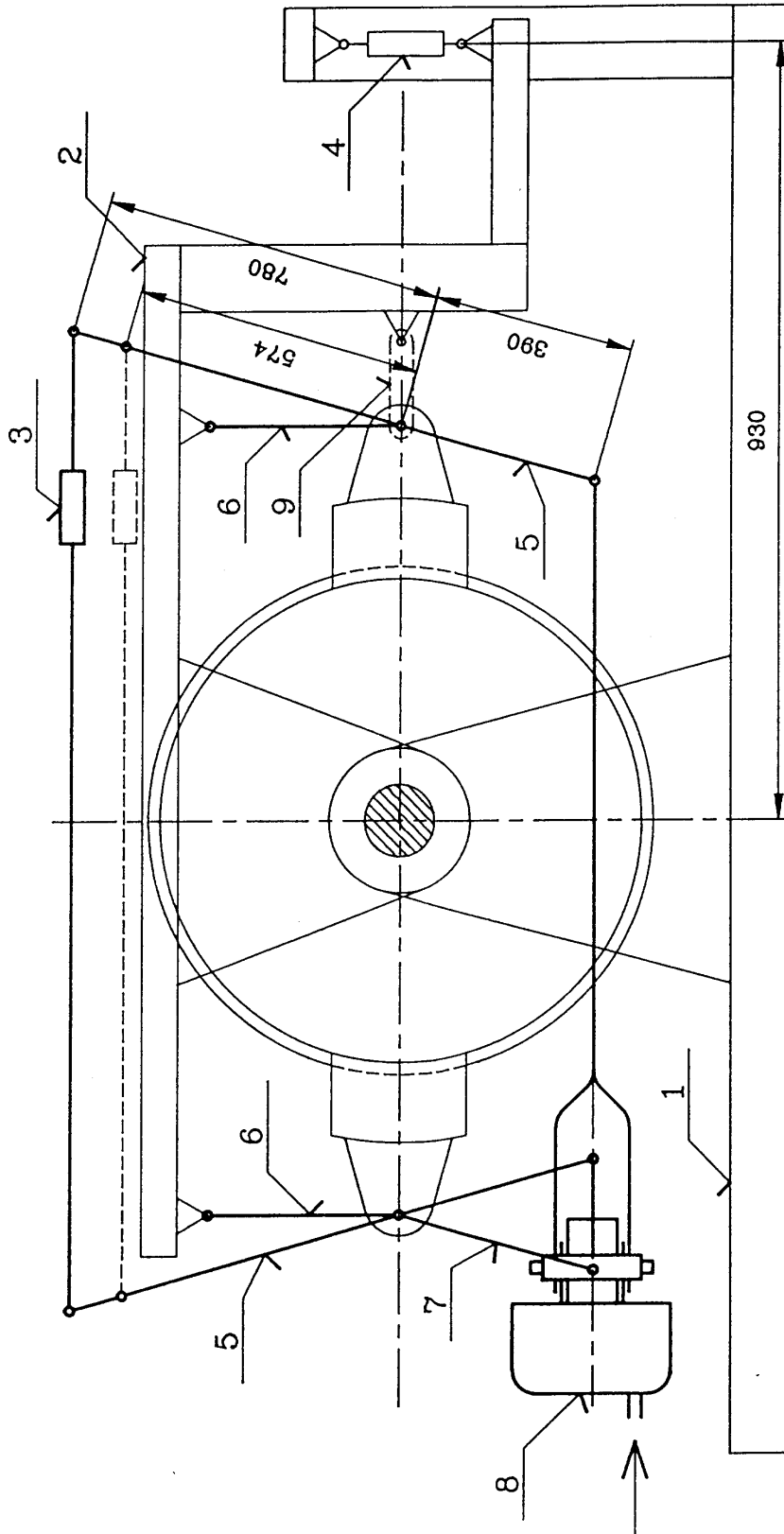
Schéma modulu kotoučové brzdy



- 1 Rám
- 2 Výkyvný rám
- 3 Snímač přítláční síly F_b
- 4 Snímač tečné síly F_t
- 5 Páka

- 6 Závěska
- 7 Závěs brzdové jednotky
- 8 Brzdový válec
- 9 Brzdový kotouč
- 10 Brzdová čelist

Schéma modulu špalíkové brzdy



- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 Rám
 2 Výkyvný rám
 3 Snímač přítláčné síly F_b
 4 Snímač tečné síly F_t
 5 Pálka</p> | <p>6 Závěska
 7 Závěs brzdového válce
 8 Brzdový válec
 9 Kotevnik pro jednostranné brzdění</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

V současné době disponuje zkušební stav následujícími vlastnostmi a technickými parametry:

Maximální otáčky hnacího hřídele:	1420	1/ min
Maximální zkušební rychlost (vztaženo na průměr kola 890 mm):	238	km / h
Simulace zkušebních podmínek regulací brzdicí síly, otáček nebo brzdicího výkonu		
Maximální výkon:	250	kW
Maximální brzdicí moment:	45	kNm
Momenty setrvačnosti v rozmezí:	565	kgm ² až 2976 kgm ²
Odpovídající hmoty vztažené na kotouč nebo kolo (vztaženo na průměr kola 890 mm) v rozmezí:	2853	kg až 15028 kg
Kotoučová brzda:	brzdový kotouč	640, 610, 590 mm
	brzdové obložení	200, 175 cm ²
Špalíková brzda:	průměr kola	max. 1000 mm
	jednostranné brzdění, oboustranné brzdění	
	jednoduché nebo dvoušpalíkové zdrže	

Tyristorová regulace pohonu stavu

Ventilace regulovaná plynule v závislosti na rychlosti jízdy (otáčkách stroje)

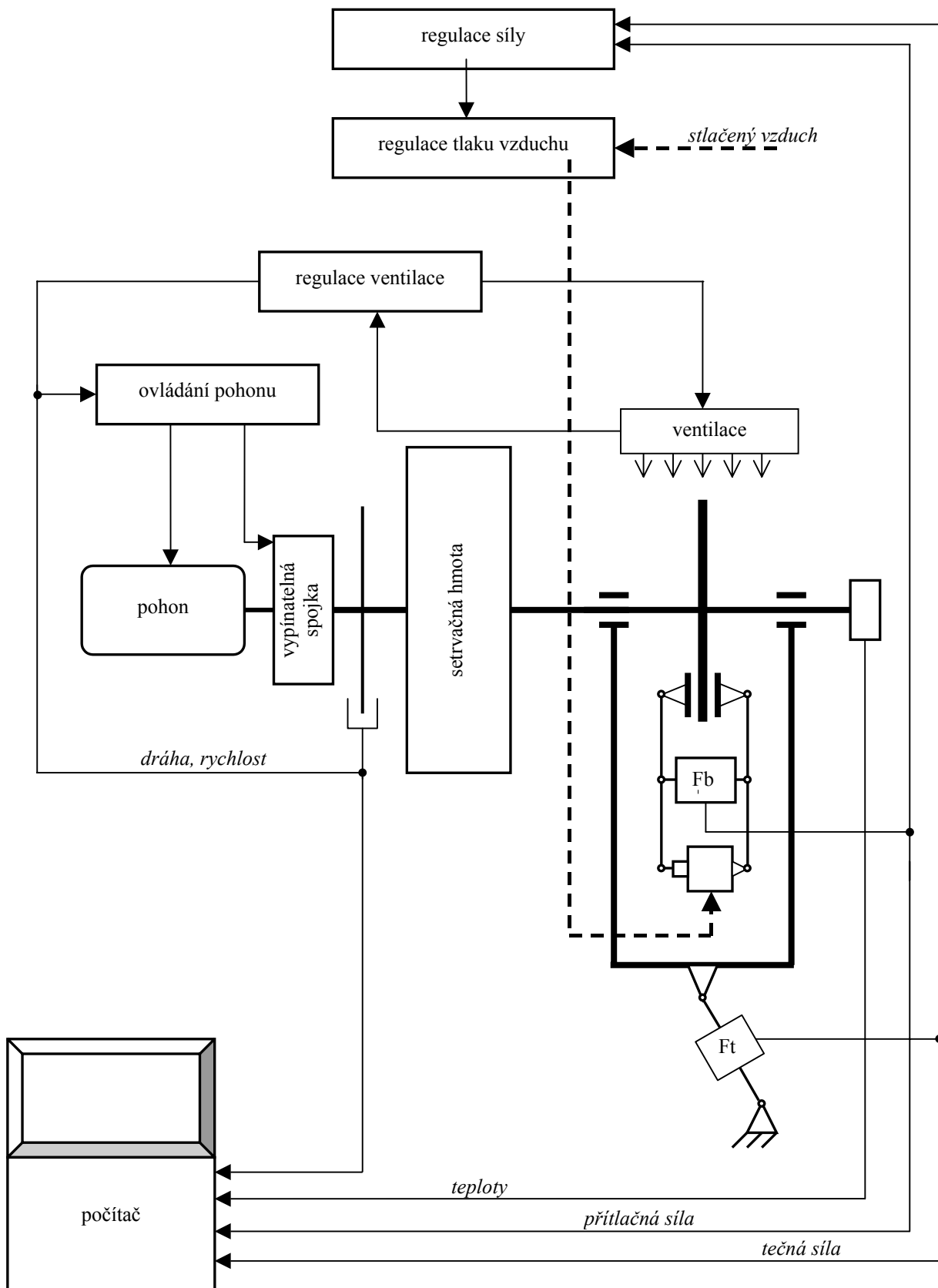
Simulace zkoušek za vlhka umělým zkrápěním vodou

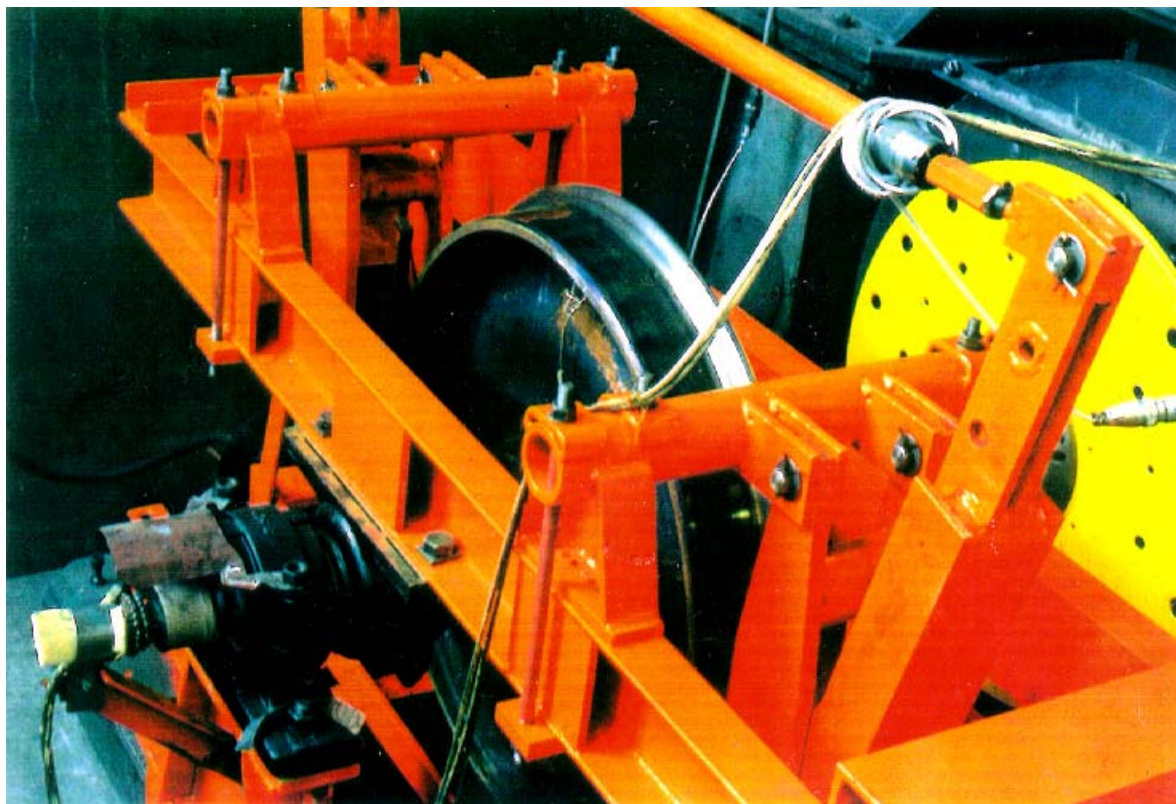
Možnost provádění zkoušek podle zkušebních programů vyhlášek UIC 541-3 (kotoučová brzda), UIC 541-4 (nekovový špalík), UIC 510-5 (homologace celistvého kola) a zkoušek podle specifických programů pro ověřování třecích vlastností, opotřebení, trvanlivosti a životnosti komponentů třecích brzd

Přímá registrace hodnot s vyhodnocením a zobrazením pomocí počítače

Měření a registrace sil, rychlosti, dráhy a teplot včetně vyhodnocení součinitele tření, jejich zpracování, vyhodnocení a zobrazení pomocí počítače

Schéma ovládání a měřicího řetězce





V souvislosti s přechodem na evropský systém činnosti akreditovaných zkušebních laboratoří ve smyslu ČSN/EN 45 001 byl do něj zahrnut i setrvačnickový zkušební brzdový stav ČD včetně systému měření, vyhodnocení a převzetí zkoušek podle vyhlášek UIC 541-3 a 541-4 jako akreditovaných zkoušek, jež jsou součástí Příručky jakosti zkušební laboratoře.

Kromě toho je v rámci UIC respektována iniciativa ERRI sledující zabezpečení kvality a shody výsledků zkoušek prováděných na různých zkušebních stavech zakotvená ve zprávě ERRI B 126/RP 18 „Požadavky na brzdové zkušební stavy pro mezinárodní přípuštění třecích materiálů“. Podle této zprávy se předpokládá čtyřletá periodická kontrola přípuštěných zkušebních stavů pravidelným prováděním porovnávacích zkoušek na základě stanoveného programu se shodnou (referenční) třecí dvojicí obložení a kotouče. První taková periodická kontrola proběhla v r. 1997/98 na zkušebním stavu ČD a současně na stavech CFR a FS. Výsledky uvedené v technickém dokumentu ERRI B 126/DT 359 spolu s kladným hodnocením a doporučením na prodloužení mezinárodního přípuštění bylo potvrzeno brzdovou subkomisí UIC na 196. zasedání brzdové subkomise UIC v lednu 2000.

V Praze, únor 2001

Lektoroval: Prof. Ing. Jaroslav Šíba, DrSc.
ČVUT Praha