

Vědeckotechnický sborník ČD

č. 09/2000

Dějiny, současnost a budoucnost železničního výzkumu

Klíčová slova: *železnice, historický vývoj, výzkum, technický vývoj, zkušebnictví, akreditace, homologace, notifikace.*

Železnice byla v době svého vzniku v 19. století mimořádným, pro naši generaci už nepředstavitelným impulsem

- k rozvoji mobility lidí, expanzi obchodu, následně pak ke kulturnímu rozvoji celé společnosti,

ale i

- k dalšímu rozvoji technického rozvoje samotného, rozvoji jeho metod, k rozvoji procesu výzkumu, vývoje a výroby strojů, staveb a zařízení, k rozvoji nových technologií.

Tato dějinná úloha, která byla technice a technologii dopravy vlastní, v průběhu 160 let nezanikla, i když priority v průkopnictví převzal v začátku 20. století automobilismus, o 20 - 30 let později letectví a po přelomu poloviny 20. století i kosmonautika.

Z tohoto pohledu je možno železnici považovat jako rodnou půdu k rozvoji cílevědomého systematického výzkumu a vývoje ve všech druzích dopravy.

Je možno charakterizovat zhruba tři historická období podle přístupů k rozvoji železnice:

I. Období začátků železnic

Je charakterizováno řemeslnou výrobou železničních zařízení, lokomotiv a vozů. Železniční stavitelství přejímalo zkušenosti stavitelství vojenského. Výroba kovových materiálů se opírá o malé hutní provozy. Poznatky se získávaly empiricky, provozními zkušenostmi.

Odstraňování provozních poruch a odhalování příčin havárií vytvářejí první náznaky systematické výzkumné práce založené na obecných vědeckých poznatcích fyziky a přírodních věd.

V závěru tohoto období se postupně přechází do úrovně továrních výrob. Časově toto první období končí s koncem 19. století a uzavírá ho 1. světová válka.

II. Meziválečné období modernizace železniční techniky a rozvoje sítí

Po obnově válečných škod se konsolidovaly tovární výroby a vznikají při nich konstrukční kanceláře. Vytvářejí se institucionální prvky železničního výzkumu v provozu železničních podniků spolupracujících s výrobcí a stavebními organizacemi při vývoji nových typů vozidel a zařízení a při vzniku nových stavebních děl. Častou organizační formou jsou zkušební laboratoře a skupiny pracující při přejímce nových materiálů a prostředků.

III. Období po rekonstrukci škod 2. světové války

Zásadou vysoké intenzity technického rozvoje v průběhu 2. světové války (letectví, elektronika) se v padesátých letech adaptují moderní výpočtové a experimentální metody při vývoji nových železničních technických zařízení a při řešení provozních potíží a havárií. Charakteristická je zde vysoká intenzita rozvoje elektrizace železnic, příprava zvyšování rychlosti vlaků, moderní prvky výstavby a údržby tratí a zabezpečovací technika. Rozvíjí se institucionalizace železničního výzkumu. Řada vyspělých železničních správ má více či méně rozsáhlé ústavy železničního výzkumu a zkušebnictví.

Intenzifikace využití vědy a technického pokroku na železnici je však doprovázena ohrožením dominantního postavení železnice v zajišťování mobility lidí a zboží. Na dopravním trhu dochází k ostrému boji o zákazníka, železnice reagují vyššími a vysokými rychlostmi a razantními změnami technologií v nákladní dopravě. Železniční výzkum je systematicky vytěžován v hledání nových trendů, železniční správy podceňující strategické předstihové aktivity ztrácejí svoji perspektivu na trhu.

Účast při rozvoji železnic a železničních výzkumů v teritoriích České a Slovenské republiky je ovšem pozoruhodná.

V prvním období (I):

Geografické těžiště rozvoje železnic ve svých prvopočátcích leželo v zemích v té době průmyslově nejvyvinutějších, tj. v Anglii 19. století a následně v Německu. Území tehdejšího Rakousko-Uherska rychle následovalo a značný podíl na rychlém rozvoji v jeho teritoriích měl vzrůstající strojírenský průmysl i stavebnictví v samotném Rakousku i v českých zemích.

V druhém období (II):

V druhém období ovlivněném pro železnice na území Čech, Moravy a Slovenska, vznikem samostatného státu Československa po 1. světové válce, se Československé státní dráhy velmi čile účastnily rozvoje železnic jak výstavbou dalších tratí v již tehdy bohatě rozvinuté síti, tak i rozvojem vozidlového parku a zabezpečovacích zařízení. V této době vznikají zárodky výzkumných institucí, zprvu zkušební laboratoře přejímky materiálu a technické skupiny na oblastních ředitelstvích drah. V r. 1920 to bylo oddělení IX. Ředitelství státních drah v Brně pro přejímku materiálů (s podporou laboratoří vysokých škol). Náplň pak přešla do Ředitelství ČSD v Praze oddělení D. Ve 30. letech byla zřízena skupina IV/7 pro zkoušení a výzkum železničních vozidel, která navazovala na činnost skupin pracovníků Ředitelství drah, vybavených již od roku 1925 dynamometrických vozem, dodaným firmou Amsler Schaffhausen. Provozní zkušební a chemické laboratoře vznikaly ve třicátých letech ve výtopně Pardubice a v dílnách pro opravy vozidel Vrútky, Louny, Plzeň i při zásobárně v Nymburce.

Zkušební základna Ředitelství ČSD, oddělení D byla sloučením několika pracovišť soustředěna v r. 1940 v nově postavené budově v Praze - Smíchově (v objektu bývalé sklárny). Toto umístění přežilo plných 58 let a bylo zrušeno až v roce 1998 nyní probíhající výstavbou pražských silničních komunikací.

Paralelně pracující skupina pro zkoušení a výzkum vozidel IV/7, později III/5 Provozního ředitelství v Praze, spolu s již soustředěnými laboratořemi pro přejímku materiálů všech druhů, jež byly doplněny o zkoušení stavebních hmot u ČSD vytvořily základ pro zřízení **Výzkumného a zkušebního ústavu ČSD**, který opatřením Ústředního ředitele státních drah vznikl dne **14. 4. 1950**.

Ústav prováděl všechny výzkumné a zkušební práce pro celý podnik, výjimečně i pro mimodrážní zájemce.

Organizačně se členil na pět pracovních úseků:

- Výzkum a zkušebnictví železničních vozidel a mechanických zařízení
- Výzkum a zkoušení materiálu (k tomuto úseku podléhaly i provozní laboratoře)
- Výzkum dopravní a přepravní
- Výzkum stavební (stavební údržba a konstrukce)
- Výzkum elektrotechniky (energetika a zabezpečovací a sdělovací technika)

V r. 1951 byl ústav přejmenován na Výzkumný ústav železniční dopravy.

V třetím období (III):

Období začínající padesátými lety je celoevropsky začátkem éry moderní železnice se svojí fází skvělého technického rozvoje, charakterizované:

- elektrizací železnic,
- postupným zvyšováním rychlosti na 160 - 200 km/h v osobní dopravě,
- zahájením staveb vysokorychlostních tratí (220 - 300 km/h),
- rozvojem rychlé nákladní dopravy.

Postupně se rozvíjející silniční osobní i nákladní dopravou však dochází k dramatickému růstu konkurence na dopravním trhu.

Železniční výzkum je velmi náročně využíván pro hledání nových možností k úspěšnosti. Dlouhodobé úsilí umožňující v osobní dopravě dosáhnout konkurenceschopnosti nejen vůči silnici, ale i vůči určitému segmentu letecké dopravy vyústí ve vznikem samostatných vysokorychlostních tratí. V nákladní dopravě jsou však jen dílčí úspěchy a její objem stále mírně klesá.

Politické rozdělení Evropy však velmi výrazně odlišilo rozvoj železnice v Československu. Železniční doprava byla direktivním řízením hospodářství výrazně preferována, byly jí ukládány úkoly dopravy hromadných substrátů, hlavní československé tratě byly nejzatíženější i v celoevropském měřítku.

Železnice se celkem úspěšně vyrovnávala s těmito úkoly a zvládala rozsáhlou přestavbu na elektrickou a motorovou trakci. Úspěšně se podílel na technologických a technických úkolech i Výzkumný ústav železniční v letech 1954 až 1972 pod širším záběrem jako Výzkumný ústav dopravní (VÚD), výzkumná oblast železniční dopravy tvořila rozsahem činností podstatnou část VÚD. V obtížných podmínkách prosazování modernizace technologií a technik působila spolupráce VÚŽ s vysoce výkonným strojírenským a stavebním průmyslem Československa určitou koordinační funkcí. Ústav, resp. železniční část VÚD, v tomto období měl strukturu 8 odborně zaměřených oblastí:

- oblast průřezových problémů železniční dopravy,
- oblast dopravy a přepravy,
- oblast kolejových vozidel,
- oblast železničních vozů,
- oblast traťového hospodářství,
- oblast energetiky,
- oblast sdělovací a zabezpečovací techniky,
- oblast materiálů v dopravě.

Ústav s 800 pracovníky na pracovištích v celém státě vybudoval v rozpětí let 1960 - 1971 - 1991 svoji experimentální bázi ve Velimi.

Lze konstatovat, že se dosáhlo řady úspěšných řešení, přesto ovšem činnost výzkumu i následné realizace v provozu drah měly charakter extenzivního vývoje, jehož nutným důsledkem bylo technické zaostávání železnice, řada produktů ústavu zůstávala nevyužita v zásuvkách.

Zvláště v období osmdesátých let se stalo zaostávání a nedostatečný investiční rozvoj drah a výzkumu stále zřetelnějším. Výrazným kladem železničního výzkumu Československa byla naopak úspěšná snaha paralyzovat vliv železné opony, dělicí Evropu, intenzivní účastí na mezinárodním výzkumu UIC - ORE/ERRI, takže objem spolupráce byl jedním z největších i v porovnání s ostatními železničními správami srovnatelných menších států západní Evropy.

Výzkumný ústav železniční jako určité koordinující centrum mezi železnicemi a železničním průmyslem (vozidel, komponent železničních staveb, stavebních strojů, zabezpečovacích zařízení a ostatních) si vydobyl i prestižní postavení Státní autorizované zkušebny a vytvořil si přirozenou akreditaci při homologaci železniční techniky, nejen pro ČSD, ale pro další evropské železniční správy.

Současné období

Politické změny po roce 1989 vytvořily zcela nové podmínky v ekonomické sféře Československa s významnými dosahy do dopravy vůbec, i do dopravy železniční. Rychlý a spontánní přechod k tržnímu hospodářství, privatizace malého a středního podnikání umožnily intenzivní rozvoj soukromé silniční dopravy zvláště nákladní (kamionové), a ta začala odčerpávat svojí pružností i cenami zákazníky. Železnice naopak nezachytila tento nástup podnikavosti silničních dopravců. Současně prudce poklesla i produkce velkých, dosud neprivatizovaných podniků, poklesl i zájem dopravců hromadných substrátů (snad s výjimkou cementu). Spolu s nedostatečnou pružností nabídky ztratila železnice postupně více než polovinu dřívějších výkonů v nákladní dopravě. V osobní dopravě obdobný - i když menší - pokles výkonů způsobil rychlý nárůst individuálního motorismu a zájezdová přeprava moderními autobusy. Tento vývoj, který znamenal současně i nepřiměřenost dimenzí železnice ve vztahu k výkonům (zvláště personální) a současně nešťastná investiční zanedbanost ze 70. a 80. let, spolu s návyky na samozřejmost direktivního vytěžování železnice, způsobilý nezájem veřejnosti i politiků o její rozvoj, a tím i neochotu dotovat železnici v dostatečné míře finančními prostředky státu.

V těchto podmínkách převládl postupně nezájem o železniční výzkum, snižovaly se i prostředky na řešení koncepčních, technologických i technických úkolů ze strany železničního podniku.

Nutno konstatovat, že tento pokles zájmu o výzkum převládl všeobecně, takže poměrně rozsáhlé kapacity výzkumu a vývoje v Československu se prakticky v první polovině devadesátých let rozpadly a teprve v druhé polovině si podniky a i stát uvědomily, jak zaostal vůči vyspělým ekonomikám v tomto směru a začal opatrně a obtížně tento stav napravit.

Výzkumný ústav železniční velmi radikálně změnil svoji strukturu tak, aby v období, kdy železnice jako hlavní odběratel jeho produktů ztratila zájem, byl schopen přežít.

Hlavní negativní momenty tohoto období:

- problémy s vlastní restrukturalizací železnic,
- nedostatek finančních prostředků na rozvoj všeobecně, u železnice zvláště,
- všeobecná stagnace poptávky po výzkumných a vývojových činnostech,
- pokles činnosti rozsáhlého československého železničního průmyslu na zlomek předchozí produkce (v některých případech téměř na nulu),
- rozpad trhů železničních produktů v oblastech na východ a jihovýchod od Československa,
- téměř nulová úroveň investiční činnosti ČSD i ostatních, pro železnici pracujících, podniků.

Ústav, který pracoval jako samostatný hospodářský celek, se tedy intenzivně přeorientoval na širší okruh partnerů, z toho z podstatné části v cizině, zvláště ve státech EU. Navázal na své tradiční dlouhodobé kontakty s železničním průmyslem západní Evropy i s mezinárodním výzkumem. Využil mimořádný rozsah zkušeností ze zkušební a experimentální činnosti (i zachované personální vybavení) a posílil své předpoklady provedením akreditačního řízení laboratoří ústavu, náročného po věcné i formální stránce. Přes řadu potíží udržel na únosné úrovni své přístrojové vybavení, stejně tak jako vybavení experimentální základny ve Velimi. Dokončil stavbu dynamického stavu a z vlastních prostředků (a s pomocí DB AG) vybavil zkušební tratě třetím napájecím systémem 15 kV, 16 2/3 Hz.

Ústav intenzivně racionalizoval: z původních 800 pracovníků je dnes na úrovni 150 zaměstnanců. Jistým významným vlivem zde zapůsobilo rozdělení Československa, takže odešla slovenská pracoviště, která nyní se 40letou tradicí rozvíjejí technickou výzkumnou činností v rámci Železnic Slovenské republiky.

Výzkumný ústav železniční Českých drah má nyní 7 výzkumných odborných útvarů:

- oblast rozvoje železniční dopravy,
- oblast kolejových vozidel,
- oblast traťového hospodářství,

- oblast sdělovací a zabezpečovací techniky,
- oblast materiálů a technologie,
- útvar dynamického zkušebního stavu,
- útvar zkušebních tratí.

Dále má VÚŽ čtyři akreditované zkušební laboratoře (vozidla, zabezpečování, materiály, dynamický stav) a nutné správní a obslužné útvary. Jeho hlavním pracovištěm je Praha, další jsou v Líních u Plzně, Pardubicích, Brně a Velimi.

Jeho partnery jsou železnice a průmysly v České republice, Slovenské republice, Německu, Velké Británii, Francii, Nizozemí, Belgii, Itálii, ve Spojených státech, v Jihoafrické republice a další.

Budoucnost

Prognóza budoucnosti železnice je bezpochyby příznivá, optimistická.

Zcela jistě se v perspektivě nejbližšího desetiletí bude jednat o železnici jiného typu. Nalezení cesty k vytvoření železnice nového typu bude obtížné a to bude i důvod pro závažné úkoly železničního výzkumu.

Železnice zřejmě

- nebude státní, ovšem bude chtít státní podporu tam, kde stát bude ukládat úkoly,
- bude muset úspěšně konkurovat na dopravním trhu, ale bude proto chtít tytéž výhody jako silnice - dotace k infrastruktuře,
- bude muset být obchodně úspěšná, proto musí dostat práva a pravomoci i povinnosti podnikatele,
- bude muset být racionální a proto štíhlá, racionalizovaná,
- bude muset mít i poskytovat volný přístup k infrastruktuře bez ohledu na hranice států,
- bude muset mít špičkové technické vybavení pro provoz i řízení provozu s kompatibilitou všeho se vším - a to za příznivé ceny,
- bude se muset umět rozvíjet, měnit, adaptovat stejně nebo lépe než konkurent,
- bude muset být bezpečná jako dosud nebo i lepší,
- bude muset být šetrná k životnímu prostředí jako dosud a nebo lepší.

Budoucnost železnice spočívá v její schopnosti využít svých stávajících i potenciálních předností, které mohou vést k úspěšnosti na dopravním trhu.

Ke zřejmé přednosti v bezpečnosti železniční dopravy oproti silniční, ohleduplnosti k životnímu prostředí a jisté úrovni komfortu pro cestující i zboží musí přistoupit prvky, které jsou schopny uspokojit zákazníka, tj. cestujícího, dopravce. Heslo orientace na zákazníka je v současné době již bohatě rozpracováno u úspěšnějších železnic a stále se nalézají další formy k odstranění bariér mezi zákazníkem a železnicí.

Lze vytýčit resp. odhadovat hlavní směry výzkumu, který musí podpořit obchodní úspěch železnice. Jde o výzkumy:

- marketingové,
- technologické,
- technické.

Dále jde o problematiku vyžadující další činnosti náročné na znalosti, invenci a vědecké postupy, zejména o:

- implementace nových technologií a technik,
- analýzy provozních zkušeností a provozních poruch.

V neposlední řadě se bude též jednat o problematiku homologací železniční techniky, která ve své náročnosti a komplexnosti vyžaduje rozsáhlé znalosti, vědeckou kritičnost a vyspělé metody výzkumné experimentalistiky, s cílem dosažení notifikace zkušebny v rámci Evropské unie.

Výzkumný ústav železniční v Praze, jako představitel železničního výzkumu a zkušebnictví, udržuje dlouholetou tradici, lidské zdroje, přístrojovou a zkušební základnu a spolupracuje s železnicemi a průmyslem celé Evropy. Kvalifikaci pro homologační zkoušky a experimenty v rámci výzkumných prací prokázal akreditací podle norem EN 45 000 a oprávněním národními homologačními orgány – viz příložené dokumenty.

V Praze, únor 2000

Přínos VÚŽ v oblasti kolejových vozidel a vozby

Klíčová slova: historie zkušebnictví, dynamometrický vůz, trakční zkoušky, hluková měření, brzdy a brázdění, technologie vozby, chodové a vodící vlastnosti, Státní zkušebna, statut právnické osoby, akreditovaná laboratoř.

V oblasti činnosti VÚŽ souhrnně nazývané kolejová vozidla a vozba bylo za uplynulých 50 let provedeno mnoho různých aktivit výzkumného, vývojového i zkušebního charakteru. Tyto aktivity byly motivovány potřebami provozu ČSD (později ČD), potřebami údržby vozidel, nutností řešení problémových otázek vozebního charakteru, potřebami zkoušení vozidel a jejich komponent před uvedením do provozu a v neposlední řadě potřebami státního zkušebnictví - později autorizovanou zkušebnou.

Není možné v tomto příspěvku zmínit všechny aktivity, které by si zmlínku zasluhovaly. Příspěvek je tedy zaměřen na směry činnosti, které měly zásadní charakter při rozvoji výzkumně vývojové a zkušební základny VÚŽ.

Trakční zkoušky - dynamometrický měřicí vůz

V současné době Zkušební laboratoř ČD VÚŽ - ZL 3 oddělení motorových vozidel provozuje jako svoji pojízdnou měřicí laboratoř dynamometrický měřicí vůz.

Ing. Michal Hipman, CSc., nar. 1954, ČVUT Praha, fakulta strojní, obor kolejová vozidla 1978, ČD VÚŽ, pracovník oddělení dynamiky vozidel.

Ing. Jan Hlaváček, nar. 1944, ČVUT Praha, fakulta elektrotechnická, obor technická kybernetika, měřicí technika 1978, ČD VÚŽ, pracovník oddělení dynamiky vozidel.

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.

Ing. Lubor Kubík, nar. 1944, ČVUT Praha, fakulta strojní, obor obráběcí a tvářecí stroje 1967, ČD VÚŽ, pracovník oddělení brzd.

Ing. Ctirad Novotný, nar. 1937, VŠDS Praha, fakulta strojní, obor konstrukce kolejových vozidel 1960, ČD VÚŽ, vedoucí oddělení dynamiky vozidel.

Vznik unikátního zařízení dynamometru je datován rokem 1926, kdy firma A. J. Amsler v Schaffhausenu ve Švýcarsku vyrobila a zabudovala hydraulicko - mechanické zařízení do speciálního měřicího vozu, který byl postaven pro tento účel v Ringhoferových závodech v Praze na Smíchově.

Z historie dynamometrického zařízení je třeba připomenout následující mezníky:

- rok 1926 vznik dynamometru,
- rok 1927 vznik dynamometrického vozu,
- rok 1967-68 vyjmutí z původního dynamometrického vozu a zabudování do rekonstruovaného osobního čtyřnápravového vozu řady Bai. V té době proběhla rozsáhlá modernizace a rekonstrukce přímo u výrobce dynamometru ve Švýcarsku. Měřicí zařízení bylo u nás vybaveno měřicí ústřednou UM10,
- rok 1984 dynamometrické zařízení se opět vyjímá z vozu a je nově zabudováno již do třetího vozu řady Bt. Obě přestavby resp. zástavby provedly tehdejší dílny ČSD pro opravu vozidel ve Vrútkách. Záznamové zařízení měřicího vozu UM 10 je nahrazeno v té době moderní výpočetní technikou TNS Slušovice,
- rok 1992 náhrada záznamového zařízení TNS Slušovice za počítače řad PC/AT, rok 1996 proběhla rozsáhlá modernizace vlastního dynamometru. Vlastní dvojčinný hydraulický dynamometr se záznamovým stolem byl od tažného zařízení vozu odpojen a tažné zařízení bylo nově uchyceno do rámu vozu. Mechanismus dynamometru tzn. třecí tlumič soustavy Westinghouse, vahadlové ústrojí vozu, tažný hák a nárazníky byly

Ing. Luděk Pilmann, nar. 1929, ČVUT Praha, fakulta strojní, obor kolejová vozidla 1952, ředitel ČD VÚŽ.

Ing. Vratislav Šuk, nar. 1965, ČVUT Praha, fakulta strojní, obor dopravní a manipulační technika 1988, ČD VÚŽ, vedoucí oddělení motorových hnacích vozidel.

Mgr. Antonín Vaněček, nar. 1940, Palackého univerzita Olomouc, Přírodovědecká fakulta 1964, ČD VÚŽ, pracovník oddělení dynamiky vozidel.

zachovány a do vlastního táhla byl zabudován moderní tenzometrický snímač sil, který je schopen měřit tažnou sílu na háku nebo tlačnou sílu na náraznících.

V současné době dynamometrický vůz VÚŽ může nabídnout zákazníkům následující parametry a vybavu:

- maximální rychlost vozu 160 km/h,
- měření tažné síly resp. tlačné síly do 500 kN s přesností třídy 2 podle ČSN EN 10 002-3,
- původní mechanismus provahadlování tažného a narážecího ústrojí umožňuje provádět

měření tažných sil při jízdě zkušební soupravy v obloucích, bez vlivu parazitních sil při

doteku talířů nárazníků,

- lze měřit tažnou sílu resp. tlačnou sílu u vozidel s centrálním spřáhlem přes redukční spřáhlo,
- měřicí laboratoř je vybavena moderním průmyslovým počítačem DEWEPOR 2000, který prostřednictvím měřicích programů v prostředí LAB-VIEW umožňuje provádět záznamy měřených veličin dle přání zákazníka,
- nebrzděná náprava vozu je vybavena optickým snímačem otáček, který umožňuje měřit rychlost soupravy s přesností 0,1 km/h,
- nabízí prostornou laboratoř, společenský oddíl, spací a sociální oddíl,
- je vybaven nezávislou elektrickou sítí 220 V/50 Hz, která je napájena buď přes oddělovací transformátory z vnějšího stojanu 3 x 400 V nebo dieselařegátem 3 x 400 V,
- je vybaven teplovodním vytápěním s naftovým kotlem a naftovým hospodářstvím.

Dvojčinný hydraulický dynamometr s registračním měřicím stolem Amsler s mechanickými kulovými integrátory je v současné době v prostoru měřicího oddílu vozu zakonzervován a nepoužívá se. Dynamometr s měřicím stolem je zatím kompletní a po dílčí úpravě táhlového mechanismu vozu a připojení kardanu vedoucího z měřicího stolu ke dvojkolí je zařízení i v současné době stále funkční.

Dynamometrický vůz byl a je používán hlavně při ověřování parametrů trakčních vozidel.

Jedny z podstatných zkoušek jsou právě zkoušky trakční, v jejichž rámci se ověřuje trakční charakteristika, což je závislost tažné síly na rychlosti, dále se měří výkon a spotřeba elektrické energie, zjišťuje se jízdní odpor, zkoušejí se provozní vlastnosti vozidla, jeho vhodnost pro službu, k níž je svým technickým zadáním určeno. Zkoušky trakční jsou doplněny ještě oteplovacími zkouškami trakčních motorů případně převodovek, vytrvalostní zkouškou a zkouškami rozjezdovými s různou zátěží.

U vozidel, které jsou vybaveny výkonnou elektrodynamickou brzdou se ověřuje charakteristika elektrodynamické brzdy, což je závislost brzdě síly na rychlosti. Pomocí dynamometrického vozu lze zjišťovat u hnacích i tažených vozidel účinek ruční zajišťovací brzdy.

Za hák dynamometrického měřicího vozu byly zatím pověšeny všechny typy řad motorových lokomotiv a motorových vozů ČD ex ČSD včetně veškerých provedených rekonstrukcí a modernizací (např. instalace elektrického topení, remotorizace atd.), dále všechny typy motorových lokomotiv pro průmyslové vlečky včetně zatím všech provedených modernizací. Z elektrických lokomotiv a elektrických jednotek byly tímto dynamometrickým

vozem zkoušeny všechny schválené řady elektrických lokomotiv ČSD a posléze ČD kromě lokomotiv ŠKODA 93E, 90E, 85E a jednotky řady 471.

Sluší se připomenout, kdo se nejvýrazněji podílel na provozování a udržování dynamometrického vozu po roce 1950. Byly to pánové Dr. Ing. Jan Stejskal, Ing. Rudolf Cinner, Ing. Jiří Jelen, CSc., Ing. Zbyněk Veber, Ing. Jiří Šedivý, CSc., Jiří Članěk.

Pomocí dynamometrického vozu byly prováděny převážně trakční zkoušky hnacích vozidel následujících řad v jednotlivých desetiletích:

50. léta	-	motorové lokomotivy	T436.0, T435.0
		elektrické lokomotivy	E499.0
60. léta	-	motorové lokomotivy	T211.0,1; T212.1; T334.0; T324.0 T444.0; T444.1; T478.1, 2; T669.0; T678.0; T669.1; T679.0; T679.1; TL659.0
		elektrické lokomotivy	E469.1; E499.1; E469.2; E669.0; S489.0; S499.0; 0441-JŽ-001
		motorové vozy a jednotky	M283.1 (M286.1); M296.2; M240.0; SM488.0
70. léta		motorové lokomotivy	T478.3, 4; T499.0; T475.1; T476.0; T448.0; T466.2; T466.0; T679.2
		elektrické lokomotivy	ES499.0; E669.3; S458.0; E426.0; E458.0; S499.1;
		motorové vozy a jednotky	M152.0; M474.0; EM488.0
80. léta		motorové lokomotivy	743; T457.0; 731; T419.0; T419.1; ČME5; TA 436.0; V60 (DR)
		motorové vozy	AČ2; 842; M153.0; M262.1
		elektrické lokomotivy	ES 499.1; 362; S499.2
90. léta		motorové lokomotivy	703.8; 708; 714; 711; 711.7; 797.5 ; 797.7; 798; 799;
		motorové vozy a jednotky	SAM pro ŽSR; 749; 750; 744; 724; 739; T314.1 843; 854; 470

elektrické lokomotivy

S252 pro RENFE (Španělsko);
H561; H562 pro OSE (Řecko);
E412 pro FS (Itálie)

Z výčtu činností je možno shrnout, že v období let 1955-1999 provedlo oddělení motorových vozidel zhruba:

60 trakčních zkoušek motorových lokomotiv a vozů

20 trakčních zkoušek elektrických lokomotiv a jednotek

15 trakčních zkoušek speciálních hnacích vozidel - traťových strojů a mechanismů

S činností dynamometrického měřicího vozu je třeba připomenout kapitolu související se zátěžovými lokomotivami, které vytvářejí patřičnou brzdou sílu pro vyrovnání potřeby zátěže a k regulaci rychlosti jízdy. V padesátých letech se používaly parní lokomotivy řady 556.0 vystrojené protitlakovou brzdou soustavy Rieggbachovy. Ze tří lokomotiv takto vystrojených se nejdéle používala lokomotiva 556.0329. V šedesátých letech se ve VÚŽ vyvinulo pro tyto účely speciální vozidlo, známé pod názvem brzdová souprava, která se při trakčních zkouškách řadila za dynamometrický vůz. Brzdová souprava byla tvořena dvěma vozidly, střídavou elektrickou lokomotivou S 699.1001 a s ní kabely propojeným odporovým vozem. Odporový vůz byl podle zadání VÚŽ vyvinut v Projekčně konstrukčním vývojovém pracovišti dílen pro opravu vozidel v Nymburce a vyroben v dílnách ČSD pro opravu vozidel v Nymburce. Odporový vůz byl v podstatě pojízdná strojovna, v níž byl hlavní součástí naftový motor K 12 V 170 DR o výkonu 700 kW pohánějící elektrické točivé stroje, zajišťující výrobu elektrického proudu potřebného pro pohon elektromotorů ventilátorů pro chlazení brzdových odporníků a ventilátorů chlazení naftového motoru. Dále zde byl generován budicí proud potřebný pro buzení elektrodynamicky brzdících trakčních motorů připojené elektrické lokomotivy. Brzdová souprava pracovala nezávisle na trolejovém vedení, používala se do roku 1988.

V roce 1982 byly zakoupeny pro Železniční zkušební okruh dva prototypy motorových lokomotiv řady T499.0. Lokomotivy byly vybaveny elektrodynamickou odporovou brzdou o výkonu 2000 kW. Maximální rychlost činila 140 km/h. T499.0001 byla zrušena a T499.0002 je zachována dodnes, ale pro experimentální účely se nepoužívá. Od roku 1987 po dodání desetikusové série lokomotiv řady T466.3 (743), určené pro sklonově náročné traťové úseky, které jsou vybaveny elektrodynamickou brzdou, se začaly tyto lokomotivy používat jako brzdové lokomotivy zařazované pro simulaci vlakové zátěže za dynamometrický měřicí vůz. V současné době se k tomuto účelu také používají motorové lokomotivy s elektrodynamickou brzdou ČD řad 708, 714, 731 a elektrické lokomotivy ř. 162, 362, 151.

U moderních elektrických lokomotiv s asynchronními trakčními motory se využívá při trakčních zkouškách možnost individuálního pohonu podvozku napájeného z příslušného trakčního měniče tzn. ověřuje se charakteristika na poloviční výkon.

Kromě trakčních zkoušek se oddělení motorových vozidel zabývalo zkoušením a ověřováním mechanismů a strojů v traťovém hospodářství. Převážně se jednalo o vypracování podkladů pro schválení prototypů traťových strojů, které vyráběl tehdejší průmysl, převážně MTH Praha.

Z rezortních úkolů rozsáhlejšího charakteru je třeba připomenout

70. léta

Vývoj diagnostického systému a technického vybavení diagnostických středisek v dopravě

- Vypracování systému pro hnací vozidla
- Vývoj řídicí části zařízení pro diagnostiku hnacích vozidel
- Vývoj diagnostických metod a diagnostických vybavení hnacích vozidel
- Vypracování diagnostického systému pro železniční vozy
- Vývoj vybrané unikátní přístrojové techniky a snímačů pro bezdemontážní diagnostiku
- Snížení energetické náročnosti u vybraných energeticky náročných výrobků a technologických procesů - motorové lokomotivy a motorové vozy ČSD

80. léta

- Snížení spotřeby paliva při volnoběhu naftového motoru za provozu motorových lokomotiv
- Prohloubení systému řízení, organizace a provádění údržby železničních vozidel
- Prohloubení metod stacionární diagnostiky hnacích vozidel
- Optimalizace spotřeby energie v železniční dopravě a zvyšování její efektivity
- Úpravy stávajícího provedení diagnostického zařízení a jeho doplňování o další přístroje a prostředky

90. léta

- Vývoj a racionalizace automatického měřicího systému pro trakčně energetické měření s využitím mikropočítačů a jeho aplikace v optimalizaci vedení vlaku v motorové traktaci
- Vývoj prostředků a pomůcek pro hospodárné vedení vlaků s motorovými hnacími vozidly

Koncem 90. let se oddělení zabývalo problematikou měření emisí spalovacích motorů železničních hnacích vozidel. Důraz byl kladen na vypracování metodiky měření emisí naftových motorů lokomotiv ČD v podmínkách dep kolejových vozidel (DKV), monitorování jednotlivých složek plyných emisí na základě provedených měření s ohledem na technický stav a kilometrický proběh jednotlivých řad motorových hnacích vozidel ČD. V dohledné době se předpokládá další řešení tohoto úkolu s cílem zavedení pravidelných měření emisí

naftových motorů hnacích vozidel ČD v rámci platné legislativy Ministerstva životního prostředí.

V současné době Zkušební laboratoř ČD VÚŽ - ZL 3 oddělení motorových vozidel provádí ze seznamu akreditovaných zkoušek ZL 3 následující:

1. Měření jízdního odporu kolejových vozidel
2. Stanovení součinitele vlivu setrvačnosti rotujících hmotností
3. Měření síly na táhlovém a narážecím ústrojí kolejových vozidel - ověření trakční charakteristiky a charakteristiky elektrodynamické brzdy hnacího kolejového vozidla
4. Měření zrychlení kolejového vozidla při rozjezdu
5. Měření otáček rotujících částí kolejových vozidel
6. Měření akustických parametrů
7. Měření intenzity osvětlení

Oddělení motorových vozidel úzce spolupracuje s oddělením brzd oblasti kolejových vozidel při provádění těchto zkoušek:

1. Měření součinnosti brzd brzdy pneumatické s brzdou elektrodynamickou
2. Ruční zajišťovací brzdy kolejového vozidla
3. Řízení hnacího kolejového vozidla

Ze statutu pověření právnické osoby ČD s.o. VÚŽ o.z. Ministerstvem dopravy se podílí oddělení motorových vozidel na vypracování:

- Stanovisek právnické osoby k jednotlivým kolejovým vozidlům za účelem schválení typu hnacího vozidla nebo schválení změny na drážním vozidle od schváleného typu
- Zápisů o výsledcích technicko bezpečnostních zkoušek kolejových vozidel

V budoucnu se oddělení motorových vozidel chce dále zabývat problematikou trakčních vlastností hnacích vozidel, trakčně energetických měření a měření emisí spalovacích motorů motorových hnacích vozidel vybudováním referenčního zkušebního stanoviště akreditované laboratoře pro měření plynných emisí spalovacích motorů kolejových vozidel.

V současné době se v souvislosti s prováděním rekonstrukcí a modernizací starších hnacích vozidel zaměřuje Zkušební laboratoř ZL 3 též na ověřování vlastností změn na drážním vozidle.

Měření akustických parametrů a hluku

Měření akustických parametrů kolejových vozidel a hluku vůbec bylo vždy součástí náplně VÚŽ. Celou problematiku pak je možno rozdělit do tří hlavních oblastí.

- Měření akustických parametrů kolejových vozidel jako typovou zkoušku v rámci schvalovacího řízení.
- Měření hlukových emisí, popřípadě imisí způsobených provozem kolejových vozidel. Tato měření jsou realizována jako výzkumné úkoly podle požadavků zadavatele, ve většině případů jsou zákazníkem ČD. Výstupem bývá zpráva o průběhu řešení úkolu. Do této oblasti činnosti patří též spolupráce na tvorbě norem, předpisů a metodik.
- Spolupráce na mezinárodních projektech

Vliv hluku z provozu kolejových vozidel na životní prostředí se dostává stále více do popředí pozornosti ochránců životního prostředí a ekologů vůbec. VÚŽ se již v roce 1985 podílelo na vypracování Metodických pokynů pro stanovení hluku z železničního provozu. V metodických pokynech je zpracován jednoduchý sčítací model, který za pomoci nomogramů a statistických údajů o provozu je schopen predikovat vliv akustických imisí na okolní prostředí.

Další oblastí působnosti je realizace hlukových měření, právě pro zmapování vlivu akustických emisí na okolní prostředí. V poslední době byly řešeny tyto zakázky v souvislosti se stavbou vysokorychlostního koridoru. Kromě měření hluku byly v těchto případech měřeny i škodlivé vibrace šířící se zemí. Cílem těchto úkolů je pomocí naměřených výsledků před a po modernizaci zlepšit vyjednávací pozici ČD při obtížných jednáních s místními orgány právě při projektové přípravě nových koridorových úseků.

Spolupráce na mezinárodních projektech

Experimentální základna (EZ) VÚŽ v Cerhencích poskytuje prostředí pro zkoušky, obtížně realizovatelné na běžné železniční síti. Do tohoto rámce patří i hlukové zkoušky, které mají ověřit efektivnost nejrůznějších protihlukových opatření. Členství hlukových specialistů VÚŽ ve výborech ERRI a dalších skupinách ERRI a UIC řešících problémy hluku na železnici bylo nutnou podmínkou k tomu, aby se tyto aktivity realizovaly právě na EZ v Cerhencích. Součástí všech těchto projektů, kde bylo nutné experimentální ověření realizačních výstupů, byla též úprava traťových úseků pro zkoušky. Protihluková opatření totiž lze aplikovat nejen na vozidla, ale i na trať. Výhodou Experimentální základny je možnost výstavby takových traťových úseků podle požadavků zadavatele, dokonce i prototypů, které ještě nikde v provozu nebyly. Tyto a jiné důvody vedly k realizaci konečných fází těchto projektů na EZ VÚŽ.

Namátkou je možno jmenovat projekt ERRI z názvem "OF WHAT", v jehož rámci byly měřeny hlukově optimalizovaná kola nákladních vozů ať už optimalizací tvaru kotouče, či vybavená protihlukovými absorbéry. Traťové úseky pak byly též vybaveny protihlukovými absorbéry na kolejnicích. V rámci projektu byl též zkoumán vliv rozdílných tuhostí podložek mezi pražcem a patou kolejnice. Cílem projektu bylo dosáhnout celkového snížení hlukových emisí o cca 6 dB(A).

Poslední měřicí kampaň byla na EZ VÚŽ realizována v loňském roce. Toto měření bylo konečnou fází několikaletých projektů ERRI s názvem "Silent Track" a "Silent Freight". Oba projekty získaly pro realizaci ve veřejné soutěži grant od EU. Pro realizaci těchto projektů bylo nutno postavit tři nové měřicí úseky trati, každý o délce 50 m, které byly od sebe odděleny úseky délky 25 m standardní tratě. Jako referenční úsek byl použit standardní úsek trati s kolejnicí UIC 60, monoblokovými betonovými pražci a bezpodkladnicovým pružným upevněním Pandrol e-clips. Další úsek byl stavebně podobný, pouze byl vybaven protihlukovými absorberými na kolejnici. Třetí úsek pak byl zcela nové konstrukce doposud nikde nepoužité. Nový typ bi-blokových pražců, speciální kolejnice z úzkou patkou a nově vyvinuté upevnění Pandrol. Kromě těchto aplikací byla též zkoušena účinnost nízkých protihlukových bariér umístěných těsně u trati.

Výzkum a zkoušky vlakových brzd

Výzkum a zkoušky vlakových brzd představují významný obor železničního výzkumu.

Oddělení brzd oblasti kolejových vozidel se zabývá zkouškami, výzkumem a spoluprací na vývoji v oboru železničních vlakových brzd, brzdové výstroje drážních vozidel, jejich brzdícího účinku a součinnosti různých druhů brzd, jimiž jsou vozidla vybavena. Ověřuje nově vyvinutá nebo upravená základní a přídavná brzdová zařízení na hnacích i vlečených vozidlech včetně třecích materiálů pro komponenty brzd. Na základě měření a výpočtů zábrzdňných drah vlaků navrhuje brzdící tabulky a předpisy pro železniční provoz.

Dále se oddělení brzd věnuje výzkumu metod pro diagnostiku technického stavu brzdové výstroje vozidel, přičemž tato činnost úzce souvisí s vývojem a aplikací měřicích metod pro vlastní experimentální činnost.

Brzdové oddělení úzce spolupracuje s výrobcí kolejových vozidel a s výrobcí brzd a řeší i problémy brzdění i v ostatních neželezničních kolejových systémech - u tramvají a metra.

Aktivita v oblasti zkoušení železničních brzd sahají do samotných počátků organizovaného železničního výzkumu.

Prvotní pokusy o modernizaci brzdy Božič v padesátých letech postupně přerostly na významnou účast při vývoji, zkouškách a mezinárodním předvedení a přípuštění nově vyvinuté brzdy DAKO C (r. 1955), DAKO CV a CV1 (r. 1956) a rychlíkové brzdy DAKO R (r. 1959). Při těchto zkouškách participoval měřicí tým tehdejšího Vědecko-výzkumného ústavu dopravního s dynamometrickým měřicím vozem jako centrálním měřicím stanovištěm a s dvěma ve vlaku umístěnými registračními přístroji Amsler, které pro tyto zkoušky zakoupily tehdejší Československé státní dráhy.

Samostatná výzkumná pracovní skupina, později samostatné oddělení brzd tehdejšího Výzkumného ústavu dopravního (VÚD) působí od roku 1963. Zakladatelem této odborné skupiny byl pan Ing. Bohumil Fořt, který po dobu více než 20 let stál v jejím čele jako vedoucí a zároveň reprezentoval Československé státní dráhy jako stálý člen brzdové subkomise Mezinárodní unie železniční (UIC). Díky jeho působení byly jak činnost oddělení tak i aktivity ČSD a návazně i brzdového průmyslu, podniku Kovolís vyrábějící československou brzdu DAKO, úzce spjaty s mezinárodním děním v oboru vlakových brzd a brzdění.

Rozvoj disciplíny vlakových brzd je úzce spjat s možnostmi využití Železničního zkušebního okruhu (ŽZO), neboť oddělení vlakových brzd jako jedno z prvních začalo okruh systematicky využívat ihned po dokončení jeho výstavby v r. 1963. Tato spojitost značnou mírou umožnila nebývalý rozvoj experimentální činnosti v oboru vlakových brzd a vyvolala nutnost se těmto možnostem náležitě přizpůsobit.

Se zřetelem na skutečnost, že základem brzdové výstroje železničních vozidel je brzda pneumatická, je oddělení vlakových brzd zaměřeno a vybaveno zařízením především na měření a registraci charakteristik přístrojů, z nichž se skládá pneumatická část brzdy železničních vozidel. S rozvojem této činnosti úzce souvisí výstavba speciálního měřicího vozu pro stacionární a jízdní brzdové zkoušky, který je navíc vybaven jednoduchým zkušebním stavem pro ověřování charakteristik brzdových rozváděčů a ostatních přístrojů všech běžných velikostí.

Postupem času se zvýšily nároky na brzdící výkony vozidel v souvislosti se snahami o zvýšení rychlosti, o lepší využití únosnosti vozidel, o aplikaci výhodnějších třecích materiálů a o využití efektivních způsobů brzdění, například dynamického brzdění hnacích vozidel. Proto při budování experimentální výbavy oddělení bylo nutno aplikovat moderní měřicí metody s použitím elektronické přístrojové techniky.

V tom směru byly jak prvně jmenovaný měřicí vůz 44606, tak i druhý měřicí vůz 44651 uzpůsobeny pro vyšší rychlosti tak, aby byly zabezpečeny vhodné podmínky pro realizaci měření podle povahy a účelu sestavou vhodných měřicích přístrojů.

K základnímu vybavení patří

- zkušební stav pro brzdové přístroje,
- pětistopý Amslerův přístroj pro přímé měření a záznam tlaků,
- oscilografy a zesilovací můstky,
- přístroje pro měření elektrických veličin,
- odporové, indukční a tenzometrické snímače tlaků,
- průmyslová televize se záznamem pro sledování činnosti těžko přístupných částí vozidel,
- aparatura pro automatické odpojení zkoušeného vozu a zabrzdění včetně změření jeho počáteční rychlosti a zábrzdné dráhy při zkouškách brzdícího účinku,

- zařízení pro měření brzdících sil a zrychlení zkoušených vozidel, sil v mechanismech brzdy a teplot v třecích částech brzd,
- záznam měřených dat digitalizací měřených veličin s následným zpracováním vyhodnocovacími počítačovými programy,
- speciální mikroprocesorová měřicí ústředna pro brzdové zkoušky.

Zvyšování rychlosti a s tím související modernizace brzd vedla k přechodu od klasických brzd s litinovými špalíky k brzdám se špalíky nekovovými nebo se špalíky ze spékaných kovů a zejména k brzdám kotoučovým. Proto bylo nutno vybavit se zkušebním zařízením pro ověřování třecích vlastností těchto nových materiálů a to jak pro potřeby jejich vývoje, tak pro zkoušky za účelem přípuštění brzdových špalíků a obložení kotoučových brzd do mezinárodního provozu podle vyhlášek UIC 541-3 a 541-4.

Setrvačnickový brzdový stav, označený a uvedený ve vyhlášce UIC 541-3 jako Brzdový stav ČD, se nachází v areálu Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu v Letňanech. Do provozu byl uveden ve spolupráci s čs. vagónovým průmyslem a v r. 1984 byl homologován pro zkoušky UIC prostřednictvím ORE (dnes European Railway Research Institute - ERRI).

Z prací vykonaných v uplynulých 50 letech lze jmenovat tyto oblasti a k nim příslušející významné aktivity:

Oblast vývoje brzdových přístrojů, zařízení a komponent brzd

- spolupráce při zkouškách pro mezinárodní přípuštění brzdy DAKO C, CV a CV1 v UIC,
- spolupráce při zkouškách pro mezinárodní přípuštění brzdy DAKO R včetně potrubního zrychlovače DAKO Z a elektromechanického protismykového ústrojí DAKO v UIC,
- vývojové zkoušky brzdících samočinné tlakové brzdy DAKO BS2 a elektricky řízeného brzdíče DAKO BSE a dále
- lokomotivního odbrzdovače DAKO OL2 a rovněž
- průtokoměru DAKO PM,
- vývojové zkoušky elektropneumatické brzdy DAKO včetně ověření podle podmínek UIC,
- vývojové zkoušky a zkoušky pro mezinárodní přípuštění elektronického protismyku DAKO PE1 v UIC,
- vývojové zkoušky a zkoušky pro mezinárodní přípuštění zařízení pro samočinné brzdění podle nákladu s přístroji DAKO SL1, SL2, DSS a DS v UIC,
- vývojové zkoušky a zkoušky pro mezinárodní přípuštění mikroprocesorového protismyku DAKO PE94 MSV,
- výzkum brzdícího účinku modifikovaných litin P 14 a P 30 pro brzdové špalíky o délce 320 a 250 mm,
- výzkum brzdícího účinku špalíků z nekovových materiálů a jejich provozní aplikace,

- výzkum brzdícího účinku kotoučové brzdy, zkoušky kotoučů, brzdových obložení a jejich provozní aplikace.

Oblast aplikace brzd a brzdění

- brzdící tabulky pro vlaky Nex o délce do 100 náprav brzděné v režimu osobních vlaků,
- brzdící tabulky pro úzkorozchodné dráhy a horskou trať TEŽ (Tatranská elektrická železnice),
- rozšíření brzdících tabulek pro nákladní vlaky do rychlosti 100 km/h,
- brzdící tabulky pro provoz na koridoru rychlostí do 160 km/h,
- výzkum brzdění vlaků vybavených samočinným spřáhlem,
- unifikace brzdové výstroje lokomotiv,
- součinnost brzd hnacích vozidel s dynamickou brzdou,
- výzkum brzdění lokomotiv z vysokých rychlostí se zaměřením na dynamické brzdění.

Oblast mezinárodní spolupráce s UIC a ERRI

Pracovníci oddělení brzd jsou členy výborů a pracovních skupin ERRI. Oddělení spolupracovalo nebo se podílí na řešení mezinárodních výzkumných programů UIC a ERRI:

- brzda pro vozy s hmotností na nápravu 22,5 t (ORE B 126.2)
- záchranná brzda s přemostěním (ORE/ERRI B 180)
- brzdící účinek nákladních vozů (ERRI B 126.2)
- zkušební programy a vyhláška UIC 541-4 pro nekovový špalík (B 126 ad hoc)
- brzdové stavy a zkušební programy pro obložení kotoučové brzdy (ERRI B 126.3)
- problémy brzdění z vysokých rychlostí (ERRI B 126.4)
- výzkum brzdění vlaků na horských tratích v souvislosti s tepelným namáháním a poruchami celistvých kol (ERRI B 126.5)
- přepracování vyhlášky UIC 544-1 pro definici a hodnocení brzdícího účinku vozidel (ERRI B 126 ad hoc)
- brzdové křivky odrychlení pro systém ETCS/ERTMS (ERRI B 126.15)

Pro mnohé z jmenovaných úkolů provedlo oddělení brzd rozsáhlé zkoušky a měření.

Ověřovací zkoušky a zkušebnictví

Ve výčtu činností nelze pominout skutečnost, že v období let 1963 - 1999 provedlo oddělení brzd brzdové zkoušky za účelem ověření funkce brzdové výstroje a brzdícího účinku u zhruba 530 železničních vozidel, což představuje objem, který by bez využití experimentálních možností na ŽZO nebyl v běžném drážním provozu prakticky možný.

Jednalo se o brzdové zkoušky

- 65 elektrických lokomotiv včetně jednotek,
- 93 motorových lokomotiv včetně motorových vozů a jednotek,

85 osobních vozů,
210 nákladních vozů,
76 traťových strojů,
2 parní lokomotivy pro úzký rozchod.

Mnohé z uvedených zkoušek byly provedeny pro zahraniční zákazníky a kromě základních brzdových zkoušek obsahovaly i ověření doplňkových zařízení jako jsou dynamické brzdy a protismyková ústrojí.

Zvláštní kapitolu tvořily zkoušky pro pražské dopravní podniky. Byly uskutečněny brzdové zkoušky vozidel pro Metro Praha v souvislosti s dodávkami nových typů vozů, při nasazení nových třecích materiálů nebo při ověření brzd a vypracování předpisů pro brzdění pomocných a pracovních vlaků v Metru. Dále byl řešen úkol "Zábrzdné dráhy tramvají" a "Studie o možnostech brzdění vozidel na sklonu 45 ‰ pro variantní řešení trasy metra Holešovice - Ládví".

V současné době se oddělení brzd podílí na činnosti zkušební laboratoře ČD VÚŽ – ZL3 prováděním následujících akreditovaných zkoušek:

- Stacionární zkoušky brzd kolejových vozidel
- Jízdní zkoušky brzd kolejových vozidel
- Zjišťování vlastností špalíkové a kotoučové brzdy na zkušebním stavu
- Zkoušky protismykového zařízení kolejových vozidel

Jízdní vlastnosti kolejových vozidel - ověřování chodu a bezpečnosti proti vykolejení

Oddělení dynamiky vozidel vzniklo v druhé polovině padesátých let. K současnému personálnímu obsazení oddělení došlo přechodem specializovaných pracovníků z oddělení vozového hospodářství do oddělení dynamiky vozidel v roce 1990. Takto vzniklé oddělení disponovalo a disponuje velice dobrým přístrojovým vybavením, a to jak pro účely měřicí, tak pro vyhodnocování naměřených údajů. Profesionální skladba pracovníků oddělení odpovídá nárokům, které jsou na oddělení kladeny.

Náplň činnosti oddělení byla vždy určována aktuální potřebou řešit daný problém. Požadavky na řešení problému přicházely jednak od ČSD, jednak od výrobců vozidel. Další okruh požadavků vycházel od cizích železničních správ, mezinárodních organizací (UIC, ORE) a dále pak od tuzemských firem METRO, TRANSGAS, Jaderná elektrárna Temelín apod.

Z původní, převážně výzkumné činnosti, se postupem času začala profilovat činnost zkušební. Tento dlouhodobý proces byl završen ustavením dílčí zkušební laboratoře ZL-3 v rámci akreditované zkušební laboratoře č. 1099 ČD VÚŽ. Zkušební laboratoř má definované akreditované zkoušky, které oddělení dynamiky vozidel provádí. Jedná se především o :

- zkoušky vozidel podle metodiky UIC 432
- zkoušky vozidel podle metodiky UIC 518
- zkoušky vozidel podle zprávy ORE B55 RP8
- zkoušky vozidel podle hygienických předpisů (hluk, vibrace).

Bezpečnost proti vykolejení

První práce oddělení byly zaměřeny na bezpečnost vozidel proti vykolejení. Uvedená činnost byla systematicky prováděna pro celou dobu činnosti a rovněž v současné době tvoří základní náplň práce oddělení. Skutečnost, že ve VÚŽ byla zvládnuta technologie tenzometrických měření již v roce 1957, umožnila zjišťovat objektivním způsobem silové účinky ve styku kola a kolejnice. Silové účinky ve styku kola a kolejnice v příčném směru byly nejprve zjišťovány měřením deformace kolejnicového pásu. S postupným rozvojem přístrojové techniky bylo měření vodící síly a síly rámové přeneseno z kolejnice na dvojkolí. Měření deformace kotouče kola umožnilo získat informace o vodících silách. Měření rámových sil bylo opět prováděno tenzometrickým způsobem. Rozšířením siloměrných elementů o snímače svislých a podélných sil byl vytvořen výkonný měřicí aparát umožňující provádět rozsáhlé a náročné experimentální práce.

Dynamika vlakových souprav

Rozsáhlé experimentální práce související s podélnými silami vznikajícími ve vlakové soupravě, byly prováděny s cílem vyřešit problémy při vedení těžkých vlaků. Jednalo se o objasnění podstaty a příčin trhání dlouhých těžkých vlaků a navrzení účinných opatření k zabránění tohoto nebezpečného jevu. Úkol byl úspěšně vyřešen s tím, že byl doporučen konstrukční zásah do trakčních vozidel a že byla navržena technologie jízdy vlaku.

Současně s problémem trhání vlaků vyvstal problém vytlačování lehkých vozů při velké podélné tlačné síle ve vlakové soupravě. Tento problém byl v Evropě experimentálně řešen poprvé ve VÚŽ a poznatky při něm získané ovlivnily i pojetí zkoušek vlaků s automatickým spřáhlem na mezinárodní úrovni.

Od roku 1968 do roku 1983 byly prováděny rozsáhlé zkoušky v rámci mezinárodní spolupráce, jejichž cílem bylo ověřit chování vozů vybavených automatickým spřáhlem OSŽD ve vlakové soupravě. Zkoušky byly prováděny na tratích ČSD, DR a na zkušebním okruhu v Rumunsku. Ve všech případech se zkoušek aktivně zúčastnili pracovníci oddělení dynamiky vozidel. Získané poznatky o silovém měření, o měření zrychlení, měřicích postupech a způsobech vyhodnocování naměřených veličin se staly cenným praktickým základem pro další experimentální činnosti v oblasti problematiky dynamiky vozidel.

Pevnost a životnost železničních vozidel

Skutečnost, že oddělení dynamiky vozidel bylo vybaveno vyspělou a spolehlivou technikou pro tenzometrická měření, ovlivnilo i další oblast výzkumu, která byla v oddělení rozvíjena. Pracovníci oddělení se aktivně zúčastňovali pravidelných tenzometrických seminářů a konferencí pořádaných EAI (experimentální analýza napětí), kde získávali další poznatky z oblasti tenzometrických měření i zpracování výsledků měření.

Pro potřeby stanovení životnosti určitých konstrukčních uzlů vozidla byl v oddělení dynamiky vozidel vypracován ideový návrh jednoúčelového zařízení pro zpracování signálů z tenzometrů metodou "Rain flow". Pomocí tohoto zařízení, které pracovalo na hybridním principu, byly řešeny úlohy zaměřené na ověření chování podvozků Y25 v podmínkách ČSD. Výsledky dlouhodobých zkoušek vedly jednak ke konstrukčním úpravám podvozku Y25, jednak byly z dlouhodobého provozu podvozků získány cenné poznatky o vývoji opotřebení jednotlivých dílů podvozku v závislosti na kilometrickém proběhu vozů. Tyto informace sloužily u ČSD pro odhad skladových zásob náhradních dílů.

Ve spolupráci s Katedrou pružnosti a pevnosti ČVUT Praha byl realizován úkol "Rekonstrukce připojení kotle k rámu spodku vozu". Pro analýzu napětí v kritickém uzlu byla kromě tenzometrického měření použita též metoda fotoelasticimetrie. Navržená změna konstrukce upevňovacích prvků se v provozu osvědčila.

Jako zajímavost z pevnostních měření je možné uvést tenzometrické měření při destrukční zkoušce potrubí plynovodu. Toto měření při unikátní zkoušce provedli za mimořádných bezpečnostních opatření pracovníci oddělení dynamiky vozidel v roce 1974.

Všechny další závažné problémy drážního provozu se řeší na základě naléhavé potřeby okamžitě. Mezi úkoly tohoto druhu patřil v roce 1962 problém vykolejování šestinápravové lokomotivy ř. E669.1. Výstupem úkolu bylo navržení úpravy pojezdové části lokomotivy. Dalším obdobným případem bylo zjištění příčiny vysouvání čepu opasku pružnice z ložiskové skříně u poštovních vozů. Při řešení tohoto úkolu byla navázána spolupráce s výrobcem pružnic a byla navržena a vyrobena nová listová pružnice s progresivní charakteristikou. Řešení probíhalo ve spolupráci s oblastí materiálů VÚŽ. Po realizaci doporučení navrženého VÚŽ byly vozy opět zařazeny do provozu.

Pro potřeby oddělení vlakové dynamiky GR ČSD byl na přelomu 80. let řešen rozsáhlý úkol, jehož cílem bylo získat podklady pro výpočetní stanovení nových hodnot měrných jízdních odporů různých skupin nákladních vozů do rychlosti 120 km/h a osobních vozů s podvozky Görlitz a GP 200 do rychlosti 145 resp. 180 km/h.

Pro potřeby služby traťového hospodářství byly prováděny zkoušky, jejichž cílem bylo ověření chování vozidla (lokomotiva ř.150 s měrnými dvojkolími) na nově rekonstruované trati pro rychlost 160 km/h.

Rozvoj metod výzkumu, aplikace vědeckých postupů

Oddělení sledovalo nejnovější trendy v oboru mechaniky železničních vozidel a vztahu vozidlo - kolej. V oboru hodnocení klidnosti chodu vozidel a působení vozidla na kolej bylo již v roce 1966 používáno počítačové zpracování signálu jednoúčelovým analogovým počítačem podle vztahů popsanych Dr. Sperlingem, tehdy a vlastně dodnes používaných pro objektivní popis chování vozidla za jízdy. Pracovníci oddělení se osobně s Dr. Sperlingem setkali a danou problematiku s ním prodiskutovali.

Úsilí o modernizaci přístupů k uvedené problematice, tj. vyhodnocování základních statistických charakteristik veličin určujících pohyby železničního vozidla vedlo ke kontaktům se světovými špičkovými odborníky. Oddělení organizovalo v říjnu 1977 velmi úspěšný seminář s p. Bendatem, špičkovým světovým odborníkem pracujícím právě v tomto oboru pro americké letecké výrobce, a zavedlo do běžné praxe poznatky vztahů matematické statistiky "vstup - přenos - výstup" zpracovaných na bázi rychlé Fourierovy transformace. Následovalo přístrojové vybavení číslicovým korelátorem a spektrumdisplejem (Norma - Hewlett Packard) a rutinní zpracovávání výsledků experimentů pro výzkum i zkušebnictví.

K prve uvedenému výzkumu vykonalo oddělení v letech 1968 - 71 i prvé kroky k tehdy modernímu a unikátnímu výzkumnému posuzování geometrické polohy koleje výkonovým spektrem nerovností - prakticky současně s pracemi prováděnými u SNCF. S představitelem tohoto výzkumu u SNCF bylo oddělení v osobním kontaktu. Byly vypracovány přenosové funkce tehdy užívaného měřicího vozu pro svršek ČSD od firmy Amsler, které definovaly schopnost uvedeného zařízení posuzovat kolej pro různé rychlosti jízdy. Tyto moderní postupy a přístupy, péče o moderní vybavení výkonnými perspektivními přístroji řadily dlouhodobě oddělení dynamiky k předním pracovištím v oboru nejen v Československu, ale i v Evropě. Pracovníci oddělení se neustále zdokonalovali ve své profesi, svoje poznatky aplikovali do prací pro železnici, ale i přednášeli na vysokých školách, seminářích a konferencích.

V oddělení pracovali v minulosti odborníci, z nichž je možno jmenovat:

Doc. Ing. B. Culek, CSc., Dopravní fakulta Jana Pernera; Ing. P. Doležel, CSc., vysoce kvalifikovaný odborný pracovník DB; Ing. M. Frolík; Ing. St. Jindra; Ing. M. Juza; Ing. J. Kurka, bývalý vedoucí experimentální skupiny oddělení dynamiky vozidel; Ing. I. Malina, CSc., posléze I. náměstek generálního ředitele ČD; Ing. Z. Malinda; Ing. E. Novák, CSc., posléze náměstek ředitele VÚŽ pro experimentální činnost; Ing. F. Petr, CSc.; Ing. L. Pilmann, posléze ředitel VÚŽ (dlouholetý vedoucí oddělení dynamiky vozidel); Ing. A. Suske, CSc.; Prof. Ing. J. Šíba, DrSc., posléze profesor na Strojní fakultě ČVUT; Doc. Ing. V. Švejnoch, CSc., posléze vedoucí Střediska státní zkušebny č. 223.

Zkušebnictví

V oboru zkušebnictví se modernizace činnosti oddělení dynamiky vozidel soustředila na nejnovější trendy v homologačních zkouškách podle budoucích evropských norem.

Soubor zkoušek prováděných podle zprávy ORE B12 RP17 zahrnuje jednu ze základních zkoušek pro ověření vlastností vozidla a zkoušku podle zprávy ORE B55 RP8 "Stanovení stupně bezpečnosti proti vykolejení při kvazistatických podmínkách". Zkouška podle této zprávy musí být provedena u všech prototypů vozidel a dále se provádí u řady vozidel jako prvotní ověření přizpůsobivosti vozidla pro jízdu na zborcené koleji. S ohledem na četnost provádění této zkoušky bylo v oddělení navrženo hydraulické zařízení s elektronickou regulací, které umožňuje provádět tyto zkoušky s vysokou přesností při dodržení všech podmínek uvedené zprávy.

Od roku 1999 provádí VÚŽ jízdní zkoušky vozidel podle vyhlášky UIC 518. Metodika této vyhlášky klade vysoké nároky na přípravu měření – vyhledání zkušebních traťových úseků, stanovení jejich geometrických parametrů a zpracování údajů o trati i na vlastní měření – stanovení přesné polohy vozidla na zkušební trati, úsekové dělení zkušební trati a zpracování dat velkého objemu a na vyhodnocení – statistické zpracování velkých souborů naměřených dat do předepsané grafické formy. Podle této vyhlášky byly vykonány pro Tatragónku a.s. Poprad zkoušky podvozku Y25LLs(s)d s nápravovou hmotností 25t a zkoušky vozu pro přepravu automobilů ř. Lekks 559. Provádění zkoušek podle této metodiky si vyžádalo vyvinutí speciálního zařízení pro stanovení polohy zkoušeného vozidla na trati, které registruje a zpracovává ujetou dráhu a rychlost vozidla. Toto zařízení přenáší tyto údaje na stanoviště strojvedoucího, zajišťuje synchronizaci vozidla a traťových značek, zobrazuje na monitoru polohu vozidla na trati, signalizuje měřený úsek s požadovanou rychlostí, spouští vyhodnocovací a záznamovou techniku. Přitom jsou všechna data o poloze vozidla, traťových a ručních značkách a rychlosti vozidla archivována.

V následující části příspěvku jsou uvedeny některé typické úlohy řešené v oddělení dynamiky vozidel v posledních letech:

- Chování nákladních vozů s podvozky 26-2.8 bylo ověřeno v rámci komplexu rozsáhlých zkoušek nákladních vozů různých řad dle vyhlášky UIC 432. Zkoušky byly provedeny na základě požadavku ÚŘ ČSD, později DOP ČD. V první části zkoušek v letech 1979 až 1981 byly provedeny zkoušky několika řad vozů s těmito podvozky. Výsledky zkoušek prokázaly, že vozy s podvozky tohoto typu nesplňují kritéria vyhlášky UIC 432. Po deseti letech byla problematika podvozků 26 -2.8 znovu otevřena. V roce 1991 byly experimentálně ověřeny Chodové a vodící vlastnosti nákladního vozu ř. Falls pro různé varianty úprav pojezdu. Cílem bylo najít řešení ke zlepšení jízdních vlastností podvozků 26 -2.8. Výsledky těchto zkoušek daly podnět pro provedení rekonstrukce podvozků 26-2.8 zavázaných pod vozy výše uvedené řady. Rekonstrukce spočívala v úpravě příčných vůlí mezi ložiskovými skříněmi a rozsochami a v dosazení odpružených kluznic. V další

části zkoušek v roce 1997 byly stanoveny jízdní a Chodové vlastnosti nákladních vozů ř. Falls a Zas s podvozky 26-2.8 po čtyřletém provozu. Zkouškám předcházela rozsáhlá prohlídka vozů, která měla za úkol dokumentovat technický stav jednotlivých komponentů pojezdu. V rámci prohlídky byl stanoven stav podélných a příčných vůlí pojezdu, torny, odpružených kluznic, zjištěny hmotnosti na kolo, změřeny průměry kol, rozkolí a rozchod dvojkolí, hodnoty momentu odporu podvozku proti natáčení, sejmuty jízdní obrysy kol a charakteristiky pružin kluznic. Z vozů přistavených k prohlídce byly na základě jejich výsledků vybrány vozy k provedení zkoušek dle vyhlášky UIC 432. Výsledky zkoušek prokázaly možnost přípuštění vozů ř. Falls do mezinárodního provozu. V další etapě řešení problematiky podvozků 26-2.8 v roce 1998 následovaly zkoušky nerekonstruovaného vozu Res a rekonstruovaných vozů ř. Facs, Gags, Res, Zas a Eas. Před zkouškami byl proveden opět výběr vozů pro zkoušky, který byl realizován na základě prohlídky a proměření vybraných částí pojezdu vozu.

- Řešení problematiky bezpečnosti proti vykolejení dvounápravových a čtyřnápravových nákladních vozů s automatickým spřáhlem při působení velkých tlačných sil. Vyvinutí výpočetních programů k teoretickému stanovení hodnot charakterizujících bezpečnost proti vykolejení pro oba typy vozů v souladu s materiály výboru ORE B125 a provedení rozsáhlých zkoušek v Rumunsku za účasti ČSD a CFR za účelem verifikace výsledků měření a teoretických výpočtů. Práce byly provedeny v letech 1980 až 1983 v rámci Programu nutných prací Dohody zainteresovaných členských železničních zpráv OSŽD a spolupráce mezi UIC a OSŽD při řešení problematiky ke stanovení úrovně podélných tlačných sil přenášených nákladními vozy s automatickým spřáhlem.
- Podélná dynamika dlouhých a těžkých nákladních vlaků s vozy vybavenými nárazníky a šroubovkami. Byla řešena v rozmezí let 1960 až 1963. V souvislosti s řešením této otázky (trhání vlaků, vytlačení lehkých dvounápravových vozů, obtížné dodržování zábrzdných vzdáleností) byla provedena rozsáhlá stacionární a jízdní měření v oblasti Českých Velenic a na trati Horní Lideč- Lúky pod Makytou. Teoretické práce spojené s tematikou podélné dynamiky dlouhých a těžkých nákladních vlaků sestavených z vozů s automatickým spřáhlem při různých režimech jízdy proběhly v letech 1983 až 1989. V rámci těchto prací byl sestaven a odladěn výpočetní program pro stanovení podélných tlakových a tahových sil v soupravě při prudkém rozjezdu a provozním či rychločinném brzdění. K získání vstupních dat byly v roce 1986 provedeny rozsáhlé stacionární brzdové zkoušky dlouhých nákladních vlaků o různé vozové skladbě. Do vlaku bylo zařazeno až 70 nákladních vozů. Provedené simulační výpočty podélné dynamiky vlaku poskytnuly základní informace o vlivu řazení vozů, rozdělení hmotností, parametrů vypružovacích zařízení spřáhel a režimu jízdy na úroveň

podélných sil v soupravě a umožnily vypracovat základní podmínky provozu nákladních vlaků s vozy vystrojenými automatickým spřáhlem v podmínkách ČSD.

- Před zahájením provozu pražského metra bylo provedeno v roce 1974 překontrolování hmotností vybraných vozů a rozdělení hmotností na kolo a nápravu. A dále byly provedeny rychlostní zkoušky v celém úseku Kačerov-Florenc a ověřena velikost vůle mezi hranou nástupiště a skříní vozidla. Později byly ověřovány i hodnoty kolových sil vozidla na mezní nerovnosti koleje.

Určení silových účinků vozů pražského metra na trať jako vstupních údajů pro přehodnocení pevnostních výpočtů bezpodkladnicového upevnění kolejnic proběhlo v roce 1987. V rámci přípravy měření vodících sil byla vyvinuta unikátní metoda měření těchto sil na odpruženém kole, která byla patentována. Výsledky provedených měření ukázaly značnou odlišnost teoretických předpokladů od experimentálně naměřených hodnot, významně přispěly k vývoji nového typu upevnění a ovlivnily i projekční práce nových tras metra.

- Stanovení tvaru jízdních obrysů kol hnacích vozidel ř. 150 v závislosti na kilometrickém průběhu a ověření vlivu tvaru jízdního obrysu kola na vodící a Chodové vlastnosti těchto hnacích vozidel pro rychlosti jízdy do 160 km/h. Zkouškám bylo v roce 1993 podrobena hnací vozidlo s rekonstruovaným pojezdem. V rámci zkoušek byl ověřen vliv mezipodvozkové vazby, Koni tlumičů vrtivého pohybu podvozku a jejich různých charakteristik na jízdní vlastnosti vozidla. Zadavatelem tohoto úkolu bylo GŘ ČD. Výsledkem řešení úkolu bylo vypracování doporučení pro provoz hnacích vozidel ř. 150 rychlostmi až 160 km/h a jejich údržbu společně s provedením rekonstrukcí pojezdu.
- Řešení problematiky jízdních obrysů kol vozů pražského metra s kuželovým jízdním obrysem, stanovení vývoje opotřebení jízdního obrysu v oblasti oběžné plochy a okolku a návrh vhodného jízdního obrysu z hlediska geometrického tvaru a průběhu opotřebení. Tato problematika byla řešena pro DP Metro v letech 1992 a 1996 až 1998. Pro tento úkol byl vyvinut ve VÚŽ mechanicko-elektronický snímač jízdních obrysů kol, který ve spojení s počítačem umožňuje provést porovnání naměřených obrysů se zvoleným teoretickým obrysem a statistické zpracování libovolných skupin sejmutých jízdních obrysů. Výstup zpracování výsledků je v tabulkové formě nebo v podobě přehledných grafů se znázorněním odchylek porovnávaných jízdních obrysů.
- V rámci řešení úkolu "Stanovení bezpečnosti proti vykolejení stejnosměrné elektrické lokomotivy 93 E0" byla v březnu 1995 řešena bezpečnost proti vykolejení šestnápravové lokomotivy vyrobené ve ŠKODA Plzeň pro vlečky povrchových dolů. V rámci tohoto

úkolu byla pro objednavatele řešena bezpečnost této lokomotivy při použití v traťové službě ČD s rychlostí do 155 km/h. Při zkouškách byla ověřována lokomotiva vystrojená tlumiči vrtivého pohybu podvozku (KONI tlumiče) a lokomotiva bez těchto tlumičů. Měřené veličiny a zkušební traťové úseky odpovídaly vyhlášce ORE C 138 RP9. Při registraci, zpracování a vyhodnocování měřených veličin byla poprvé použita složitá digitálně analogová technika. Použití této techniky umožnilo současnou registraci a zpracování velkého počtu měřených veličin. Statistické zpracování naměřených veličin bylo provedeno s přihlédnutím k požadavkům návrhu vyhlášky UIC 518.

- Řešení úlohy optimalizace geometrie a konstrukce přídržnice výhybky za spolupráce VÚŽ a WBG (Weichenwerk Brandenburg GmbH) pro výbor ERRI D 184. Cílem měření provedených v rámci řešení optimalizace přídržnic bylo určit a posoudit vlivy jednotlivých faktorů na namáhání přídržnice a chod vozidla. Zkoušky byly provedeny v roce 1994 ve výhybce malého okruhu ŽZO v Cerhenicích. Zátěžovou zkušební soupravu tvořilo hnací vozidlo ř. 150, měřicí vůz a ložený dvounápravový nákladní vůz. U výhybky byly na přídržnici měřeny pohyby a silové účinky vozidla, v oblasti přídržnice a jejím přilehlém okolí bezdotykovou metodou pohyby dvojkolí v koleji. Na hnacím vozidle byly měřeny vodící síly prvního dvojkolí. Výsledky měření poskytují základní poznatky o velikostech a průbězích příčných sil a pohybů v místech podpor přídržnice při průjezdu vozidla výhybkou a posuzují vliv tvaru přídržnice, tuhosti upevnění přídržnice a rychlosti projíždějícího vozidla na velikost měřených veličin. Při těchto zkouškách byla poprvé použito automatické spouštění záznamových a vyhodnocovacích zařízení traťovou značkou a on-line zpracování zdigitalizovaných dat.
- Problematika sunutých lehkých motorových vlaků byla řešena v roce 1996 v rámci zkoušky bezpečnosti proti vykolejení sunuté dvouvozové a třívozové motorové jednotky složené s dvounápravových vozů pro ŽSR. Při zkouškách byla stanovena míra bezpečnosti proti vykolejení obou jednotek v režimu sunutí na obloukovité trati s oblouky malých poloměrů (Pečky - Plaňany) a zároveň s velkým stoupáním (Sedlčany - Olbramovice) i na přímých traťových úsecích. Vozy motorové jednotky byly z důvodu simulace nepříznivých poměrů v průběhu zkoušek různě loženy, měření proběhlo pro dva stavy ploch talířů nárazníků a svěšení vozů. Měření počtem měřených veličin i rozsahem se řadí mezi velké náročné zkoušky, které VÚŽ provedl. Při registraci měřených veličin byla nasazena výkonná technika s analogově-digitálním zpracováním a vyhodnocením dat. Výsledky měření dávají ucelený přehled o chování lehkých motorových jednotek s řídicím vozem v režimu sunutí v provozních podmínkách vedlejších obloukovitých tratí i na hlavních tratích při vyšších rychlostech jízdy.

Pro úplnost předchozího výkladu je uveden chronologický přehled kolejových vozidel, na nichž oddělení dynamiky vozidel provádělo zkoušky.

❖ **Motorové a elektrické vozy a jednotky, traťové stroje**

M295.0011	1965	bezpečnost proti vykolejení, na základě nepříznivých výsledků byla vozidla této řady vyřazena z provozu
SM488.001	1968	bezpečnost proti vykolejení a ověřování sunutí
Tramvaje T5, KT4, T3 (SU), K4, T3 a 3191 (Egypt)	1969/73	zjišťování kolových hmotností
Strojní čistička SČP 200	1972	zkouška kvality chodu, zjišťování kolových hmotností
Strojní čistička SČH-72	1974	zkouška kvality chodu, zjišťování kolových hmotností
EM475.2	1972	podélná zrychlení
M283.101		
Vůz metra Ečs	1974	zjišťování kolových hmotností
M474.002	1975	bezpečnost proti vykolejení
411.9	1986/88	zjišťování kolových hmotností (Trenčianska Teplá – Trenčianske Teplice)
EMU49.005		(TEŽ)
470	1991	bezpečnost proti vykolejení
811 (ŽSR)	1995	bezpečnost proti vykolejení
843	1996	bezpečnost proti vykolejení
811 + 011 + 912 (ŽSR)	1996	bezpečnost proti vykolejení při sunutí

U všech uvedených vozidel byly vedle výše zmíněných zkoušek prováděny vždy zkoušky chodových a vodících vlastností. V některých případech rovněž měřeny vibrace na stanovišti strojvedoucího.

❖ **Motorové lokomotivy**

T324.001; T444.001	1959-1960
T444.101	1964

T669.0001	1965	svislé závěsky
T478.0002;		
T478.100	1966	
T679.1016	1966	rámové síly
T478.2001	1967	
T335.002	1967	
T478.3001	1969	bezpečnost proti vykolejení
T4751.501	1971	závěsky
T475.1502	1971	pryžové bloky
T466.0001	1972	
T679.2002	1972	rámové síly
T476.0501	1973	
T499.0002	1976	bezpečnost proti vykolejení
T457.0001	1981	bezpečnost proti vykolejení
ČME5	1987	bezpečnost proti vykolejení
711.701-3	1994	
708.002-1	1996	bezpečnost proti vykolejení
711.701-3	1997	

U všech uvedených motorových lokomotiv byly vedle výše zmíněných zkoušek prováděny vždy zkoušky chodových a vodících vlastností. V některých případech rovněž měřeny vibrace na stanovišti strojvedoucího.

❖ Elektrické lokomotivy

E669.1	1962	bezpečnost proti vykolejení, vliv rozvoru podvozku a nastavení mezipodvozkové vazby
E669.2027	1964	
E499.095	1965	prvotní vypružení pryžové
S699.001 (32E)	1966	bezpečnost proti vykolejení, alternativní vypružení a mezipodvozkové vazby
S489.0001	1966	
S499.0064	1969	
E499.098	1969	
E499.020	1969	
E499.101	1969	
S499.1021	1970	
S489.0088	1970	

E499.128; E669.3020	1971	
E669.3028; E669.3029	1972	
S458.0001	1973	nárazová zkouška
ES499.0002	1974	bezpečnost proti vykolejení
372 001-8	1988	
85E0 ATM-001		kvazistatická bezpečnost proti vykolejení
150.020 (následně 151)	1993	bezpečnost proti vykolejení
93E	1995	bezpečnost proti vykolejení

U všech uvedených elektrických lokomotiv byly vedle výše zmíněných zkoušek prováděny vždy zkoušky chodových a vodících vlastností. V některých případech rovněž měřeny vibrace na stanovišti strojvedoucího.

❖ **Osobní a nákladní vozy**

Níže uvedené vozy byly v posledním desetiletí podrobeny ve VÚŽ zkouškám chodových a vodících vlastností a ověření kolových sil na mezi nerovnosti koleje. U osobních vozů se navíc provádělo měření vibrací.

nákladní vozy:	Hx (1992) Vítkovice, Uaais (1994) převoz jaderného odpadu, Sammp (1995), Uacns (1995), Zans (1995), Tds (1996), Sggmrss (1996), Eurospine (1997), Falls (1998) podvozky 26-2.8 Gags (1998), podvozky 26-2.8 Eas (1998) podvozky 26-2.8
osobní vozy:	Aa 1300 (1964) MÁV, Apee (1996) ŽSR, Apeer (1996) ŽSR, Bheer (1996) ŽSR, Bhee (1996), WRRmz (1997) MVS-SGP, K/S (1998) Bombardier (pro Čínu), WLADmveer (1999) ŽSR

Technologie železniční vozby

Činnosti oddělení technologie železniční vozby se odvíjela po desetiletí v následujících tematických okruzích:

Spolupráce na vybudování automatizovaného systému řízení v podsystemu lokomotivního hospodářství:

- Zpracování databáze hnacích kolejových vozidel (HKV)
- Péče o technický stav HKV
 - Kontrola a řízení technického stavu HKV včetně sledování a vyhodnocování

- životnosti a příčin poruchovosti HKV
- Řízení opravářské činnosti v DKV
 - Řízení výrobních a opravářských kapacit
 - Řízení technologických procesů v opravářské činnosti
- Řízení provozní práce HKV a lokomotivních čet
 - Plánování a organizace dopravního procesu v LH
 - Řízení práce HKV a lokomotivních čet ve vlakové dopravě
 - Hospodářské řízení
 - Výpočet mezd
 - Materiálně-technické zásobování
 - Zavádění mikropočítačů do výkonných jednotek (např. automatizované pracoviště strojmistra)

Automatizace řízení kolejových hnacích vozidel

Od poloviny 60. let vyvíjel VÚŽ systém automatizovaného řízení trakčních vozidel určených pro tehdejší ČSD i pro export, pro podzemní dráhy a speciální závodovou dopravu. Řešení přineslo vysokou funkční úroveň, srovnatelnou s úrovní dosaženou u vyspělých zahraničních železnic. Vyvinutý stavebnicový regulační systém, postavený nejdříve na symetrickém později nesymetrickém univerzálním regulačním systému URS, nyní na bázi mikroprocesorových technologických systémů, obsahuje regulátor rychlosti, regulátor cílového brzdění a programátor, kterému se jako celku říká optimalizátor jízdy vlaku, příp. zařízení pro automatické vedení vlaku. ČSD se staly první železniční správou na světě, která hromadně nasadila do provozu regulátor rychlosti, a to již počátkem 70. let. Nebývalý byl i rozsah nasazení - přes 500 kusů, zahrnujících téměř veškerá vozidla od motorových vozů a posunovacích lokomotiv až po expresní lokomotivy s rychlostí 200 km/h. Regulátorem rychlosti a cílovým brzděním se vybavily všechny soupravy typu Ečs pražského metra. Nejvyšší stupeň automatizace - automatické vedení vlaku - se po několika zkušebních nasazeních dostalo do pravidelného provozu v první polovině devadesátých let na elektrické lokomotivě 163 034 a elektrické jednotce řady 470. Dosažené provozní výsledky jsou dnes chápány jako nepsaný standard pro kvalitu obdobných zařízení u nás.

V lokomotivních depech Cheb, Nymburk, Kolín a Česká Třebová se provozovaly na seřaďovacích nádražích posunovací lokomotivy se zařízením umožňujícím jejich dálkové ovládní. Jeho základem byl regulátor rychlosti doplněný logickou částí a zařízením pro bezdrátový přenos dat. Na seřaďovacím nádraží v Nymburce se toto zařízení stalo součástí komplexní automatizace spádoviště, tzv. KOMPAS.

Na všechna výše uvedená zařízení byl zpracován projekt údržby a oprav se záměrem vybudování diagnostického pracoviště v ŽOS Šumperk. Součástí projektu byl vývoj diagnostických zařízení rychlostní regulace a návrh organizace údržby a oprav.

Normotvorná činnost

- jednotné stanoviště strojvedoucího (ON 28 5201)
- novelizovaná norma týkající se geometrické polohy koleje

Spolupráce při vývoji HKV

- návrh a posuzování parametrů HKV, např. studie definující parametry vozidel pro pražské metro,
- unifikace HKV,
- stanoviště strojvedoucího,
- řídicích povelů a signálů,
- povelů a signálů násobného řízení vozidel ve vlaku.

Spolupráce při vývoji zabezpečovacích zařízení

- přenos informací z tratě na vozidlo pomocí informačních bodů sestavených z permanentních magnetů,
- spolupráce automatizačních zařízení HKV se zabezpečovacím zařízením na trati,
- přenos informací pro zabezpečení jízdy vlaku na HKV s využitím radiového přenosu (realizace v žst. Praha-Libeň).

Ovladatelnost HKV

- spolupráce při vývoji brzdových zařízení (např. elektricky řízený brzdič),
- spolupráce při vývoji mikroprocesorového protismykového zařízení,
- spolupráce při vývoji nových ovladačů na stanovišti strojvedoucího.

Závěrem je nutno jmenovat dřívější vedoucí pracovníky VÚŽ, kteří se rozhodujícím způsobem podíleli na vysoké odbornosti v oboru výše uvedené problematiky.

Ing. Miroslav Pospíšil, CSc. (nar. 1920), ve VÚŽ vedoucí oddělení technologie železniční vozby do r. 1981. Významný odborník na dynamiku kolejových vozidel, dynamiku jízdy vlaků, řízení provozu železniční dopravy a řízení kolejových vozidel.

Ing. Božetěch Šula, CSc. (nar. 1928), ve VÚŽ samostatný vědecký pracovník a od roku 1981 vedoucí oddělení technologie železniční vozby. Významný odborník v problematice dynamiky kolejových vozidel, konstrukce a řízení kolejových vozidel.

Státní zkušebnictví

Počátky státního zkušebnictví

V rámci budování sítě státních zkušeben se stal Výzkumný ústav dopravní dne 26.1.1967 Státní autorizovanou zkušebnou č. 223, později, dne 22.4.1968 v souladu se zákonem o státním zkušebnictví č. 30/68 ze dne 27. února 1968 Státní zkušebnou č. 223.

Úkolem ústavu jako státní zkušebny bylo účinně napomáhat ke zvyšování jakosti, technické úrovně a užitné hodnoty výrobků, určených Úřadem pro normalizaci a měření. Tento úkol plnila zkušebna hodnocením výrobků a jejich zařazováním do stupňů jakosti. Šlo zejména o elektrická a motorová železniční trakční vozidla, železniční vozy, tramvaje a trolejbusy.

K vlastnímu výkonu funkce státní zkušebny bylo v ústavu jako samostatný útvar zřízeno středisko Státní zkušebny, které mělo v maximálním obsazení 10 pracovníků pod vedením Ing. Vladimíra Švejnocha, CSc. a které účinně spolupracovalo na jedné straně s ostatními útvary a výzkumnými oblastmi ústavu, na druhé straně s odběrateli výrobků a s výrobcí. Většina zkoušek a měření pro hodnocení byla prováděna přímo výzkumnými oblastmi VÚŽ.

Mezi hlavní úkoly tohoto střediska patřilo zejména:

- soustavné získávání a sledování technickoekonomických informací o současném stavu a trendu vývoje nových výrobků spadajících do působnosti střediska Státní zkušebny č. 223,
- soustavné prověřování a revidování úrovně státních norem,
- určování obdobných zahraničních výrobků, reprezentujících současnou světovou úroveň, s nimiž byla hodnocená vozidla srovnávána,
- navrhování kritérií pro hodnocení,
- účast při všech zkouškách, prováděných s předloženými vzorky,
- vydávání rozhodnutí o zařazení výrobků do stupňů jakosti a j.

Po celou dobu působnosti vyvíjela Státní zkušebna č. 223 neustálý tlak na jednotlivé výrobce, především železničních kolejových vozidel, z hlediska vysokých nároků na jakost finálních výrobků strojírenského průmyslu pro dopravu, a tím velkou měrou přispívala ke snižování jejich poruchovosti. Za dobu své existence uskutečnila kromě mnoha jiných činností 92 povinných hodnocení vozidel a 22 povinných hodnocení a schvalování kontejnerů.

V září 1997 v souvislosti s legislativními změnami v procesu prokazování shody výrobků se Státní zkušebna změnila na autorizovanou osobu č. 223. V té době prováděla nepovinnou certifikaci některých komponent kolejových vozidel. Statut autorizované osoby vyplývá ze zákona o technických požadavcích na výrobky a návazných vládních nařízení. Protože však proces prokazování shody s technickým dokumentem drážních vozidel je zakotven v zákoně o drahách a vyhlášce č. 173, které vstoupily v platnost dříve než byl k dispozici zákon o technických požadavcích na výrobky, činnost autorizované osoby č. 223 se postupně minimalizovala a v roce 1999 autorizovaná osoba č. 223 zanikla.

Současný stav

Proces prokazování shody u drážních vozidel probíhá v režimu akreditované zkušební laboratoře ČD VÚŽ a Právnícké osoby VÚŽ určené Ministerstvem dopravy.

Proces prokazování shody s technickým dokumentem drážních vozidel v souladu se způsobem evropské legislativy si vynutil zavedení nového přístupu k provádění zkoušek.

Principiálně zkoušky v případě prokazování shody provádí nezávislé laboratoře (tzv. třetí osoby) a o zkouškách vypracovávají protokol sloužící jako podklad schvalujícímu orgánu – Drážnímu úřadu.

Zákon o drahách definuje pojem Právnícké osoby určené ministerstvem dopravy. Je to určitý statut zkušební laboratoře, který ji opravňuje takovéto zkoušky provádět. Jednou z podmínek získání statutu Právnícké osoby je existence akreditované laboratoře. Akreditace laboratoře, kterou provádí Český institut pro akreditaci (ČIA) je prováděna podle ČSN EN 45 001. Existence akreditace laboratoře dává pak záruku správného a objektivního provádění zkoušek pro zákazníky. VÚŽ získal statut právnícké osoby díky existenci akreditované laboratoře č.1099 ZL ČD VÚŽ roku 1995.

V roce 1999 obdržela akreditovaná zkušební laboratoř ČD VÚŽ uznání od železničního spolkového úřadu EBA se sídlem v Bonnu (Eisenbahn-Bundesamt) k vykonávání zkoušek drážních vozidel za účelem schválení jejich provozu na tratích DB (viz dokumenty přiložené k předchozímu pojednání).

Elektrotechnické zkoušky a výzkum drážních vozidel

Tyto zkoušky a výzkum patří k důležité součásti náplně činnosti zkušební laboratoře ČD VÚŽ - ZL 3 a jsou zmíněny v samostatné části sborníku. Tato část má název "Přínos VÚŽ k rozvoji elektrotechniky a energetiky v kolejové dopravě".

V Praze, únor 2000

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

Ivan Kemr a kolektiv

Přínos VÚŽ k rozvoji elektrotechniky a energetiky v kolejové dopravě

Klíčová slova: *historie, výzkum, zkušebnictví, železnice, elektrotechnika, energetika.*

Úvod

Aplikace elektrické energie v kolejové dopravě byla od počátku doménou významných výrobců elektrotechnických zařízení, ať již domácích nebo zahraničních. Postupně se však do problematiky zapojovali i odborníci pracující přímo u železnice. Se vznikem specializovaného železničního výzkumu bylo samozřejmé, že svoje neopomenutelné místo mezi výzkumníky budou muset mít i pracovníci zaměřeni právě na železniční elektrotechniku, která rychle pronikala do sféry vozidel, jejich trakčního pohonu a pomocných pohonů a zařízení, do sféry energetického napájení trakčních vozidel i stacionárních drážních zařízení a do sféry zařízení zabezpečovacích a sdělovacích. Proto již v prvním **Výzkumném a zkušebním ústavu ČSD**, založeném v roce 1950, byl jedním z pěti pracovních úseků i "Výzkum elektrotechnický".

Ing. Jiří Bečka, CSc., nar. 1930, absolvent ČVUT FEL r. 1953, bývalý vedoucí oddělení elektrických hnacích vozidel VVO3 VÚŽ

Ing. Zdeněk Beneš, CSc., nar. 1939, absolvent ČVUT FEL r. 1968, vědecký pracovník TÚDC ČD, bývalý pracovník oddělení elektrotechniky a energetiky VVO6 VÚŽ

Ing. Miloš Hájek, CSc., nar. 1938, absolvent VŠD KETE r. 1961, vědecký pracovník oddělení elektrických hnacích vozidel VO3 VÚŽ

Ing. Karel Hlava, CSc., nar. 1930, absolvent ČVUT FEL, obor elektrická trakce r. 1953, vědecký pracovník a vedoucí oddělení EMC TÚDC ČD, bývalý vedoucí oddělení elektrotechniky a energetiky VVO6 VÚŽ

Ing. Ivan Kemr, nar. 1943, absolvent ČVUT FEL r. 1965, vedoucí oddělení elektrických hnacích vozidel VO3 VÚŽ

Ing. Jindřich Magnusek, CSc. nar. 1928, absolvent ČVUT FEL r. 1952, bývalý vedoucí výzkumné oblasti hnacích vozidel - VVO3 VÚŽ

Ing. František Šír, CSc., nar. 1937, absolvent VŠD KETE r. 1960, vědecký pracovník oddělení elektrických hnacích vozidel VO3 VÚŽ

V polovině roku 1952, kdy se VZÚ ČSD změnil na Vědeckovýzkumný ústav železnic a členil se na vědeckovýzkumné odbory, jako jeden z těchto odborů byl zřízen odbor energetiky. V té době se naplno rozběhla elektrizace prvních úseků hlavních tratí stejnosměrným systémem 3 kV. Úkolem odboru elektrotechniky byla především odborná pomoc řídicím složkám ČSD a ministerstvu železnic. Nedostatek specialistů však způsobil, že koncem roku 1952 měl odbor jen tři pracovníky a prakticky žádné přístrojové vybavení. Jejich činnost se zaměřovala na teoretické práce a rozborů výsledků zkoušek zařízení, určených pro elektrizaci. Zkoušela se zařízení pro nové měřirny, trakční vedení a prototypy elektrických lokomotiv.

V roce 1954 vznikla ve Výzkumném a zkušebním ústavu samostatná elektrotechnická skupina, soustřeďující se na probíhající elektrizaci a s ní související problémy elektrických hnacích vozidel, trakčního vedení a napájecí soustavy jako celku. Kromě centrálního pražského výzkumného pracoviště, pozdějšího Výzkumného ústavu dopravního (VÚD), existovala od roku 1960 i tzv. pracoviště technického rozvoje (PTR), z nichž např. PTR v Plzni se zaměřovalo, kromě jiného, na zařízení pro střídavou trakci a související pevná elektrická trakční zařízení. Obdobné PTR, z počátku přiřčené k elektroúseku ve Vrútkách, kde byl jeden z prvních elektrizovaných úseků ČSD, se zabývalo stejnosměrnou trakční soustavou. Nedlouho na to vznikla tzv. Projekčně konstrukční vývojová pracoviště (PKVP), z nichž to brněnské, zaměřené na lokomotivní hospodářství a elektrotechniku, bylo zřízeno rozkazem ministra dopravy v květnu 1963, a bylo k němu přiřčeno i vrútecké PTR, které se později, roku 1968, přeměnilo na samostatné PKVP elektrotechniky.

Když se stal, po reorganizaci Výzkumného ústavu dopravního, od 1. 1. 1972 novým pokračovatelem železničního výzkumu v Československu **Výzkumný ústav železniční**, jednotlivé odbory výzkumu se zformovaly do výzkumně vývojových oblastí (VVO).

Elektrotechnická problematika se rozdělila do dvou oblastí, z nichž oblast VVO3, se sídlem v Praze, byla zaměřena na tzv. **lokomotivní hospodářství**, a jedno z jejích oddělení - oddělení trakcí, se zabývalo detailně i elektrickou výzbrojí vozidel, zejména lokomotiv. V dalším vývoji vzniklo samostatné oddělení elektrických hnacích vozidel.

Pracovníci oddělení se nezanedbatelně podíleli na vývoji a zkouškách řady elektrických vozidel, která jezdila a jezdí po kolejích ČSD, a právě tak zasáhli i do příbuzné sféry vozidel a napájecí soustavy pražského metra.

Tato oblast - **Výzkumná oblast kolejových vozidel**, zůstala dodnes významnou součástí stávajícího Výzkumného ústavu železničního, byť se těžiště její činnosti postupně posunulo ještě více do sféry zkušebnictví. Detailně se činností elektrotechniků v železničním výzkumu vozidel věnují další kapitoly tohoto článku. Dříve je však třeba zmínit se o druhé části výzkumu elektrotechnické problematiky železnice, i proto, že se jí v konečné fázi dotklo dělení Československa a do současného VÚŽ již nepatří.

Železniční elektrotechnika, zaměřená převážně na pevná elektrická trakční zařízení (PETZ) a železniční energetiku, spadala do působnosti VVO 6, což byla **Výzkumná oblast elektrotechniky** se sídlem ve Vrútkách a s detašovaným pracovištěm v Praze, soustřeďujícím se zejména na trakční energetiku. V průběhu roku řešila oblast množství úkolů rozvoje vědy a techniky (RVT), jak se výzkumné úkoly souhrnně nazývaly.

Mezi významná témata patřily :

- výzkum elektrických parametrů PETZ,
- výzkum možnosti zvyšování výkonu obou trakčních napájecích soustav,
- výzkum součinnosti PETZ a elektrických hnacích vozidel,
- výzkum, vývoj a ověřování nových prvků PETZ, zejména syntetických izolátorů,
- výzkum a vývoj nových měřicích metod v oblasti PETZ,
- výzkum a vývoj nových progresivních pracovních metod a údržby PETZ,
- výzkum a vývoj montážních prostředků a zařízení a ochranných a bezpečnostních pomůcek pro práci na PETZ, včetně práce pod napětím.

Měřením elektrických parametrů trakčního vedení při jevech periodických i rázových byly získány potřebné podklady pro řešení teoretických i praktických problémů, jako třeba pro výpočty zkratových proudů a z nich vyplývajícího nastavení ochran.

Byly vyvinuty a vyzkoušeny nové typy bleskojistek, kondenzátorových a s rotujícím obloukem, stejně jako nové typy opakovatelných průrazek.

V souvislosti s křemikalizací měníren, kdy se nahrazovaly rtuťové usměrňovače polovodičovými, byly provedeny zkoušky napáječových rychlovypínačů, ověřena funkce vyhlazovacích filtrů vyšších harmonických a prokázána proudová přetížitelnost nových usměrňovacích jednotek. S tím těsně souviselo vyřešení zařízení pro automatické přepínání usměrňovačových jednotek v měnících podle stupně zátěže.

Teoreticky a experimentálně byla prověřena výhodnost dvoustranného napájení a chování soustavy při příčném propojení obou stop trakčního vedení na dvokolejných tratích.

Rozsáhlému výzkumu byly podrobeny problémy související s kompenzací jalového výkonu jednofázové soustavy 25 kV, v jejímž rámci byly značně rozšířeny poznatky o kmitočtové závislosti elektrických parametrů trakční soustavy a rezonančních jevech.

Mimořádně důležitou sférou výzkumu byla kompatibilita elektrického hnacího vozidla se soustavou PETZ, a to jednak z hlediska elektrického, kdy se sledovaly vlivy rušení, způsobeného vozidlem s polovodičovými měniči na napájecí soustavu, a opačně vlivy abnormalit v napájení na elektrickou výzbroj vozidla, a také z hlediska vzájemného mechanického působení proudového sběrače vozidla a trolejového vedení. Kvalita kontaktu mezi sběračem a trolejí se sledovala z pohledu jejich opotřebení a s tím související životnosti i z pohledu kvality plynulého odběru trakčního proudu bez odskoků, zejména při vysokých rychlostech.

Pro kontrolu geometrických a mechanických vlastností trakčního vedení a jeho součinnosti s lokomotivním sběračem proudu byl navržen a vybaven speciální měřicí technikou laboratorní měřicí vůz trakčního vedení. Do kontroly proudového zatížení trakčního vedení a zařízení napájecích stanic byla zavedena termovizní měření oteplení kritických míst soustavy. Pro účely diagnostiky napájecích stanic byly vypracovány měřicí a kontrolní metody, včetně speciálních měřicích přístrojů a počítačem řízené automatické měřicí ústředny, kterou bylo vybaveno silniční skříňové diagnostické vozidlo - pojízdná diagnostická jednotka napájecích stanic.

V souvislosti s přípravou na vysokorychlostní provoz byla pozornost věnována vývoji lehkých izolačních prvků trakčního vedení ze syntetických materiálů. Byly tak vyvinuty sjízdné izolátory a úsekové děliče pro obě trakční soustavy ČSD. Důležitým aspektem byla i následná výroba těchto, a nejen těchto, zařízení přímo v dílně

Výzkumné oblasti elektrotechniky ve Vrútkách, odkud byly zásobovány celé ČSD a některé z výrobků byly dodávány i zahraničním železnicím.

Mezi výrobky, které byly ve VÚŽ vyvinuty a vyráběny, patřily i přístrojové soubory pro dálkové ovládání traťových odpojovačů a přístrojů ve spínacích stanicích.

Neméně významný byl následný vývoj dispečerského dálkového řídicího systému napájecích stanic, se zpětným hlášením stavu všech podstatných přístrojů napájecí stanice.

Oblast elektrotechniky se zabývala i řešením progresivních pracovních metod při výstavbě a hlavně při údržbě trakčního vedení. Po teoretickém zpracování byla provedena úprava pracovních plošin a navržen a odzkoušen postup práce na trakčním vedení pod napětím 25 kV. Spolu s tím byly vyvinuty a vyráběny různé typy bočnicích a zkratovacích souprav a nástrojů tzv. malé mechanizace, které práci na vedení usnadňovaly.

Racionalizace údržby, její plánování a zpětné zpracování údajů o provedených pracích a použitém materiálu patřily též do pracovní náplně výzkumně vývojové oblasti elektrotechniky.

Nutnou podmínkou úspěšných výsledků železničního výzkumu a vývoje v elektrotechnickém oboru byla těsná spolupráce s provozními složkami ČSD. Nejenom že se pracovníci ČSD zúčastňovali na tvorbě zadání výzkumných úkolů a na jejich závěrečných oponentních řízeních, ale často spolupracovali přímo na řešení problémů a tvořili důležitou zpětnou vazbu na reálné potřeby železnice.

Po rozdělení ČSFR se Výzkumná oblast elektrotechniky ve Vrútkách začlenila do nově konstituovaného Výzkumného a vývojového ústavu železnic Slovenské republiky. Pražské pracoviště - oddělení elektrotechniky a energetiky - přešlo do Technické ústředny dopravní cesty ČD (TÚDC ČD).

V devadesátých letech, a zejména po vzniku ČD, v období, kdy finanční prostředky železnice na vlastní výzkum byly silně redukovány, se uplatňuje stále více úloha VÚŽ jakožto Zkušební laboratoře. **Zkušební laboratoř VÚŽ** je akreditovaná ČIA (Českým institutem pro akreditaci) také v oboru elektrických zkoušek vozidel a napájecích zařízení železnice. Nezbytnou podmínkou zkoušek je odpovídající měřicí technika. Současné oddělení elektrických hnacích vozidel, které pokrývá celou elektrotechnickou problematiku, disponuje v první řadě speciálním elektrotechnickým vozem. Vznikl přestavbou skříně elektrického motorového vozu SM 488.0, bez trakční

výstroje. Na střeše má dva proudové sběrače, vhodné pro oba hlavní napájecí systémy ČD, a zatěžovací odporník. Uvnitř je vybaven dvojicí vn vypínačů a sadou odpojovačů, umožňujících vytvořit různá silová zapojení. Při měřeních tak mohou být připojena zkoušená vozidla napájena přes tento vůz. Vlastní měřicí technika, dnes již založená na automatické měřicí ústředně řízené počítačem, se variabilně instaluje do laboratorního prostoru vozu. Při některých měřeních bývá měřicí aparatura umístěna přímo v měřeném vozidle.

Renomovaní domácí výrobci železniční techniky zaznamenali bohužel výrazný ústup ze slávy, a tak služby Zkušební laboratoře VÚŽ ve zvýšené míře využívají zahraniční výrobci železniční techniky jako Siemens, SGP, ADtranz, GEC Alstom a mnohé evropské železniční společnosti, jako jsou např. DB, SNCF, FS, ŽSR a další. A tak s využitím Železničního zkušebního okruhu VÚŽ v Cerhenicích se provádějí komplexní zkoušky, většinou typové, nových zahraničních vozidel, ať již se jedná o lokomotivy, jako např. střídavá lokomotiva HellasSprinter, kterou vyrobil Siemens pro Řecké dráhy OSE, nebo o zkoušky CZE - centrálních zdrojů energie osobních a jídelních vozů, jako jsou vozy Ampz, Bmz, WRRmz, vyrobené pro ČD v posledních letech. Výstavba třetího napájecího systému 15 kV, 16²/₃ Hz na Železničním zkušebním okruhu (ŽZO) v Cerhenicích, možností Zkušební laboratoře VÚŽ ještě dále rozšiřuje.

V dalších kapitolách se autoři pokusili podat živější a detailnější obraz jubilujícího železničního výzkumu z pohledu přímých účastníků, jejichž osudem se stala železniční elektrotechnika. Je to pohled na právě těch padesát let, které u železnice znamenaly definitivní přechod ze století páry do století elektřiny.

Dělení kapitol se snaží respektovat časovou posloupnost událostí, která v tomto případě naštěstí nebrání základnímu dělení věcnému. To, že se prolínají záběry na traťová zařízení s událostmi týkajícími se vozidel, snad také není na závadu, jelikož obojí tvoří nedílný celek.

Pro soustavnou elektrizaci ČSD byla po 2. světové válce zvolena stejnosměrná trakční proudová soustava 3 kV. Tato volba vycházela jak ze zkušeností získaných provozem na elektrizovaných pražských nádražích a na jiných úsecích (Tábor - Bechyně, Rybník - Lipno, Tatranské dráhy) provozovaných napětím 1,5 kV, tak i z možností domácího průmyslu. Rozhodující vliv na volbu elektrizační soustavy měla ovšem dosahovaná úroveň technického řešení elektrických lokomotiv, jak co do potřebného výkonu, tak co do požadované spolehlivosti. Na počátku padesátých let to byla právě stejnosměrná trakční proudová soustava, jejíž lokomotivy prokazovaly v zahraničí potřebnou provozní spolehlivost.

V tomto místě je vhodné vzpomenout průkopníků začátků elektrizace pp. Prof. Dr. Ing. Františka Jansy, DrSc. a Doc. Ing. Jana Bílka, který se stal prvním pracovníkem nového odboru energetiky Vědeckovýzkumného ústavu železnic, do kterého přešel v r. 1952 z Ministerstva železnic.

Traťové úseky byly napájeny buď z rotačních měničů, nebo ze rtuťových usměrňovačů, které obsahovaly šestianodové nebo dvanáctianodové usměrňovací jednotky se společnou katodou, jak bylo tehdy celoevropskou praxí. Z toho důvodu např. pražská nádraží měla v trolejovém vedení záporný pól, aby chladicí soustava katodové misky mohla být na zemním potenciálu.

Pracovníci výrobce rtuťových usměrňovačů, pod vedením p. Ing. Jaroslava Ibla, od samého začátku této fáze elektrizace ČSD prosazovali dvanáctipulzní můstkové schéma, především pro lepší využití usměrňovačového transformátoru a pro omezení frekvenčních složek (300 Hz a 900 Hz) v usměrněném napětí, které způsobují nežádoucí rušení sdělovacích vedení souběžných s tratí.

Protože však můstkové schéma nelze založit na usměrňovací jednotce se společnou katodou, vyvinul Ing. Ibl unikátní konstrukci jednoanodových čerpaných "ventilů", kde celé schéma dvojitého můstku obsahovalo dvě šestice těchto "ventilů".

K podrobnější analýze schématu trakčního usměrňovače jako dvojitého můstku přispěl tehdejší výzkumný ústav (dále VÚ) v letech 1957 a 1958 teoretickým rozбором zatěžovací charakteristiky a poměrů při tzv. "zpětném zápalu", tedy při ztrátě usměrňovací schopnosti některého ze dvanácti "ventilů". Výhody dvojitého

můstkového schématu trakčních usměrňovačů se v současné době přesouvají do oblasti jejich elektromagnetické kompatibility vůči napájecí síti 22 kV i 110 kV. Toto schéma totiž postrádá v primárním proudu složky 5. a 7. harmonické a nejnižší z harmonických je až řádu 11 a 13. Za dnešních připojovacích podmínek k síti dodavatele elektrické energie to přináší výhodu v tom, že nejsme u měření nuceni počítat s filtrací harmonických. Kompenzace účinníku měnírenského usměrňovače také není nutná, protože jeho hodnoty leží spolehlivě v požadovaných mezích.

Práce na elektrizaci prvních úseků hlavních tratí ČSD stejnosměrnou trakční soustavou 3 kV vrcholily začátkem padesátých let. Dokončovala se především výstavba měnírny a trakčního vedení v traťovém úseku Žilina - Vrútky a současně ve Škodových závodech v Plzni byla v závěrečné fázi výroba prototypu stejnosměrné tříkilovoltové lokomotivy řady E 499.001, která byla dokončena v roce 1953. Po zkouškách v závodě v Plzni proběhly zkoušky na elektrizovaných úsecích pražského uzlu při napájecím napětí jak 1,5 kV, tak 3 kV, dodávaném z rekonstruované měnírny Třešňovka. Pak byla lokomotiva přepravena na Slovensko na úsek trati Žilina - Vrútky. Řada ještě nedokončených elektrizačních prací však neumožňovala provádět zkoušky v požadovaném rozsahu, a tak bylo dohodnuto přesunutí lokomotivy E 499.001 do Polska. Najetí 100 tisíc km v elektrickém provozu se realizovalo v oblasti elektrizovaného uzlu Varšava v průběhu roku 1954. Co se týče elektrické trakční výstroje této lokomotivy, pracovníci VÚ prosadili zásadu respektování vzájemného ovlivňování silových obvodů uvnitř lokomotivy a vnějších obvodů napájecí soustavy a obvodů dalších elektrických vozidel, nacházejících se ve společném meziměřírenském úseku. Na této zásadě vzájemného vlivu byly sestaveny programy komplexních zkoušek elektrické výstroje této lokomotivy i prototypů následných řad hnacích vozidel soustavy 3 kV. Zvláštní význam pro zajištění spolehlivé funkce elektrické výstroje stejnosměrných hnacích vozidel měla vypínací schopnost hlavního vypínače vozidla, jejíž parametry pracovníci VÚ stanovili a která se prokazovala (a prokazuje) tzv. zkouškou zkratem na vozidle.

Obdobně jako byl zkoušen prototyp lokomotivy, bylo nutno kompletně odzkoušet nový typ trakční měnírny, včetně příslušného trakčního vedení. Významným přínosem pro tyto zkoušky byl výzkumný úkol "Zvýšení provozní bezpečnosti trakčních měření", který řešil energetický odbor VÚ v letech 1954 až 55. Výsledkem výzkumu bylo stanovení provozních parametrů trakčních měření 110/ 22/ 3 kV, optimalizace

nastavení všech ochran měření, ověření přechodných jevů a možných poruchových stavů. Závěry byly ověřovány v průběhu roku 1955 na měřárnách Liptovský Mikuláš a Štrba, včetně ověření možností jejich paralelního chodu při dvoustranném napájení meziměřírenských úseků. Nejprve byly určeny skutečné elektrické parametry, jako jsou odpor a indukčnost použitého trakčního vedení, bez jejichž znalosti by nebylo možné propočítávat průběhy zkratových proudů. Získané poznatky posloužily k vypracování směrnic pro uvádění nových měření do provozu.

Původní koncepce jednotné budovy trakční měřárny a její technologie byla dílem skupiny projektantů vedených Prof. Ing. Štěpánem Peleňským. Z dnešního pohledu se jeví tyto budovy jako značně předimenzované, což je však dáno zejména změnou jejich technologického vybavení (usměrňovače, rozvaděče, velín, dálkové ovládání a pod.).

V návaznosti na zkoušky napájecí části elektrizovaného úseku Liptovský Mikuláš - Poprad, byly ještě v červenci a srpnu roku 1955 provedeny jízdní zatěžovací zkoušky elektrických vlaků, osobních i nákladních, v rámci úkolu "Výzkumné zkoušky elektrických vozidel". Zkoušky byly úspěšné, i když se neobešly bez dílčích poruch a havárií, které však ve svém důsledku přinesly nové poznatky a po vyšetření příčin umožnily napravit některé nedostatky. Byla tak např. prokázána nefunkčnost dynamické spouště napájecího vypínače typu RV 15/30 při některých průbězích zatěžovacího proudu. Vedlo to k postupnému nahrazení těchto vypínačů novým typem VRN 3000 ČKD, když po dobu vývoje vypínače VRN byly využívány vypínače Alsthom z Francie. Problematice rychlovypínačů je věnována pozornost ještě dále na jiném místě textu.

Zvláštní pozornost bylo nutno věnovat problematice střídavé superpozice výstupního napětí. Byla vyslovena obava, že za jistých okolností (např. při zhasnutí jedné anody) se v této superpozici může vyskytnout složka 50 Hz, která by mohla narušit tehdy zaváděný traťový autoblok pracující s frekvencí 50 Hz. Pracovníci VÚ proto vyvinuli v roce 1961 indikátor složky 50 Hz, který by způsobil odepnutí postižené usměrňovací jednotky.

Příchodem polovodičových výkonových diod (germaniových, později křemíkových) domácí výroby došlo postupně k výměně rtuťových usměrňovačů, avšak usměrňovačové transformátory zůstaly povětšinou zachovány. Germaniové výkonové

diody v začátcích vykazovaly časté poruchy jak průrazem, tak i přerušením či poruchou paralelně řazených komutačních RC prvků. Pracovníci VÚ proto vyvinuli v letech 1970 a 1971 přenosnou diagnostickou jednotku, umožňující preventivně prověřit automaticky jednotlivé diody a RC členy všech řetězců a vyznačit vadné prvky. Po náhradě germaniových diod křemíkovými a přechodem na jinou konstrukci křemíkových diod se situace stabilizovala nejen zmenšením počtu prvků, ale i zvýšením jejich spolehlivosti.

Při použití germaniových diod docházelo v provozu občas k průrazům při zapínání usměrňovačového transformátoru na straně 22 kV. Pracovníci VÚ analyzovali v roce 1972 elektrické poměry a došli k závěru, že tyto průrazy má na svědomí zakmitávání vinutí tohoto transformátoru. Bylo proto doporučeno, aby usměrňovací jednotka byla zprvu připojena na přípojnice 3 kV měřírny a následně došlo k připojení usměrňovačového transformátoru pod napětí zapnutím jeho vypínače na straně 22 kV. Také toto opatření přechodem na odolnější křemíkové diody ztratilo svoji tehdejší důležitost.

Některé trakční měřírny byly však osazeny usměrňovacími jednotkami v šestipulzním schématu se společnou katodou. Tam bylo nutno na požadavek omezení rušivé střídavé superpozice ve výstupním napětí instalovat poměrně složité LC filtry (300 Hz, 600 Hz, 900 Hz, 1200 Hz a aperiodický kondenzátor). V několika případech pak VÚ prověřoval měřením správnost naladění jednotlivých větví, především v těch případech, kde uvedené usměrňovací jednotky byly ve stejném schématu nahrazeny polovodičovými diodami.

S těmito filtry souvisí i zajímavá experimentální studie VÚ z roku 1976 v návaznosti na nově vyvíjená hnací vozidla s pulzním měničem. VÚ analyzoval pro výbor A 122 ORE na ŽZO otázku, jak jsou tyto filtry ovlivňovány provozem pulzního měniče hnacího vozidla (řady 48E + 49E Škoda Plzeň).

Všechny usměrňovací jednotky trakčních měníren ČSD byly napájeny ze sítě

22 kV. Byl však učiněn pokus vyloučit mezinapětí 22 kV a napájet usměrňovací jednotky přímo ze soustavy 110 kV (trakční měřírna Koštov). Ověřování této koncepce, která slibovala původně omezení investičních nákladů, věnovali pracovníci VÚ velkou pozornost, především z hlediska likvidace vnějších i vnitřních zkratů. Právě vypínání těchto poruchových stavů a jiné provozní potíže byly nakonec důvodem pro její

opuštění a dnes je tato trakční měnírna rekonstruována s použitím běžného mezinapětí 22 kV.

Samostatným problémem byly a do dnešní doby jsou výkonové rychlo vypínače pro stejnosměrnou soustavu 3 kV, zmíněné již dříve.

Protože chyběly domácí zkušenosti s konstrukcí rychlo vypínačů pro 3 kV, byly v prvních letech dováženy rychlo vypínače odvozené změnou zhášecí komory z rychlo vypínačů určených původně pro soustavu 1,5 kV. Možno konstatovat, že jejich mechanická část byla vyhovující, avšak komory často selhaly.

Pracovníci VÚ se proto pokusili použít pro omezení hodnot zkratového proudu mřížkové řízení rtuťových usměrňovačů. Mřížkové řízení použil výrobce původně pro umožnění přesunu výkonu z výkonově přetížené usměrňovací jednotky snížením střední hodnoty jejího výstupního napětí na jednotky měníren sousedních (tzv. "load shifting"). I když se tento systém v původně zamýšlené roli nikdy v provozu nepoužil, dával možnost využít jeho funkci pro omezení zkratového proudu. Práce na vývoji tohoto systému šly paralelně s vývojem dokonalejšího rychlo vypínače. Dodávky těchto rychlo vypínačů a jejich provoz ukázaly, že zavedení mřížkového omezování zkratového proudu již nebylo nutné.

Domácí vývojová pracoviště usilovala o zdokonalení jak vlastní komory, tak i mechanické části, především vybavovacího mechanismu, tzv. "zámku". Pracovníci VÚ se aktivně podíleli nejen na zkratových zkouškách a vyhodnocení získaných poznatků, ale především na definování provozních požadavků kladených na rychlo vypínače.

Některé konstrukce zhášecí komory způsobovaly v závěru vypínacího procesu nežádoucí přepětí, jiné opět vlivem akumulace tepla nesnášely opakované zapůsobení při opětném zapínání, tzv. "OZ". V řadě případů docházelo k vyšlehnutí elektrického oblouku z komory na některou uzemněnou část v jejím okolí.

Zajímavý provozní problém řešili pracovníci VÚ v listopadu 1965 v trakční měnírně Kolín. V této měnírně byly původně instalovány tři usměrňovací jednotky v můstkovém spojení. Po elektrizaci úseku Kolín - Kutná Hora byla doplněna čtvrtá jednotka, avšak v přímém (šestipulzním) spojení. Vlivem vlastností této jednotky bylo nutno do měnírny Kolín doplnit rezonanční filtr usměrněného napětí (300 Hz, 600 Hz,

900 Hz, 1200 Hz a aperiodická větev 70 μ F). Za měsíc po tomto zásahu však došlo k havárii šesti napaječových rychlo vypínačů, kdy jejich zhášecí komory nezvládly zkratové proudy. Měření VÚ prokázalo, že příčinou byly vlastní kmity jednostranně napájeného trolejového vedení Kolín - Kutná Hora ve spolupráci s vyhlazovacím filtrem. Po úpravě doporučené VÚ již napaječové vypínače pracovaly bez závad. V dnešní době již ČD neprovozují žádnou usměrňovací jednotku v přímém spojení.

Problematika vybavovacího mechanismu, tzv. "zátku" byla z provozního hlediska velmi závažná. Výrobce navrhl velmi zajímavou a slibnou koncepci - tzv. "odpalovací kotouček", vykazující potřebný krátký vlastní čas zapůsobení. Na zkušebně takto vybavený rychlo vypínač pracoval obdivuhodně, v provozních podmínkách však často selhal. Pracovníci VÚ po analýze zjistili, že důvodem byla odlišnost postupu při zkratové zkoušce na zkušebně, kdy byl proveden zkrat bez předchozího zatížení proti provoznímu stavu, kdy před zkratem rychlo vypínačem prochází jistý provozní proud. Z toho vyplynula dodnes prosazovaná zásada zkoušet rychlo vypínače při předchozím zatížení.

Práce domácího průmyslu na vývoji rychlo vypínačů pokračovaly i v dalších letech. V roce 1970 provedli pracovníci VÚ v trakční měničce Světec porovnávací zkoušky několika typů rychlo vypínačů různých výrobců za vždy stejných podmínek.

Postupný přechod trakčních měničů na dálkové ovládání a bezobslužný provoz vedl VÚ pod dojmem některých poruch napaječových rychlo vypínačů k návrhu tzv. "zábleskové ochrany". Čidlo této ochrany mělo být umístěno v kobce rychlo vypínače a indikovat vznik elektrického oblouku probíhajícího mimo zhášecí komoru, např. po přeskočení na kostru měničny. Práce byly ukončeny v roce 1981, v provozu se toto řešení uplatňuje až v současné době. Dlužno ještě dodat, že v současnosti do měničenského provozu pronikají i rychlo vypínače renomovaných zahraničních výrobců, jmenovitě je možno uvést firmu Sécheron.

V síti existují jednostranně napájené elektrizované úseky, kde omezujícím činitelem zatížitelnosti může být hodnota napětí trakčního vedení na konci úseku. To se týká také případné elektrizace traťových úseků, odbočujících z hlavních, již elektrizovaných tratí. Zde VÚ navázal v letech 1984 až 1987 spolupráci s PKP a SŽD, s cílem vyvinout tzv. "VDU" jako zdroj elektronicky řízeného pomocného napětí na úrovni několika set voltů připojený do série s trakčním vedením, analogicky jako to bylo

svého času použito na trati Tábor - Bechyně, i když tehdy ještě s použitím dynamu. Tato myšlenka byla použita již v elektronické verzi u SŽD, kde v několika případech umožnila prodloužit napájený úsek. Návrh byl ve VÚ rozpracován, avšak u ČSD se toto zařízení nepodařilo uvést do provozu a práce byla zakončena výrobou prototypu.

Další oblastí, kde pracovníci VÚ přispěli k rozvoji elektrizace ČSD, je trolejové vedení. Problematika trolejového vedení u stejnosměrné trakční proudové soustavy se rozpadá na dvě hlavní otázky, a to:

- přístroje a prvky trolejového vedení,
- spolupráce sběrače a trolejového drátu.

Původní sestavy trolejového vedení používaly čapkové keramické izolátory. Jejich konstrukce připouštěla vnitřní průraz mezi čapkou a roubíkem, kdy místo následného zkratu bylo obtížně identifikovatelné. Současně byly vedeny práce na vývoji dokonalejší průrazky, jejíž použití je nutné z hlediska funkce dvoupásových kolejových obvodů zabezpečovacího zařízení. Pracovníci VÚ se proto pokusili v letech 1972 až 1975 o vývoj zkratové ochrany bez ukolejňování trakčních podpěr. Práce však byly v roce 1976 zastaveny a byla zvolena cesta náhrady čapkových izolátorů roubíkovými izolátory, jejichž koncepce již vnitřní průraz vylučuje. Vývoj v oblasti izolátorů pro trakční vedení se tím ale nezastavil a v dalších letech přišly ke slovu zcela nové hmoty, jejichž elektrické i mechanické vlastnosti umožnily nahradit porcelán. Kombinací sklolaminátové tyče, povlečené vrstvou teflonu, dobře odolávajícího povětrnostním vlivům, vznikly izolační prvky nové kvality. Výrazně se zredukovala jejich hmotnost, takže v trakčním vedení, jehož hmota je plynule rozložena v délce, přestaly izolátory vytvářet uzly, které ovlivňovaly pružnost soustavy. Při vysokých rychlostech se tím zlepšuje spolupráce vozidlového sběrače a trolejového drátu. Vyvinuty byly také sjízdné úsekové děliče ÚDT 3 a ÚDT 25 pro obě trakční soustavy. S ohledem na potřebu vysoké odolnosti proti otěru byla zvolena zajímavá konstrukce sjízdné izolační části, kde na sklolaminátovou nosnou tyč byly navlečeny keramické kroužky, utěsněné teflonovými vložkami. Tím byla zachována pružnost. Dílna Oblasti elektrotechniky VÚŽ vyrobila takovýchto děličů stovky kusů.

Vývoj průrazek se v důsledku zkvalitnění izolátorů zaměřil spíše na elektrické oddělení trakční podpěry od kolejnice, s cílem omezit nesymetrii odporu kolejového obvodu proti zemi. Vzhledem k vysoké úrovni výdržného napětí dnešních izolátorů

trolejového vedení bylo možno přejít na vybavovací napětí průrazek 500 V a připustit i jejich opakovatelnou funkci. Dalším důvodem pro tuto skutečnost jsou experimentální výsledky VÚ, týkající se možných potenciálů kolejnice proti zemi při poruše na hnacím vozidle, kde průrazka "proráží" napětím "kolejnice - zemní odpor stožáru", a nikoliv napětím mezi stožárem a kolejnicí, což byl její původní účel.

V některých traťových úsecích ověřoval VÚ funkci skupinového zemnění několika sousedních trakčních podpěr pomocí zemnicího lana. Poměry na zemnicím lanu při zkratu si vyžádaly v roce 1967 až 1969 rozsáhlé experimentální práce VÚ vzhledem k nebezpečí vzniku nadměrných hodnot dotykového a krokového napětí na krajních podpěrách.

Vzhledem k požadavku omezit přepětí v trolejovém vedení použitím dokonalejší bleskojistky, učinil VÚ pokus o vývoj nové koncepce bleskojistky, a to konstrukce s rotujícím následným elektrickým obloukem. Vývoj však narazil na obtíže se zajištěním potřebného materiálu odolného proti působení elektrického oblouku, i když princip samotný se ukázal jako správný. Popsanou náhradou čapkových izolátorů roubíkovými vzrostla elektrická pevnost trolejového vedení a další vývoj nové přepětěvé ochrany již nebyl nutný.

Pracovníci VÚ se v letech 1960 a 1961 zapojili aktivně do provozního ověřování ocelohliníkového trolejového drátu. I když se toto řešení od samého počátku jevílo jako zavádějící, bylo nutno shromáždit objektivní argumenty na podporu jeho zamítnutí.

Velké úsilí věnovali pracovníci VÚ zlepšení využitelnosti instalovaného průřezu trolejového a zesilovacího vedení, především na štrbské rampě a na dalších sklonově náročných úsecích. Jednalo se technicky o problém příčných spojek mezi trolejovým vedením obou stop dvoukolejné trati, o jejich optimální počet a rozmístění. Ve VÚ byl v roce 1959 zhotoven výpočtový model napájecí soustavy dvoukolejné trati v rozsahu tří meziměřírenských úseků. Na rozdíl od modelu s proměnnými odporníky, který používal projektant elektrizace, má tento výpočtový model odporníky pevné a naměřené hodnoty proudů a napětí se přepočítávají pomocí nomogramů. Model je dodnes v provozu na katedře elektrické trakce Žilinské univerzity. Mimo původně zamýšlenou funkci pro modelování elektrických poměrů při jízdě až 10 lokomotiv jej lze použít i pro výpočet zkratových proudů jednotlivých napaječů v trakčních měřících i ve spínacích stanicích s libovolným počtem příčných spojek.

Hledisko opotřebení trolejového drátu je úzce spojeno nejenom s kvalitou vlastního trolejového vedení, ale též s otázkou materiálu obložení smykadla vozidlového sběrače. Pracovníci VÚ věnovali v letech 1968 až 1971 velké úsilí na vyšetření optimálních vlastností obložení jak původně měděného pryskyřicí mazaného, tak později metalokeramického či uhlíkového. K tomu účelu bylo sestrojeno experimentální měřicí zařízení modelující nejen mechanickou stránku kontaktu "trolejový drát - obložení smykadla", ale i vliv hodnoty převáděného proudu. Podařilo se tak získat podklady pro vývoj dnes používaných materiálů obložení smykadel.

Pokud se týče koncepce sestav trolejového vedení, vyprojektovaných pod vedením p. Ing. Jiřího Němce, vypracoval VÚ některé studie o mezní jízdní rychlosti a o vlastnostech prostého vedení. Experimentální práce proběhly na ŽZO v rámci prvních jízd rychlostmi nad 200 km/h, kdy se optickou cestou kontroloval zdvih trolejového drátu.

Pracovníci VÚ se zabývali také problematikou elektromagnetické kompatibility hnacích vozidel stejnosměrných soustav vůči napájecí síti 22 kV. Na ŽZO proběhlo několik měření spektra proudu odebíraného hnacími vozidly 3 kV vybavenými na vstupu pulzním měničem. Výsledky ukázaly, že pracovní frekvence pulzního měniče se nedostává v měřitelné úrovni na primární stranu trakčního usměrňovače, kde se uplatňují především proudové harmonické dané funkcí můstkového usměrňovače měnírný.

Samostatnou kapitolou bylo v osmdesátých letech zavádění diagnostiky. Bezdemontážní diagnostika se stala pojmem až módním, nicméně přispěla ke snaze o nový pohled na železniční techniku v souvislostech. Byla vyvolána nastupující érou počítačů a obsahovala racionální myšlenku opustit pravidelnou údržbu, řízenou pevně stanovenými intervaly a nahradit ji údržbou podle aktuálního stavu zařízení. Diagnostické centrum VÚŽ pro lokomotivy bylo zřízeno v rámci brněnského pracoviště VVO 3. Obdobné pracoviště, zaměřené na diagnostiku napájecích stanic bylo v Oblasti elektrotechniky - VVO 6 ve Vrútkách. Práce se soustřeďovaly na nalezení takových měřených veličin usměrňovačů, vypínačů a transformátorů, které by obsahovaly informaci o skutečném technickém stavu daného zařízení a z jejichž změny by se dala stanovit prognóza s ohledem na životnost zařízení a potřebu údržbářského zásahu. Ne vše se sice podařilo dovést do ideálního stavu, přesto získané poznatky umožnily

navrhnout diagnostickou měřicí laboratoř a zabudovat ji do skříňového automobilu. Vznikla tak pojízdná diagnostická jednotka, určená pro kontrolu měření v okruhu tehdejší Střední dráhy ČSD. Byli to totiž právě iniciativní pracovníci této dráhy a její Správy v Olomouci, z nichž si připomenutí zasluhuje p. Ing. Jan Matějka, kteří se o realizaci výsledků výzkumu zasloužili.

Zavádění jednofázové trakční soustavy 25 kV, 50 Hz

Rozhodnutí o zavedení druhé trakční soustavy 25 kV, 50 Hz na ČSD nastolilo otázku, jak v elektrizaci dále postupovat. Byly dvě základní možnosti, a to buď:

- zastavit elektrizaci tratí připravených pro stejnosměrnou soustavu 3 kV a tratě již elektrizované postupně přeměnit na střídavou soustavu 25 kV, 50 Hz, nebo
- přijmout dlouhodobou koexistenci dvou soustav na tratích ČSD a jejich styk řešit buď
- výstavbou stykových stanic, nebo použitím dvouproudových hnacích vozidel.

Řešením byl pověřen VÚ a v roce 1963 předložil závěrečnou zprávu, v které doporučil, jako optimální provozně technické řešení, koexistenci obou trakčních soustav. Sjednocení soustav na bázi 25 kV, 50 Hz by znamenalo neekonomickou rekonstrukci provozně nejzatíženějších tratí s několikaletým ochromením železniční dopravy. Pro řešení styku trakčních soustav byla doporučena orientace na perspektivní dvouproudové lokomotivy.

Zavedení jednofázové trakční proudové soustavy 25 kV, 50 Hz, jako druhé soustavy na ČSD, bylo ale dáno, mezi jiným, i podporou exportu hnacích vozidel vyráběných v Plzni.

Jako zkušební úsek pro elektrizaci střídavou soustavou byla vybrána trať Plzeň - Horažďovice, na které byly elektrizační práce zahájeny koncem padesátých let. V srpnu 1961 byla dokončena elektrizace soustavou 25 kV, 50 Hz v úseku Plzeň-Koterov – Blovice v délce 20,1 km. Tím bylo umožněno výrobci lokomotiv, podniku Škoda Plzeň, zahájit první zkoušky dvou prototypů střídavých lokomotiv továrního označení 39 E (ČSD označení S 479.001 a S 479.002) s křemíkovými usměřňovači, a dvou

prototypů 40 E (ČSD S 479.101 a S 479.102) s ignitronovými usměrňovači. Šlo především o zkoušky jednofázových lokomotiv určených na export do Bulharska. Zkoušky a získávání zkušeností probíhaly obdobně jako v počátcích zkušebního provozu stejnosměrné trakční soustavy 3 kV, jelikož všechna elektrizační zařízení byla československé výroby a měla většinou prototypový charakter. Celou trať Plzeň - Horažďovice se podařilo zprovoznit v elektrické trakci až v roce 1963, kdy první osobní vlak, tažený lokomotivou S 479.002, byl vypraven z Plzně dne 7.10.1963. V následujících měsících provedli pracovníci VÚ na tomto úseku řadu zkoušek. Patřilo mezi ně např. měření parametrů trakčního vedení soustavy S 10, měření izolačního stavu úsekových děličů při stání parních lokomotiv pod děličem, zkratové zkoušky na trakčním vedení za účelem ověření funkce a selektivity všech typů zkratových ochran, měření ve spínací stanici Pačejov a další. Získané poznatky byly uplatňovány SUDOPem při projektování dalších elektrizovaných traťových úseků.

V době projektování a vývoje lokomotiv této soustavy neměl domácí průmysl jinou možnost než koncipovat vstupní obvod pro regulaci trakčního výkonu hnacích vozidel ve formě neřízeného diodového usměrňovače, jehož výstupní napětí určené pro napájení trakčních motorů bylo regulováno přepínáním odboček na vozidlovém transformátoru.

V období let 1970 až 1980 byli dva pracovníci VÚ delegováni do nově vzniklého výboru znalců ORE A 122, majícího za úkol studium nežádoucích zpětných vlivů nových výkonových prvků - tyristorů – v regulačních obvodech hnacích vozidel. V tomto výboru pracovali zástupci prakticky všech západoevropských a středoevropských železnic, ale i zástupci některých výrobců, a to jak z oblasti napájecích soustav a hnacích vozidel, tak i sdělovací a zabezpečovací techniky.

Zástupci ČSD získali v rámci své účasti v tomto výboru několik honorovaných zakázek na speciální experimentální práce, které byly provedeny na ŽZO. Dále uplatnili některé své původní teoretické studie, včetně prací analyzujících a vysvětlujících experimentální výsledky získané jinými železničními správami (SNCF, MÁV).

Poznatky, které byly takto získány, se promítly při projednávání koncepce hnacích vozidel jednofázové soustavy pro ČSD. Tak se např. podařilo zablokovat koncepci fázové regulace rychlosti a tažné síly výkonných lokomotiv s tím, že tyto lokomotivy budou i nadále koncipovány pouze s diodovým vstupním měničem.

Důvodem byl nepřijatelně nízký účinník i podstatné zkreslení časového průběhu odebíraného proudu lokomotivního měniče s tyristorovou fázovou regulací ve srovnání s měničem diodovým. Řízené měniče se však úspěšně vyvíjely a našly si svoji cestu do trakčního obvodu hnacích vozidel. O tom se podrobněji zmiňuje jedna z dalších kapitol.

Současně s poznatky o fázové regulaci získali pracovníci VÚ další cenné informace o možnostech zlepšení elektromagnetické kompatibility hnacích vozidel vůči trakčnímu obvodu, napájecí stanici - trakční transformovně a konečně vůči napájecí síti 110 kV rozvodného závodu. Tyto poznatky jsou aktuální do dnešních dnů.

Jako základní podklady nutné pro analýzu zpětných vlivů jednofázové trakční proudové soustavy na napájecí síť 110 kV dodavatele elektrické energie bylo nutno vyjasnit frekvenční závislosti parametrů základních prvků, především trakčního obvodu (trolejové vedení, zpětné kolejnicové vedení a zpětné vedení zemí) a trakčního transformátoru 110/27 kV napájecí stanice. Tyto otázky pracovníci VÚ studovali teoreticky v letech 1974 a 1975, experimentálně na ŽZO i na provozovaných tratích v letech následujících. Získané výsledky byly konfrontovány s poznatky ostatních partnerů ve výboru ORE A 122 zejména od DB a bylo zjištěno, že dochází k dobrému souhlasu.

Počínaje rokem 1990 již dodavatel elektrické energie začal uplatňovat cenové přírážky dle platného ceníku včetně penalizace za nevyhovující hodnotu účinníku na vstupu trakčních napájecích stanic. Protože dlouho platící výjimka na hodnotu účinníku byla zrušena, byly ČSD přinuceny přijmout ve velmi krátké době účinná opatření pro omezení plateb cenových přírážek za nevyhovující účinník.

Protože zdrojem potíží s účinníkem byly v první řadě střídavé lokomotivy, proběhly práce na vyjasnění možnosti kompenzace jalové složky příkonu přímo na hnacím vozidle, jako analogie tehdejšího postupu u SJ. Pokusy u výrobce však nebyly úspěšné, a tak ČSD vzaly na sebe úkol zajistit kompenzaci účinníku v napájecí soustavě.

V návaznosti na uvedené skutečnosti se pracovníci VÚ aktivně účastnili prototypových zkoušek nových řad jednofázových elektrických lokomotiv, kde měřeními zjišťovali podmínky elektromagnetické kompatibility těchto vozidel k napájecí soustavě, tj. hodnoty účinníku a zkreslení časového průběhu odebíraného proudu harmonickými. Tak např. v roce 1981 až 1983 proběhly zkoušky prototypu

lokomotivy řady 69E0 a v roce 1984 lokomotivy řady 70E. Metodikou odvozenou při těchto zkouškách se pak pokračovalo i u dalších lokomotivních řad.

Projektant připadl v roce 1975 na myšlenku umístit kompenzační kondenzátory přímo na trati a připínat je podle potřeby v závislosti na proudu v trolejovém vedení. Pracovníci VÚ prototypové zařízení ověřovali v provozu a zjistili nežádoucí vznik přepětí. Následná teoretická analýza VÚ prokázala principiální nevhodnost tohoto řešení a příčinu vzniku zjištěných přepětí.

Podobně nevhodné opatření z roku 1976-1977 spočívalo v umístění kompenzačního kondenzátoru přímo na přípojnice trakční napájecí stanice. Vlivem poklesu rezonanční frekvence trakčního obvodu jako celku a spektra proudu odebíraného lokomotivami obsahujícího nepříjemně velké hodnoty všech lichých harmonických došlo v krátké době k destrukci kompenzačních kondenzátorů. Také v tomto případě teoretický rozbor VÚ z roku 1977 prokázal, že touto cestou jít nelze.

Současně s požadavkem dodavatele elektrické energie na zlepšení účinníku trakčního odběru ČSD vyvstala nutnost v krátké budoucnosti zlepšit i časový průběh proudu odebíraného ze sítě 110 kV, to jest omezit složky proudových harmonických.

Pracovníci VÚ proto v roce 1988 navrhli zavést do trakčních napájecích stanic tzv. filtračně-kompenzační zařízení (FKZ) řešící současně jak kompenzaci jalové složky odebíraného výkonu, tak i podstatné omezení napět'ové harmonické v přípojovacím bodě napájecí stanice, způsobované na vstupní impedanci sítě 110 kV proudovými harmonickými z hnacích vozidel.

Pro definování základních výkonových parametrů těchto FKZ VÚ dlouhodobě sledoval v letech 1987 a 1988 čtvrtročníkové výkony základní skupiny napájecích stanic a po jejich počítačové analýze navrhl parametry obou rezonančních L-C větví (pro 3. a 5. harmonickou).

Zvláštní péči věnoval VÚ proudovému a napět'ovému dimenzování výkonových prvků (rezonančních tlumivek a kondenzátorových skupin) a naladění obou větví L-C. Takto získané podklady se staly základem pro projekty FKZ.

Prototypové zařízení FKZ bylo podle návrhu VÚ původně instalováno na plošinovém voze. Pro regulaci kompenzačního výkonu byla použita upravená zhášecí tlumivka, jejíž jalový výkon byl regulován mechanickým posunem magnetického jha.

Toto řešení regulace, i když principiálně správné, se však v provozu neosvědčilo. Výrobce proto navrhl tzv. "dekompenzační větev" s polovodičovým regulátorem. Na některých napájecích stanicích je však z finančních důvodů tato plynulá regulace dodnes provizorně nahrazena spínáním větví L-C vakuovým vypínačem ovládaným v závislosti na odebíraném trakčním výkonu. Toto je řešení dočasné a bude po získání potřebných finančních prostředků nahrazeno dekompenzační větví s polovodičovým regulátorem.

Ve spolupráci s výzkumnými pracovišti energetiky pracovníci VÚ studovali experimentálně i teoreticky problematiku vzniku rezonancí v síti 110 kV. Rozsáhlé měření VÚ ve spolupráci s pracovišti energetiky provedené v napájecí stanici Strakonice (1983) a Galanta (1984) na sudých harmonických, získaných z upravené elektrické lokomotivy prokázalo, že i jednotlivé části sítě 110 kV vykazují jevy rezonance, což podstatně ovlivňuje vznik napěťových harmonických. Tato skutečnost tehdy nebyla známa.

V souvislosti s tím se VÚ v roce 1981 věnoval i experimentálnímu vyšetřování frekvenčních charakteristik vzdušných vedení 110 kV a získal poznatek, že na rozdíl od frekvenční závislosti měrné indukčnosti trakčního vedení dané kombinací kolejnicové a zemní větve zpětného vedení trakčního proudu, není tato veličina u vzdušných vedení vvn závislá na frekvenci. S tím souvisela i aktivita VÚ z let 1982 až 1984 při odvození metodiky výpočtu vstupní impedance vedení 110 kV na vyšších kmitočtech a o vlivu konfigurace těchto vedení na velikost napěťových harmonických v bodě připojení napájecí stanice, což se stalo podkladem pro návrh ČSN 33 3430.

Paralelně s uvedenými činnostmi se pracovníci VÚ věnovali problematice měření obsahu harmonických napětí a proudu, tedy konkrétně přesnosti měřicích transformátorů na vyšších kmitočtech. Řada experimentů doprovázených teoretickým rozbohem v roce 1983 a 1984 ukázala, že přesnost převodu měřicích transformátorů napětí podstatně závisí na frekvenci měřené spektrální složky a na charakteru zátěže (břemene) měřicího transformátoru, přičemž tuto chybu výrobce zatím v technické dokumentaci nedeklaruje. Měřicí transformátory proudu jsou v tomto ohledu spolehlivější.

Během analýz frekvenční závislosti měrných parametrů trakčního vedení, které byly nutné pro vyjasnění jevu rezonance některé ze složek spektra proudu dodávaného

hnacími vozidly, se pracovníci VÚ věnovali v letech 1969 až 1972 i problému šíření rázových vln v trakčním obvodu, s cílem zdůvodnění vhodného umístění přepětových ochran trolejového vedení. Experimenty potvrdily dobrý souhlas naměřených a vypočtených hodnot vlnové impedance trakčního vedení a činitele šíření rázové vlny. Závěr této analýzy vyústil v doporučení umísťovat přepětové ochrany pouze do míst změn hodnot vlnové impedance (zhlaví žst., konec vedení, přechod ze vzdušného na kabelové vedení). Hodnoty činitele šíření a útlumu byly vyšetřovány na ŽZO.

V letech 1967 - 1968 VÚ studoval nejprve teoreticky, a následně i experimentálně, možnost dvoustranného napájení trolejového vedení na jednofázové soustavě. Pro tento účel byla sestrojena tzv. pojízdná vysokonapěťová kobka, umožňující podélné spínání trolejových vedení v provozních podmínkách. Závěry těchto prací však prokázaly ve většině trakčních napájecích stanic nevýhodnost tohoto způsobu napájení vlivem průchodu vyrovnávacího výkonu. Ani analýza konfigurace sítě 110 kV provedená Prof. Ing. Karlem Horákem, DrSc. neukázala lokality, ve kterých by tento způsob napájení přinesl železnici prospěch. Navíc pak energetický rozvodný závod s ohledem na provozní bezpečnost požadoval umístit v trakčních napájecích stanicích zpětné wattové relé vypínající celou napájecí stanici při obrácení toku činné energie, což mezi jiným zabraňuje využití na jednofázové soustavě rekuperační brzdění.

V návaznosti na požadavek provozní bezpečnosti při práci na trolejovém vedení pracovníci VÚ v roce 1967 - 1968 ověřovali elektrické poměry na elektricky vyloučeném trolejovém vedení dvoukolejné trati v případě, že druhá kolej je v provozu. Teoretické rozborů i experimentální ověření jejich závěrů ukázaly, že dvoustranné ukolejnění je nezbytné a je nutno je realizovat potřebným průřezem ukolejňovacích prostředků.

Výzkum a vývoj elektrických vozidel s řízenými měniči

V souvislosti s elektrizací ČSD jednofázovou proudovou soustavou 25 kV, 50 Hz byly v závodě Elektrické lokomotivy, Škoda Plzeň vyráběny lokomotivy s neřízenými (diodovými) měniči. Měníče - usměrňovače byly výrobkem ČKD Praha, závod Elektrotechnika. Další vývojovou etapu pak od roku 1973 představují měniče řízené

(tyristorové), kde pro lokomotivy střídavé proudové soustavy se jedná převážně o jednofázové nesymetrické řízené můstkové měniče. Pro lokomotivy stejnosměrné proudové soustavy a lokomotivy dvouproudové to jsou pulzní měniče. Ve VÚŽ v roce 1973 byla pro FMD zpracována studie "Podmínky pro užití pulzních měničů na hnacích vozidlech ČSD", kde bylo doporučeno pořadí aplikace s ohledem na možnou úsporu elektrické energie u elektrických motorových vlaků, posunovacích lokomotiv a traťových lokomotiv. Tato studie dala podnět k vývoji pulzních měničů v ČKD Praha, závod Elektrotechnika a jejich aplikaci na hnacích vozidlech Škoda Plzeň. Prvou realizací pulzního měniče pro stejnosměrné napětí 3 kV byl funkční vzorek na přestavěné dvouproudové lokomotivě typu 48E (typové označení výrobního závodu Elektrické lokomotivy Škoda Plzeň), kde byl užit pulzní měnič vhodný též pro elektrodynamické brzdění a rekuperaci. Zkoušky funkčního vzorku probíhaly v roce 1975 na Železničním zkušebním okruhu v Cerhenicích za účasti pracovníků VÚŽ, kde byly sledovány a hodnoceny trakční a energetické vlastnosti funkčního vzorku při jízdě a elektrickém brzdění. Dále byly podrobně zjišťovány rušivé vlivy do napájecího vedení a rušivé vlivy na sdělovací a zabezpečovací zařízení. Výsledky zkoušek funkčního vzorku pulzního měniče na lokomotivě typu 48E prokázaly reálnou možnost užití tohoto typu regulace v železničním provozu. Proto po dohodě zákazníka (FMD) a výrobce (Škoda Plzeň) došlo v roce 1977 k rekonstrukci posunovací lokomotivy řady ČSD E458.012 (typ 33E). Tak vznikl prototyp posunovací lokomotivy s pulzním měničem pro 3000 V řady ČSD E457.001 (typ 78E0). Tato lokomotiva byla za účasti VÚŽ podrobena rozsáhlým zkouškám na ŽZO Cerhenice a byla ověřována v provozu v železniční stanici Ostrava v období 1978 - 1979. Opět byly měřeny a vyhodnoceny trakčně - energetické charakteristiky a rušivé vlivy do energetické sítě a na sdělovací a zabezpečovací zařízení. Z iniciativy VÚŽ Praha bylo provedeno v roce 1978 sledování rušivých vlivů za současného provozu dvou hnacích vozidel s pulzním měničem pro napětí 3000 V s odlišným způsobem řízení. Ke společným zkouškám s lokomotivou řady ČSD 457.0 byl přivezen polský elektrický motorový vlak EN 57, který měl odlišný řídicí kmitočet než lokomotiva řady ČSD 457.0. Výsledky měření daly podklady pro úpravu prototypu v oblasti jeho řízení. Zkoušky i zkušební provoz umožnily získat připomínky provozovatele lokomotivy ke konstrukci připravované série lokomotiv řady ČSD 458.1 (typ 78E1). Dodávka této řady se uskutečnila v roce 1982. Tím došlo k

hromadnému použití elektrických lokomotiv s pulzním měničem pro napětí 3000 V v provozu ČSD.

Rozsáhlá spolupráce VÚŽ na zadání, vývoji a zkoušení byla též u dalšího hnacího vozidla ČSD. Byla jím dvouprúdová lokomotiva pro napětí 3000 V a 25 kV, 50 Hz řady ČSD ES 499.1, nové značení ČD řady 363, typ 69E, která byla v prototypu vyrobena v roce 1980. I zde byl pro regulaci napětí pro trakční motory použit pulzní měnič. Kromě toho má lokomotiva též řízené pomocné pohony a měnič pro napájení cizího buzení trakčních motorů. Za účasti VÚŽ byly prováděny na ŽZO Cerhenice i na tratích ČSD trakčně energetické zkoušky, zkoušky rušení do napájecí soustavy a zkoušky rušení sdělovacího a zabezpečovacího zařízení.

Dvouprúdové lokomotivy řady ČSD ES 499.1, nové značení ČD řady 363 nebo 362 (typy 69E, 69Er) jsou v současnosti v počtu desítek kusů součástí lokomotivního parku ČD i SŽD a zabezpečují provoz na tratích, kde je styk dvou prúdových soustav.

Dalším obvyklým úkolem, kladeným na VÚŽ, byla účast na prototypových zkouškách lokomotiv a elektrických motorových vlaků dodávaných pro ČSD a ČD. Vždy se jednalo o ověření trakčních a energetických parametrů stanovených v technickém zadání vozidla, dále pak rušivých vlivů do napájecí sítě a rušení sdělovacího a zabezpečovacího zařízení. Jednalo se o následující vozidla s polovodičovými řízenými měniči:

- elektrický motorový vlak pro napětí 25 kV, 50 Hz řady ČSD SM 487.0, řada 560 ČD, vybavený dvěma tyristorovými fázově řízenými regulátory napětí a diodovým rozvinutým můstkem pro regulaci napětí trakčních motorů. Také odbuzování trakčních motorů je provedeno bezkontaktním způsobem, vozidlo bylo zkoušeno v letech 1967 a 1968,

- elektrická posunovací lokomotiva pro napětí 25 kV, 50 Hz řady ČSD S458.0, řada 210 ČD, typ 51E1 má dva tyristorové antiparalelní regulátory, které ve spojení se dvěma diodovými můstkami umožňují plynulou regulaci napětí trakčních motorů. Lokomotiva má též tyristorové měniče pro napájení pomocných pohonů. Byla vyrobena a zkoušena v letech 1972 a 1973,

- elektrická univerzální traťová lokomotiva pro napětí 25 kV, 50 Hz, řady ČSD S499.2, řady 263 ČD, typu 70E má pro každý trakční motor jeden polořízený usměrňovací

můstek, který zabezpečuje řízení napětí pro pohon trakčního motoru. Cizí buzení trakčních motorů je provedeno samostatně pro každý trakční motor a je napájeno z individuálních fázově řízených měničů. Lokomotiva byla vyrobena a vyzkoušena v letech 1984 a 1985,

- elektrická univerzální lokomotiva pro napětí 3000 V, řady ČSD E499.3, řady 163 ČD, typu 71E má regulaci napětí pro trakční motory pulzním měničem, měnič pro cizí buzení trakčních motorů a regulované pomocné pohony. Byla vyrobena a vyzkoušena v letech 1984 a 1985,

- elektrická traťová lokomotiva pro napětí 3000 V ve verzi s pomaloběžnými nebo rychloběžnými asynchronními motory typu 85E, řady 169 ČD má pro regulaci otáček trakčních motorů pulzní měnič a proudový střídač, a má též řízené pomocné pohony. Lokomotiva s pomaloběžnými trakčními motory byla vyrobena a zkoušena v roce 1987, s rychloběžnými trakčními motory v roce 1989.

Je třeba se ještě zmínit o zkoušení lokomotivy řady ČD 372, typu 80E0. Jedná se o lokomotivu dvouproudovou pro napětí 3000 V a 15 kV, 16 ²/₃ Hz. Lokomotiva má diodový usměrňovač a stykačové odporové řízení. Na ŽZO v Cerhenicích byla zkoušena pro provoz pod napětím 3000 V. Rok výroby a zkoušek je 1987. Tato lokomotiva byla též určena pro DR (dnes DB).

Úspory elektrické energie

Od konce sedmdesátých do počátku devadesátých let byla velká část kapacity oddělení elektrických lokomotiv věnována problematice racionalizace spotřeby elektrické energie pro elektrickou vozbu. Na příklad v letech 1982 až 1984 byl řešen pro resort FMD rozsáhlý státní úkol s tematikou "Úspory energie v dopravě", který zahrnoval také obor elektrických lokomotiv a elektrických motorových vozů. V tomto oboru vyřešili pracovníci VÚŽ řadu teoretických i praktických úloh.

V prvé fázi byla na základě zadání věnována pozornost otázce stanovení technicky zdůvodněných norem spotřeby elektrické energie hnacích vozidel. Byla vypracována metodika pro stanovení technicky zdůvodněných norem, která se opírala o trakční výpočty, které v té době zajišťovalo Ústředí výpočetní techniky dopravy Praha

(ÚVTD) jako podklady pro sestavování grafikonu vlakové dopravy (GVD). Neodmyslitelnou součástí bylo také praktické ověření. Za tím účelem se uskutečnila řada měřicích jízd na několika traťových úsecích, a to s rychlíky i s nákladními vlaky. Při těchto jízdách byl do soupravy za lokomotivu řazen elektrotechnický měřicí vůz VÚŽ, ve kterém se zaznamenávaly údaje charakterizující průběh jízdy - především průběh rychlosti, tažné síly a proudu trakčních motorů - a měřila se spotřeba elektrické energie na sběrači. Na základě toho bylo vypracováno zadání úloh pro ÚVTD. Zadání bylo podstatně podrobnější než je obvyklé pro potřeby GVD, to proto, aby se co nejdříveji vystihl průběh rychlosti během jízdy i technika jízdy (použité jízdní stupně, výběhy ap.). Přesto byly rozdíly mezi naměřenými hodnotami a výsledky výpočtů značné. Vypočtené hodnoty spotřeby byly o 12 až 50 % větší. Vypočtené jízdní doby u stejnosměrné trakční soustavy vycházely v průměru o 7 % delší, v souladu s tím, že vypočtené rychlosti byly většinou nižší než při měřicích jízdách. Naproti tomu u střídavé soustavy se objevil paradox: vypočtené jízdní doby byly v průměru o 8,5 % kratší, přestože se na dlouhých úsecích udržovala rychlost nižší asi o 5 %. Byla proto provedena revize programů užívaných ÚVTD a na základě toho navrženy úpravy, zaměřené na zlepšení simulace jízdy vlaku, včetně zlepšení aproximace trakčních charakteristik. Tím bylo dosaženo značného zlepšení.

V druhé fázi se pracovníci VÚŽ věnovali otázkám energeticky optimálního způsobu jízdy vlaku při dané jízdní době. Pro řešení úloh spojených s hledáním energeticky optimálního způsobu řízení vlaku vypracovali program pro výpočet tachogramu a spotřeby elektrické energie pro jízdu vlaku. Od výše zmíněných programů ÚVTD se tento program podstatně liší především tím, že při požadavku na snížení rychlosti, případně na zastavení, dovede určit místo, kde má začít výběh. Kromě toho program simuloval též automatickou regulaci rychlosti, která byla u lokomotiv ČSD již tehdy běžně používána.

Zadavatelem bylo nejprve požadováno řešení energetické optimalizace vozby rychlíků na trati Praha - České Budějovice prostřednictvím graficko-tabelární pomůcky. Tyto rychlíky vozí dvousystémové lokomotivy řady 363 s automatickou regulací rychlosti. Soupravy byly sestavovány z vozů Bmee, Amee a Bdmeer. Protože se ukázalo, že jízdní vzorce používané u ČSD podle předpisu V7 dávají vyšší hodnoty než odpovídá skutečnosti, byl pro tento účel odvozen nový vzorec jízdního odporu na základě měřicích jízd uskutečněných v roce 1989. Variantními výpočty byl nalezen

energeticky optimální tachogram pro pravidelné jízdní doby. Výsledek byl zpracován graficky ve formě dráhového tachogramu, doplněného pokyny pro činnost strojvedoucího. Pokyn pro strojvedoucího měl tyto složky:

- traťový kilometr,
- poloha přepínače jízda/výběh,
- hodnota pro volbu rychlosti tlačítkovým ovladačem.

Pro ověření efektu, který by použití pomůcky mohlo přinést, se uskutečnilo dlouhodobé sledování, při kterém se porovnávaly tři varianty:

- I - jízda bez pomůcky a bez použití automatické regulace rychlosti,
- II - jízda bez pomůcky s použitím automatické regulace rychlosti,
- III - jízda podle pomůcky (včetně použití automatické regulace rychlosti).

Zatímco mezi variantami I a II nebyl výrazný rozdíl, varianta III vykazovala v průměru snížení spotřeby asi o 5 % ve směru Praha - České Budějovice a asi o 10 % ve směru České Budějovice - Praha.

Dalším krokem byl vývoj funkčního vzorku naváděcího systému, který by předával strojvedoucímu pokyny pro energeticky optimální způsob jízdy. Základem systému byl počítač. Pro funkční vzorek byl použit laptop Toshiba T1000. Ten dostával ze skříně automatické regulace rychlosti lokomotivy údaje o ujeté dráze a rychlosti. Ve stanicích se vkládala do systému informace o odjezdu, příjezdu a průjezdu ručně stisknutím klávesy S. Na displeji se zobrazovaly pokyny pro řízení vlaku:

- poloha přepínače jízda/výběh,
- hodnota pro volbu rychlosti tlačítkovým ovladačem

a další informace: rychlost jízdy, poloha vlaku (traťový kilometr), aktuální čas; při průjezdu dopravnou ještě její název a případně hodnota zpoždění.

Při změně pokynu se příslušný požadavek na volbu rychlosti nebo přepnutí přepínače zobrazoval nejprve negativně (bílé znaky na černém pozadí), což bylo doprovázeno trojím zvukovým signálem - při posledním se zobrazení měnilo na pozitivní, což představovalo výkonný povel. Data pro řízení jízdy vlaku byla získána optimalizačními výpočty a uložena na disketě. Před jízdou se ukládala do paměti počítače (šlo o počítač bez pevného disku). Výpočty byly provedeny pro různé jízdní doby. Při každém průjezdu stanicí počítač vyhodnotil odchylku od jízdního řádu a podle toho volil variantu pro další řízení jízdy. Systém byl v roce 1992 s dobrými výsledky ověřován při jízdách s rychlým nákladním vlakem Nex 40022 na trati České

Budějovice - Praha-Hostivař. Tyto aktivity probíhaly v rámci participace VÚŽ na řešení úkolu ORE A 168 "Energetické problémy železnice" v letech 1984 až 1994.

S hledáním úspor energie souvisela také aplikace netradičních zdrojů energie. Jako důsledek energetické krize v sedmdesátých letech byly hledány možnosti uplatnění netradičních zdrojů energie pro tehdejší ČSD. Řídícím pracovištěm úkolu byl VÚD Žilina a VÚŽ Praha řešil problematiku možnosti použití tepelných čerpadel. V rámci tohoto dílčího úkolu byl uskutečněn rozsáhlý průzkum, na jehož základě byla vytypována místa, která poskytovala nejlepší možnosti při nejnižších nákladech. Z těchto míst pak byla nakonec vybrána OTV Most, kam bylo dodáno tepelné čerpadlo voda - voda, výrobek Frigera Kolín.

Čerpadlo bylo vestavěno do stávajícího systému kotle na koks a potřebná energie byla získávána pomocí výměníku, jenž byl umístěn v korytu nedalekého potoka. Zařízení bylo uvedeno do provozu v roce 1984 a bylo natolik účinné, že prakticky vyloučilo nutnost provozovat koksovou kotelnu a údajně pracuje úspěšně až dodnes. Nedostatek tepelných čerpadel byl příčinou toho, že nebylo možno tato zařízení nasadit i do jiných příhodných míst.

Zavádění statických měničů frekvence pro napájení zabezpečovacího zařízení

I když samotná zabezpečovací zařízení nepatří do oblasti působnosti železniční elektrotechniky, jejich napáječe jsou místem rozhraní a do její sféry patří. Jako prevence nežádoucího ovlivňování byly pro zabezpečovací obvody zvoleny jiné frekvence než standardních síťových 50 Hz. Pro změnu frekvence se běžně využívaly rotační měniče.

První pokusy s využitím statických měničů frekvence pro napájení zabezpečovacího zařízení je možno datovat do období let 1976 - 77, kdy se začal projevovat důsledek administrativního státního rozhodnutí, kterým byla zastavena výroba rotačních měničů v tehdejší závodech MEZ Vsetín. Vzhledem k akutnímu nedostatku potřebných strojů byl akceptován návrh pracovníků VVO 7 VÚŽ Praha, a pro řešení tohoto nouzového stavu byly vyráběny stroje vzniklé spojením dvou standardních asynchronních motorů vhodného typu.

Současně s tím bylo na podzim roku 1976 vyvoláno jednání u tehdejšího dominantního výrobce statických měničů potřebné výkonové úrovně EVÚ Dubnica (SR). Nabízené zařízení bylo svými rozměry a nízkou spolehlivostí pro napájení tohoto

druhu zařízení nevhodné, a tak jsme od dalšího jednání ustoupili, aniž došlo k praktickému ověření v provozu. Prakticky paralelně jsme sondovali možnost nákupu vhodného rotačního stroje z Maďarska. Ani tento nákup se neuskutečnil, protože okamžitá potřeba byla saturována výrobou měničů z asynchronních motorů.

Zhruba na konci sedmdesátých let se objevila nadějná možnost v závodě ČKD, který začal vyrábět tyristorové měniče vhodného výkonu pro napájení důlních kombajnů. Dva tyto měniče typu S-50 byly získány a upraveny pro frekvenci 75 Hz. Zkoušky probíhaly převážně v napájecí stanici Modřice u Brna a v zásadě potvrdily správnost nastoupené cesty. Přes veškerou snahu se však nepodařilo upravit tento měnič proudového typu tak, aby diference výstupních napětí byla v přijatelných mezích i při nesymetrii zátěžových impedancí.

První kladné výsledky byly dosaženy až v osmdesátých letech s následným statickým měničem, jehož výrobcem byla firma Ostroj Opava. Rovněž tento měnič byl původně určen pro pohon důlních kombajnů. Jeho konstrukce, jež byla založena na v té době nejprogresivnější technologii výkonových tranzistorů, odstraňovala obtíže způsobené diferencí sdružených výstupních napětí, protože se z konstrukčního hlediska již jednalo o měnič napět'ového typu. Měniče tohoto typu byly nasazeny v řadě míst a úspěšně nahradily neekonomické rotační měniče s tím, že se navíc úspěšně uplatnily i v dalších aplikacích v provozu ČD.

Práce železničního elektrotechnického výzkumu pro Metro v Praze

VÚŽ působil zpočátku převážně v oboru železniční kolejové dopravy pro ČSD, nyní ČD a pro řadu výrobních závodů železničních kolejových hnacích i vlečených vozidel. V oboru městské hromadné kolejové dopravy se působení VÚŽ prakticky nevyskytovalo. Tato situace se změnila v roce 1967, když 9. srpna přijala vláda ČSSR usnesení o výstavbě metra v Praze, a to bez mezičty podpovrchové tramvaje.

Dopravní kolejový systém, který tvoří metro, se v základních rysech podobá spíše železniční dopravě na hlavních drahách než kolejové městské dopravě, kterou představují tramvaje. Poněvadž v době rozhodnutí o výstavbě metra v Praze nebyly v našem státě žádné zkušenosti s výstavbou tohoto dopravního systému, bylo třeba hledat vhodná technická pracoviště schopná řešit tuto náročnou problematiku. Zde bylo možno

zúročit dlouholeté zkušenosti podniků a ústavů podílejících se na elektrizaci ČSD (ČKD, SÚDOP, EŽ, ŽS, AŽD, VÚŽ a dalších).

V průběhu roku 1969 začala jednání o sestavení státních úkolů pokrývajících technickou problematiku výstavby metra. Jedním z řešitelů těchto rozsáhlých výzkumných úkolů se stal i VÚŽ, kromě jiného též v oboru elektrických vlaků metra a energetického napájení trakčních i ostatních zařízení metra v Praze.

Pracovníci VÚŽ se v průběhu let 1970 a 1971 účastnili vývoje prototypu soupravy R1 české výroby (ČKD Praha - závod Tatra Smíchov) jednak jako členové prototypové komise, a jednak při jízdách zkoušek dohotoveného prototypu soupravy R1, které byly zahájeny v květnu 1971 na zkušební trati DP Metro z depa Kačerov do žst. Praha-Krč.

Paralelně s vývojem české soupravy R1 pro metro probíhala technická jednání o možnosti nákupu vozů metra typu Ečs ze Sovětského Svazu. Také těchto jednání se účastnil pracovník VÚŽ jako expert pro technické parametry a zkoušení elektrických hnacích vozidel (v tomto případě vozů metra). Tento nákup ze Sovětského Svazu česká vláda schválila v březnu 1971.

Na soupravě R1 pokračovaly i po tomto rozhodnutí prototypové zkoušky dál. Kromě ověřování trakčních a energetických vlastností soupravy se zkoušela soustava pro rychlostní regulaci a cílové brzdění soupravy R1 vyvinutá ve VÚŽ.

Tato soustava rychlostní regulace byla aplikována i na dodávaných vozech Ečs, které jezdily na prvé budované trase C.

Výzkumné práce VÚŽ se v rámci již zmíněných státních výzkumných úkolů soustředily na provádění ověřovacích typových zkoušek vozů Ečs v podmínkách napájecí soustavy v pražském metru.

Po dodání prvních šesti vozů Ečs v říjnu 1973 probíhaly ověřovací zkoušky na zkušební trati DP Metro na Kačerově. Zkušební provoz na budované trase I.C byl zahájen 1. ledna 1974, a od tohoto data byly ověřovací zkoušky prováděné pracovníky VÚŽ v reálných podmínkách provozu metra.

Šlo především o ověření trakčních a energetických parametrů dodaných vozů Ečs a koordinaci a ověření ochrany vozidla, zejména ochrany nadproudových. Na základě těchto zkoušek prováděných pracovníky VÚŽ byla pak nahrazena zastaralá

nadproudová ochrana vozu Ečs ve formě otevřené páskové pojistky v dřevěné skřínce modernějším typem pojistky s keramickým tělesem a pískovým zhášením umístěné v plechové skřínce. Tyto keramické pojistky byly v pozdějších letech, po dalších zkouškách prováděných VÚŽ, nahrazeny dokonalejšími výrobky od jiných specializovaných firem.

Další část výzkumného úkolu pro metro v Praze se týkala energetického napájení trakčních vozidel, eskalátorů, ventilátorů tunelů, čerpadel a zabezpečovacího zařízení. Projekt energetického napájení zpracoval SUDOP Praha a po roce 1970 převzal tyto práce nově ustavený Metroprojekt.

Ve VÚŽ v rámci těchto projektových prací byl zpracován optimalizovaný jízdní řád vozů metra, s ohledem na minimalizaci spotřeby elektrické energie. Pro takto optimalizovaný jízdní řád byly stanoveny časové průběhy proudů odebíraných vozy metra, celkové proudové zatížení jednotlivých měřičů v provozních i poruchových stavech, a též byly kontrolovány úbytky napětí na napájecí kolejnici v místech odběru proudu trakčním vozidlem. Rovněž byla určena spotřeba elektrické energie pro trakci v jednotlivých měřičích.

Dále byl proveden výpočet časového průběhu zkratového proudu tekoucího z křemíkových usměrňovačů při zkratu na sběrači vozidla metra (zkrat na napájecí kolejnici) pro různá zapojení s omezujícím reaktorem, nebo bez omezujícího reaktoru ve zpětném vedení trakčního proudu.

Kromě těchto teoretických rozborů bylo možno provádět po vybudování zkušební trati u depa metra na Kačerově od listopadu 1971 experimentální práce vedoucí k poznatkům o chování napájecí soustavy zejména při poruchových stavech. Tak byly ověřeny vypínací vlastnosti stejnosměrných napájecích vypínačů v provizorní měřičně napájecí zkušební trati při tvrdých zkratech na napájecí kolejnici v různých vzdálenostech od měřičny, bez předchozího, a též s předchozím proudovým zatížením. Dále pak při zkratech obloukových (simulace přejiskření izolátoru napájecí kolejnice) opět bez nebo s předchozím proudovým zatížením.

Po uvedení trasy I.C do zkušebního provozu v lednu 1974 prováděl VÚŽ rozsáhlé zkratové zkoušky ve všech třech měřičích na trase. Byly ověřovány vypínací schopnosti napájecích rychlovypínačů při jednostranném i oboustranném napájení

při tvrdých zkratech na různých místech napájecí kolejnice (zkrat na sběrači vozu metra). Dále se zkoušela koordinace a nastavení neproudových ochran všech rychlo vypínačů v měnících při poměrech opětného zapínání a vazby napaječů. Konečně byla též ověřována situace při zkratech za hlavní pojistkou vozu metra, tj. simulace zkratu na kabeláži vozu nebo přejiskření na komutátoru trakčního motoru, opět v různé vzdálenosti vozu od měnících při jednostranném a oboustranném napájení. Též se experimentálně ověřovala velikost nastavení každého rychlo vypínače ve všech měnících. Byl sledován vliv povrchových stavů v napájecí soustavě metra na zabezpečovací zařízení, zejména na kolejové obvody.

Samostatnou kapitolou při zkušebním provozu bylo mapování výskytu a velikosti bludných proudů, které se vyskytovaly ve stavebních a elektrotechnických zařízeních metra, a které vyvolával samotný provoz metra nebo i provoz jiných elektrizovaných drah v Praze, tj. tramvaje a vlaky ČSD.

Též byly prováděny zkratové zkoušky v rozvodu 3x380 V, 50 Hz a sledovány jevy při těchto stavech, zejména s ohledem na napájení zabezpečovacího zařízení.

Všechny teoretické i praktické poznatky byly ihned předávány Metroprojektu a DP-Metro a prováděny úpravy na vozidlech i na napájecím zařízení ještě před zahájením provozu na trase I.C v květnu 1974.

Kromě těchto prací byly v období od roku 1974 prováděny experimentální práce při ověřování nových typů napaječových rychlo vypínačů pro měnící, pojistek a nového rychlo vypínače pro vozidlo, který by nahradil pojistku jako hlavní nadproudovou ochranu vozu metra.

Pracovníci VÚŽ byli také členy kolaudačních komisí při uvádění jednotlivých tras metra do provozu.

Na základě dobré spolupráce VÚŽ a DP-Metro došlo pak k pravidelné účasti VÚŽ na uvádění do provozu všech budovaných tras metra, kde byly prováděny zkratové zkoušky pro ověření vypínacích vlastností všech stejnosměrných napaječových rychlo vypínačů a jejich nadproudového nastavení. To se událo v letech: 1978 trasa I.A, 1980 trasa II.C, 1980 trasa II.A, 1984 trasa III.C, 1985 trasa I.B, 1988 trasa III.B, 1990 trasa II.B, 1994 trasa V.B, 1998 trasa IV.B a konečně v r. 1999 pro zkušební kolej ve Zličíně.

Pro projektovanou trasu IV.C1 z Nádraží Holešovice přes Troju do Kobylis a Ládví, kde vzhledem na značný výškový rozdíl vychází limitní sklon tratě, zpracoval VÚŽ studii, obsahující řadu variantních výpočtů trakčních a brzdových vlastností vozidel metra při jízdě oběma směry.

Celkově lze hodnotit více než 25letou spolupráci DP Metro a VÚŽ v oboru elektrických trakčních zařízení velmi kladně s dobrými pracovními výsledky.

A jen jako doklad o tom, že VÚŽ se neuzavírá ani před problémy dopravy, která není kolejová. Zajímavá práce proběhla ve VÚ při vývoji trolejbusů s pulzním měničem. Zde pracovníci VÚ vyšetřovali příčinu vznikajícího intenzivního rušení, jehož údajnou příčinou měl být pulzní měnič trolejbusu. Pracovníci VÚ však zjistili, že příčinou rušení je šestipulzní usměrňovač měnírny, jehož složka 300 Hz ve výstupním usměrněném napětí je prakticky "zkratována" vstupním kondenzátorem pulzního měniče trolejbusu, protože zde není použita sériová tlumivka. Tato měření proběhla jak u výrobce trolejbusů v Ostrově nad Ohří (1982), tak i v Dopravním podniku města Hradec Králové (1983) a Českých Budějovic.

Závěr

Všichni autoři tohoto článku jsou, nebo po dlouhou dobu byli pracovníky VÚŽ. Mnozí z nich jsou absolventi VŠD, a někteří navíc, po delší či kratší dobu, patřili i mezi její pedagogy. Je proto samozřejmé, že vazby na výchovu nových generací železničních specialistů - elektrotechniků byly vždy součástí jejich práce, podobně jako u všech ostatních specializací zastoupených ve VÚŽ. Byly to také desítky diplomantů, kteří se potýkali s diplomovými pracemi, jejichž zadání vycházelo z řešení výzkumných úkolů ústavu. Zcela jistě však nacházeli u svých konzultantů z VÚŽ pochopení a pomoc tam, kde jejich zkušenosti ještě nestačily. A naopak, nejedna diplomová práce posunula řešení problémů o kus dál. Je třeba si jen přát, aby mladí inženýři nacházeli cestu k železnici a k jejímu výzkumu. Je třeba si jen přát, aby železnice a její výzkum nabízely vedle zajímavé a často vzrušující práce i dobré podmínky a perspektivy mladým inteligentním lidem.

V Praze, únor 2000

Lektoroval: Ing. Jan Matějka

ČD DDC 014

Štefan Mayerberger - Hynek Krejčí

Technický rozvoj železničních staveb a konstrukcí v procesu rozvoje železniční dopravy

Klíčová slova: železniční spodek, železniční svršek, technologie, rozvoj základen, sanace železničního spodku, kontrola a diagnostika.

V průběhu tří desetiletí po 2. světové válce kapitalistická Evropa s využitím moderní traťové techniky postupně rekonstruovala svou železniční síť a od 60. let pod tlakem konkurence silniční dopravy zvyšovala rychlosti a komfort v přepravě cestujících. V té době muselo Československo dokončit již v první republice započatou rekonstrukci své základní železniční sítě, která měla korigovat orientaci na střediska bývalé monarchie, po 2. světové válce posílit výkonnost tratí ve směru východ - západ a zvládnout na ní v Evropě zcela mimořádný nárůst provozního zatížení. Značná politická a ekonomická uzavřenost nutila celou generaci železničních odborníků hledat cesty, jak ve specifických podmínkách socialistické ekonomiky vyrovnat relativní zaostávání za úrovní evropských železnic.

Zásadního významu v této situaci nabyt technický rozvoj, jehož nositeli se vedle rezortních výzkumných ústavů a vysokých škol stala odvětvová pracoviště, výrobní podniky i výkonné jednotky jako ověřovatelé nových konstrukcí, prototypů a technologií. Vždy přitom šlo o týmovou činnost pracovišť, mezi nimiž pouze administrativně plánovací hlediska označovala

Ing. Štefan Mayerberger, nar. 1943, absolvent VŠE Praha. Od nástupu k ČSD v roce 1965 pracuje v oboru traťové mechanizace. V současnosti je vedoucím oblasti traťového hospodářství ve VÚŽ.

Ing. Hynek Krejčí, nar. 1925, absolvent ČVUT Praha. Od absolvování školy v roce 1952 pracoval v různých funkcích u Železničního vojska, v roce 1965 nastoupil do odboru traťového hospodářství Ministerstva dopravy a spojů, později na Ústřední správu železnic, kde působil v různých řídicích funkcích. V současnosti pracuje v základním informačním středisku DDC.

hlavního nositele. Nezanedbatelnou roli přitom sehrál i technický rozvoj železničního vojska.

P o č á t k y

Odhlédneme-li od období průkopnického rozvoje, měla u nás železnice za sebou již více než století existence, jako jeden ze základních faktorů rozvoje techniky a hospodářství, i jako komplexní kulturní fenomén. Její stavba a údržba zůstávala však prakticky na stále stejné technické úrovni. Nastoupit do zaměstnání u stavby dráhy znamenalo ještě po druhé světové válce přijmout těžkou, většinou ruční práci v nepříznivých klimatických a hygienických podmínkách, často daleko od domova. Budovatelské nadšení v poválečných letech na jedné straně a využívání nucené práce na straně druhé pomáhalo jen zčásti řešit tento rozpor v době, kdy zájem o práci v železničním stavebnictví rychle opadal.

Jen postupně pronikala nová technika do zemních prací stroji, které vytlačovaly lopatu, krumpáč, kolečko a nejvýše úzkorozchodnou drážku s výklopnými vozíky. Teprve rozvoj hydrauliky urychlil rozšiřování různých typů dozerů, nakladačů a dalších druhů strojů, používaných všeobecně ve "velkém" stavebnictví a zpočátku často dovážených.

Ještě ve své době velmi užitečná kniha Ing. Erbena "Železniční svršek, stavba a udržování" z roku 1947 poukazuje na ruční charakter prací při stavbě koleje, která svou konstrukcí (kolejnicemi tvaru T na ocelových nebo dřevěných pražcích) dosahovala již relativně vysoké technické úrovně a umožňovala provoz vozidel s nápravovou hmotností přes 20 t rychlostí nad 100 km/h. Stále se pracovalo vidlemi, podbijkem, vrtulovým klíčem, sochorem, teslicí, kleštěmi na kolejnice a mechanickým zdvihákem.

Železniční spodek

Poměrně spolehlivá konstrukce železničního spodku a jeho dlouhá životnost rostoucímu železničnímu provozu poválečných let vcelku vyhovovala. Deformace a poruchy se zpočátku odstraňovaly metodami obvyklými již dříve, technický rozvoj směřoval zejména do oblastí umělých staveb nově budovaných tratí.

V průběhu 50. let se s rostoucím zatížením tratí výzkum a vývoj zaměřil na sanace a zvyšování únosnosti zemního tělesa a železniční pláně novými metodami. Zkoušela se injektáž cementem, elektroosmóza, elektrochemické zpevňování zemin, zpevňování zemin vypalováním, ve vhodných případech se aplikovaly pískové piloty, železobetonové desky, postupně se rozvíjela teorie a praxe zřizování podkladních vrstev, s rozvojem průmyslu syntetických materiálů doplněných v 60. letech foliemi a od 80. let stále se rozvíjejícími

metodami použití geotextilií. Vedle odborného pracoviště Výzkumného ústavu železničního – Ing. Krause, CSc. – se danému oboru věnovalo zejména ČVUT s Prof. Ing. Tycem, DrSc.

Nové metody zvyšování únosnosti železničního spodku významně přispěly zejména při odstraňování vzniklých poruch na tratích, jeho celková konstrukce se však začala měnit až s novými pohledy na konstrukci pražcového podloží, na dynamiku jeho zatížení a ochranu proti vnějším vlivům. Ty se již postupně promítaly do směrnic a předpisů v průběhu 70. a 80. let a byly plně vyjádřeny již v novém předpisu S4 v roce 1990 a doplněny v roce 1998.

Železniční svršek

Již zmíněný rychlý růst provozního zatížení tratí si vynutil prakticky trvalý výzkum a vývoj jednotlivých prvků konstrukce železničního svršku. Klíčovou roli v tomto oboru sehráli především odborníci rezortních výzkumných ústavů. Pouze namátkou lze jmenovat Dr. Ing. Hlásného, CSc., Ing. Schneidera, CSc., Dr. Ing. Bažanta, Ing. Pavla a řadu dalších.

Konstrukce železničního svršku odrážela vlastně ještě stav první republiky, v níž ČSD zdědily řadu konstrukcí železničního svršku různých společností. Tak na příklad zmíněná příručka Ing. Erbena uvádí celkem 18 tvarů kolejnic.

Nově se však kladly tři základní tvary svršku:

- Xa s kolejnicemi o výšce 125 mm, hmotnosti 35,6 kg/m a délce 15 m,
- A s kolejnicemi o výšce 140 mm, hmotnosti 44,3 kg/m a délce 20 m,
- T (těžký) s kolejnicemi o výšce 150 mm, hmotnosti 49,7kg/m a délce 25 m.

Vývoj a změny soustav železničního svršku byly v dalším průběhu let ovlivňovány zejména neustálým rozvojem technických poznatků, potřebami a intenzitou železniční dopravy, růstem provozního zatížení a účinky nových, těžších vozidel, ale i politickými okolnostmi a rozhodnutími, přičemž se ve většině případů tyto hlavní důvody změn navzájem kombinovaly.

Vzrůst provozního zatížení v druhé polovině 50. let si zejména na hlavních tazích vynutil použití únosnější soustavy železničního svršku, dané především vyšší hmotností kolejnic na běžný metr. ČSD, vázané jednoznačně na železniční správy zemí RVHP, zavedly soustavu s kolejnicemi tvaru R65, které se od roku 1962 nejprve dovážely ze SSSR a později vyráběly v Třineckých železárnách i u nás. Současně se všeobecně rozšiřovala bezстыková kolej, prosazovaná již před válkou naším profesorem Vaverkou z VUT v Brně; v poválečných letech v její délce zaujaly ČSD jedno z prvních míst na světě.

Trvalým vývojem probíhalo upevnění kolejnic, které přitom trvale vyhovovalo i poměrné rozmanitosti tvarů kolejnic válcovaných pro export a někdy neodebraných zákazníky. Jednotná rozponová podkladnice T5 zavedená v roce 1950 a vyhovující později i pro kolejnice R65 splnila také v tomto případě svou funkci. Zavedení nepřímého upevnění značně zlepšilo situaci ČSD.

K úspoře dřeva a oceli se od roku 1955 začaly postupně zavádět betonové pražce jednak z předpjatého betonu tvaru SB1, SB2 a DOSTA a ze železobetonu tvaru DZP1-T5 (PAB2a) a DZP10-T5. Vývoj betonových pražců byl pak prakticky nepřetržitý, vedle konstrukčních důvodů byl vyvolán i rozvojem výrobní technologie. S pražci z předem předpjatého strunobetonu SB3 a VÚS 62 s ovíjenou výztuží vznikla podkladnice T8.

Značná lomovitost rozponových podkladnic T5 a T8, zvláště na betonových pražcích, a relativně náročná údržba rozchodu a směru koleje vedla k zavedení upevnění na žebrových podkladnicích, používaných v celé Evropě. Současně s tímto zásadním krokem přešly ČSD na kolejnice tvaru S49, čímž se současně zlepšily i exportní možnosti našich výrobců.

Vývoj pokračoval přes předpínané pražce SB5 pro připevnění kolejnic T, S49 a R65 ještě pomocí rozponové podkladnice TR5 a pražce SB6 pro připevnění kolejnic tvaru S49 a R65 pomocí žebrových podkladnic S4 a R4. Po zhodnocení provozních zkušeností s výzkumem, s vývojem, s výrobou a s použitím pražců z předpjatého betonu byl pak navržen nový typ pražce PB2, již s ukloněnými úložnými plochami a plochými podkladnicemi, čtyřmi vrtulemi zatočenými do polyamidových vložek a uložených na polyetylenových podložkách.

Vysoké provozní zatížení současně se zřejmým podudržováním koleje vedlo v 70. letech k určitému materiálovému předimenzování. Zvyšovala se průměrná hmotnost kolejnic, zkušebně byl dokonce položen svršek R75, žebrové podkladnice se všeobecně upevňovaly i na betonových pražcích čtyřmi vrtulemi a rostla hmotnost i hustota pražců. V 60. letech železniční správa začala ověřovat deskové konstrukce železničního svršku. Postup zkoušením a omyly uplatněný u tzv. skořepinové desky Prof. Klimeše, a zejména u pražcové desky, poznamenaný předčasným optimismem, vedl do slepé uličky. Správnou cestu ukázaly až zkušenosti z dlouhodobých zkoušek bezpražcových, monolitických konstrukcí, nabytých u bohatších a vyspělejších železničních správ .

Ve stručném přehledu nelze podrobněji popsat cestu vývoje konstrukce koleje. Šlo o nepřetržitý proud inovací na příklad v kvalitě kolejnic, jejich

uložení na pružných podložkách, bezстыkové koleje a její izolace (včetně lepených styků), použití vysokopecní strusky místo nedostatkového šterku.

Současně se snahou zvyšovat rychlosti stále naléhavěji vyvstávala potřeba snížit tuhost upevnění kolejnic použitím pružných svěrek, které udrží podstatně déle přítláčnou sílu a je tím méně náročné na údržbu. Pokus se svěrkou holandského typu ztroskotat na kvalitě materiálu a technologii jeho zpracování. Průmyslové podniky, podobně jako u jiných komponent konstrukce koleje nebyly v podmínkách socialistického hospodářství stimulovány k progresivní inovaci. K řešení napomohla až změna hospodářského systému po roce 1990 a urychlila ho zejména rekonstrukce tzv. koridorů, na kterých se začaly kolejnice UIC60 ukládat na předpjatých betonových pražcích B91 s úklonem úložné plochy 1:40, dlouhých 2,60 m a upevňovat pružnými svěrkami řady Skl, zkušebně i pružnými sponami Fastclip.

Zvláštní kapitolu v technickém rozvoji železničního svršku představují výhybky a výhybkám podobné konstrukce. Vývoj vyšel z výhybek tvaru A a T s nejmenším úhlem odbočení, příp. křížení 6° . Výměnové části byly vybaveny jazyky z jazykových kolejnic se sečným uspořádáním. Teprve na přelomu 40. a 50. let byla postupně zahájena v soustavě T výroba tzv. štíhlých jednoduchých výhybek s úhly odbočení 5° , 4° a $3,06^{\circ}$, s poloměry v odbočné větvi 500, 800 a 1200 m, již s tečným uspořádáním jazyků, které položily základ používání transformovaných výhybek. Srdcovky byly buď z lité oceli (starší provedení), nebo montované ze srdcovkových kolejnic. Přídržnice byly spojeny šrouby s pojižděnými kolejnicemi, pražce ocelové a dřevěné, používalo se oddělené podkladnicové upevnění s tuhými svěrkami a v systému zabezpečení hákový závěr.

S přechodem na soustavu koleje R65 a S49 bylo nutno rozhodnout i o dalším postupu vývoje nových výhybek. Byla přijata koncepce realizovaná na pracovišti traťového hospodářství ve VÚŽ vedeného Ing. Pavlem, a po jeho odchodu Ing. Melkou, CSc. a Ing. Třešňakovou; pro konstrukci v nových soustavách byla zvolena obecně užívaná poměrová soustava, vyjadřující úhel odbočení a křížení tangentou úhlu, současně s tečným uspořádáním jazyků. Časově relativně krátké údobí šedesátých let se stalo etapou prudkého rozvoje, v němž se převážná část, jinak skromných vývojových kapacit věnovala konstrukci, spolupráci s výkonnými jednotkami při ověřování prototypů a s výrobcem při zavádění hromadné výroby výhybek obou nových soustav.

Jejich slabinou však stále zůstávalo konstrukční i materiálové uspořádání srdcovek. Teprve v druhé polovině 80. let umožnila měnící se situace v průmyslu (především uvolňování výrobních kapacit ve slévárenství oceli s vysokým obsahem manganu) překročit k zásadní konstrukční a materiálové změně srdcovek. Současně se připravovala další zásadní změna, spočívající v použití výhybkových pražců z předpjatého betonu a v použití pružných upevňovadel – svěrek nebo spon.

Všechny tyto změny se plně uplatnily v uspořádání výhybek soustavy UIC60 a S49 druhé generace, které kromě standardního uložení na betonových pražcích (alternativně i na dřevěných) a upevnění kolejnic s použitím pružných prvků musí mít všechny styky ve výhybce svařeny, tečné uspořádání jazyků s jednotným maximálním přiblížením začátku jazyka k výměnovému styku, pro přímo pojižděné součásti materiály se zvýšenou odolností proti opotřebení, u srdcovek navíc zmonolitnění celé konstrukce, výrobní i provozní tolerance odpovídající nejvyšší dovolené rychlosti v přímé větvi (až 200 km/h) a moderní zabezpečení výhybky včetně čelistového závěru, který je kvalitativně i funkčně o třídu výše než závěr hákový. V této etapě však historie již přechází do současnosti.

Další významnou inovací, jíž jsou pohyblivé hroty v srdcovkách, zavedly ČSD již v 70. letech v dvojitě srdcovce křížovatkové výhybky 1:11. Pro výrobu je připravena jednoduchá výhybka s pohyblivým hrotem v srdcovce.

Značný význam má v tomto směru mezinárodní spolupráce rozvíjená tehdy s DR a MÁV již od 80. let. V současné době se u nás zkouší tři výhybky DB na betonu s konstrukční úpravou pro vysoké rychlosti a dvě výhybky francouzské (Cogifer), z nichž jedna s úklonem kolejnic 1:40, obdobně jako na tratích koridorů.

Počátky mechanizace

Mechanizace při montáži koleje i při její údržbě se omezovala nejprve jen na drobné stroje - zatáčečky šroubů, pily na kolejnice, jednomužné podbíječky pražců ap. Kolejový rošt se buď montoval ručně přímo na kolejovém loži nebo vedle něj, anebo se - smontován do kolejových polí - přivážel z dočasných mobilních montážních základů na běžných dvounápravových podvozcích. V 50. letech ovládl technologii pokládky lehký kozlíkový jeřáb typu "Vošahlík". Ovšem i jeho vrátek se "poháněl" ručně, takže šlo o zařízení, k němuž by dnešní orgány bezpečnosti práce měly vážné připomínky. Vybavení elektromotory na počátku 60. let se již prakticky neprosadilo.

Koncem 40. let stačily ČSD dovézt ze zahraničí několik prvních strojních čističek kolejového lože a podbíječek pražců. I když stále ještě vyžadovaly mnoho pomocné ruční práce, byly ve své době natolik vzácné, že jejich nasazení na síti železniční správa ústředně řídila.

Při rostoucím provozním zatížení a mimořádném znečišťování, zejména hlavních tahů v 2. polovině 50. let, a při trvalém poklesu stavu pracovníků ochotných a fyzicky schopných pracovat v daných, stále ještě velmi obtížných podmínkách, bylo zřejmé, že dosavadními prostředky a postupy železniční síť udržet nelze. Roční objemy obnov kolejí bylo nutno zvýšit z úrovně 300 - 400 km na dvojnásobek a podstatným zvyšováním provozní odolnosti tratí prodlužovat cykly nejen obnov, ale i ostatních udržovacích prací. Jedinou cestou zvyšování výkonů přitom byla rozsáhlá mechanizace traťových prací těžkými stroji.

Na nákup strojů od renomovaných zahraničních výrobců se však ČSD nedostávalo prostředků v "tvrdé" měně, podniky našeho strojírenství neměly zájem o vývoj a malosériovou výrobu technicky náročných strojů. Některou speciální mechanizaci vyráběl jen podnik Mostáreň Brezno.

Železniční správa se proto v roce 1957 rozhodla řešit situaci založením nového rezortního strojírenského podniku, který dostal název Mechanizace traťového hospodářství - MTH Praha, a do kterého se do roku 1965 začlenilo devět bývalých traťových výrobních dílen jednotlivých správ drah. Stísněné výrobní prostory a nedostatek výrobních zkušeností překonávali tehdy lidé pracovním zanícením.

Nový podnik zpočátku pro ČSD dodával zejména jednoduché kolejové motorové zvedáky, elektrické úderové podbíječky pražců, impulsní elektrické podbíječky, lehké elektrické čističky kolejového lože za hlavami pražců, lehké zařízení pro manipulaci s kolejnicemi, manipulační jeřábky pro traťové vozíky a lehké čtyřpěchové podbíječky pražců - vesměs zařízení, která mladá generace devadesátých let již většinou nezná. Podnik si současně vytvořil konstrukčně vývojové pracoviště, takže po několika létech, nutných pro vybavení dílen stroji a zařízením, docházelo konečně k významnému obratu v mechanizaci traťových prací.

Významnou funkci přitom plnil Výzkumný ústav železniční, který jednak připravoval výzkumné podklady pro vývoj, jednak přejímal technologickou stránku vývoje. Stroje zpočátku projektovalo a zkoušelo především Projekčně konstrukční a vývojové pracoviště traťového hospodářství Pardubice, které vzniklo v roce 1962 a řešilo vývojové úkoly v oboru železničního svršku a spodku. Bylo však administrativním zásahem zrušeno koncem roku 1971; jeho

odborní pracovníci přešli dílem do podniku MTH Praha, dílem do Výzkumného ústavu železničního. Směr vývoje tehdy určovala řada jmen konstruktérů – Ing. Železný, Dr. Ing. Husák, Ing. Němec, Ing. Pacanda a další.

V roce 1963 bylo možno zahájit sériovou výrobu první československé strojní podbíječky pražců SP63, která ještě kopírovala princip původní “sfindexky”, a byla tedy morálně více než 10 let za svými zahraničními vzory.

Toto zpoždění se již v roce 1964 podařilo zkrátit výrobou výkonnější podbíječky STP62 s modernějším hydraulickým ovládním podbíjecího zařízení. To již svým umístěním před přední nápravu snižovalo nárok na pomocné ruční práce a umožňovalo další vývoj. V roce 1968 pracovala podbíječka již s plně hydraulickým přenosem sil, později i s nivelačním zařízením, případně v provedení pro přizvedávání propadlých styků kolejnic.

V roce 1965 vznikla naše první čistička kolejového lože SČ100, která vytěžila a vyčistila na sítu do koleje 100 m³ šterku za hodinu. Nahrazovala tak postupně jednu z nejtěžších ručních prací na trati. Podobně jako další, výkonnější typ SČ200, se však ještě při práci přitahovala lanem ukotveným v koleji. Tento nedostatek odstranil až typ SČP200 s vlastním pohonem pojezdu.

Komentář:

Do roku 1969 se prodloužil vývoj nosiče řady strojů “střední” kategorie. Nejprve byla dokončena sněhová fréza KSF70. Již její prototyp se osvědčil v těžké zimě 1969-70, ve které sněhový příval přerušil provoz na čtrnácti tratích. Od frézy konstruktéři v zápětí odvodili i nový motorový univerzální vozík MUV 69 a vytvořili tím významný prostředek pro přepravu lidí i materiálů na pracoviště. Vozík se uplatnil i v tehdejší NDR a v Polsku. Jeho využitelnost podstatně zvýšila hydraulická ruka.

Úspěch podnítil další urychlení vývoje. V roce 1971 se vozík stal nosičem pluhu na úpravu profilu kolejového lože PUŠL71, který dále omezil těžkou práci s vidlemi na šterku a v roce 1972 zhutňovače šterku mezi pražci ZŠ72, který zvyšoval odpor koleje proti příčnému posunutí, a tím stabilitu zejména bezstykové koleje.

Sovětská mechanizace

Úkol - výrazně zvýšit objem rekonstrukcí kolejí - u nás tehdy vyráběná mechanizace však vyřešit nemohla. Počátkem 60. let se proto železniční správa rozhodla dovézt těžké traťové stroje (a s nimi i technologii) ze SSSR. Tento krok na jedné straně výrazně pomohl řešit situaci, na druhé straně však

vyvolal řadu problémů. Ty vyplývaly již ze skutečnosti, že stroje byly dováženy v “nevývozním provedení”, podle sovětských technických norem a v kvalitě obvyklé u sovětských železnic. Často musely být rekonstruovány ještě před uvedením do provozu - na příklad pro nevyhovující obrys nebo elektroinstalaci.

Na našich tratích se objevily 150 t těžké čističky kolejového lože typu Dragavcev, které svým výkonem sice daleko předstihovaly čističky ostatních evropských výrobců. Tyto čističky byly však energeticky velmi náročné, protože při práci musely být taženy a zásobovány energií třemi až pěti motorovými lokomotivami. Ekologicky byly v našich podmínkách neudržitelné - vyhazovaly podsítné frakce čištění, uhelný mour a nečistoty stranou koleje do vzdálenosti mnoha metrů - a při čištění přizvedávaly kolejový rošt, aby se snížil odpor pronikání těžcího trámce štěrkovým ložem. Čištění se tím omezovalo na malou hloubku a celkový stav koleje se tím postupně spíše zhoršoval.

Pozitivní roli sehrály soupravy pro kladení kolejových polí systému UK25/9 a výkonnější UK25/18. Ty při manipulaci s těžkými kolejovými poli na betonových pražcích nemusely již klást kolej na kratších, tzv. inventárních kolejnicích, které se v dalším kroku vyměňovaly za kolejnice standardní, nebo dlouhé kolejnicové pásy.

Jako alternativu k jeřábu UK25 zavedlo železniční vojsko tzv. mostový pokládač PKP25/20, jehož výrobu převzal podnik Mostáreň Brezno. Zadní konec pokládače spočívá na již položené koleji, přední na tahači Tatra 138VN, po inovaci i s možností příčného posunu, což usnadňuje kladení v obloucích. Kolejová pole se k pokládači přivázejí na speciálních nízkých podvozcích. Pro řadu svých předností si tato technologie získala oblibu i u civilních železničních stavebních organizací.

Významným dováženým prostředkem byly dávkovací výsypné vozy, tzv. “chopperdozátory” na zašterkování položené koleje, vyráběné v Polsku podle sovětské dokumentace, k nám však dodávané až po roce 1972. Přesným rozdělováním vysýpaného štěrku šetří mnoho další práce.

Za zmínku stojí i dvě soupravy těžkých dvoukonzolových jeřábů GEK80 a GEPK130, jimiž je možno od roku 1965 vysouvat a osazovat mostní konstrukce o hmotnosti až 110 a 130 tun.

V polovině 60. let přišly s tzv. sovětskou mechanizací na naše koleje také soupravy SM2 pro smetání, nakládání, odvoz a vykládání sněhu z kolejí, především staničních. Značně tíživým problémem se však v té době stalo nadměrné zanášení kolejí uhlím, přepravovaným ze severočeské hnědouhelné

pánve, což nutilo dráhu využívat soupravy SM2 pro odklizení značných objemů uhelného mouru a vytvářet podél tratí ekologicky sporné skládky. V řadě případů se do vozů těchto souprav, opatřených pohyblivou podlahou s funkcí transportéru, nakládal i odpad při čištění kolejového lože čističkami. Souvislé hromady odpadu od čističek totiž časem lemovaly tratě a splavovány deštěm v zářezech zanášely drážní příkopy. Staly se oprávněně předmětem kritiky ekologů i sousedů železnice.

Ze Sovětského svazu dovezly ČSD i kolejové motorové pracovní vozy, vybavené manipulačními jeřábky a nárazníky. Vozy jsou využitelné i jako lehká trakční vozidla.

V roce 1967 ČSD vyzkoušely první, ještě dvoudílnou kolejovou soupravu PRSM1 pro svařování kolejnic elektrickým odporem natupo s odtavením. Jeho svařovací hlavice měly velmi dobré parametry a pomohly omezovat dosavadní méně kvalitní aluminotermické svařování v koleji. Zdokonalené soupravy PRSM3 byly již jednodílné, připomínaly motorovou lokomotivu; jejich výkonné svařovací hlavice přejímali i další světoví výrobci.

Přes některé problémy byla etapa sovětské mechanizace významným obdobím rozvoje traťových prací. I když odborníci ČSD, vyslaní do SSSR k seznámení se s novou technologií, museli konstatovat odlišné podmínky práce obou železnic, nedostupnost devizových prostředků pro dovoz ze západoevropských zemí byla stále argumentem silnějším.

Pokládka výhybek soustavy R65 od poloviny 60. let vyvolávala potřebu další speciální mechanizace, která by ve stanicích mohla pracovat pod trolejovým vedením. Těžké kolejové jeřáby řady EDK s výchylným výložníkovým ramenem, dovezené z NDR, umožnily (podle vyložení) manipulaci s břemeny o hmotnosti 30 - 36 t bez vzepření stroje. Současné výhybky mohou pak být dodávány smontované s oddělenou srdcovkovou částí.

Rozvoj základen

Rozvoj těžké mechanizace byl provázen přechodem na dílenské provádění řady výkonů. Vznikaly plně mechanizované stálé základny pro montáž kolejových polí, vybavené portálovými dvoukonzolovými jeřáby sovětského typu o rozchodu 11,3 m. Ty se postupně vyráběly i u nás, později je nahradily jednodušší a výkonnější jeřáby, dodávané podnikem MTH Vrútky. Vlastní, rozebíratelné portálové jeřáby používalo železniční vojsko, které mělo již od 50. let vlastní konstrukčně vývojové pracoviště a opíralo se o mnohaleté

zkušenosti s montáží vynikající konstrukce prozatímního mostu ŽM16 na polních montážních základnách.

V drahách postupně vznikly i základny pro regeneraci betonových pražců vyjímaných z koleje. Původní, znehodnocené dřevěné hmoždinky se postupně nahrazovaly syntetickými. Severozápadní dráha zřídila v 80. letech i základnu pro likvidaci nepoužitelných betonových pražců drcením a separací ocelové výztuže. Získaná drť odcházela do stavebnictví, ocel do šrotu.

Nedostatek dřevěných pražců si rovněž vynutil vývoj technologie regenerace. Její význam však postupně ustoupil při všeobecném přechodu na betonové pražce.

Základem moderní technologie zřizování bezстыkové koleje se staly výkonné svařovací základny. Vyvinuly se postupně z dílen pro svařování kratších kolejnic na standardní délku, čemuž odpovídala i délka manipulační plochy základen.

Počátkem 60. let pracovalo v síti ČSD již několik svařoven kolejnic. Výkonem svých agregátů pro svařování natupo elektrickým odporem s přerušovaným ohřevem však postačovaly pouze pro kolejnice tvaru T a S49 (o hmotnosti 50 kg/m) a pro poměrně malé délky kolejnicových pásů. S těmi se pak na trati manipulovalo nízkými čtyřkolovými podvozky typu "Mamatěj".

Moderní technologie však vyžadovala svařování dlouhých pásů kolejnic o hmotnosti 65 kg/m. Umožnily to již v 70. letech instalované sovětské stabilní svařovací agregáty K190P. Postupně se ze svařoven vyvinuly svařovací základny s dostatečnou manipulační délkou; kromě svařování dlouhých kolejnicových pásů byly určeny i pro regeneraci užitých kolejnic. Pásky, dlouhé až 300 m, se začaly nakládat na soupravy plošinových vozů vybavených válečkovými drahami, na stanovišti se stahovaly do koleje a speciálními vozíky se plynule vyměňovaly za staré kolejnice. Ty se pak nakládaly v dalším kroku na stejné přepravní soupravy a odvážely k dalšímu zpracování.

Technologie strojního zřizování bezстыkové koleje se vyvíjela postupně v průběhu 70. a 80. let. Modernizovaným zařízením na přepravu a řízeným vykládáním a nakládáním dlouhých kolejnicových pásů byla dovedena na relativně vysokou úroveň až koncem 80. let. Délkou přepravovaných a vkládaných pásů předstihlo na příklad soupravy DB AG více než o 10 let.

Dovoz strojů ze západoevropských zemí

Tlak na zvyšování kvality tratí a na snižování potřeby živé práce vkládané do jejich stavby, rekonstrukcí a údržby vedl koncem 60. let k prolomení

bariéry nepochopení řídicích míst. Ta do té doby bránila dovozu od vyspělých výrobců ze západoevropských zemí, za nimiž naše strojírenství o řadu let zaostávalo. V roce 1965 se u nás sice objevily první jednoduché výhybkové podbíječky We75, přídavné zařízení k našim podbíječkám SP62 pro výškovou úpravu koleje a v roce 1966 dokonce automatický stroj pro směrovou úpravu koleje AL204, na rozhodující krok však ČSD čekaly až do konce roku 1968.

Na podzim byly konečně uvolněny prostředky pro dovoz první automatické podbíječky pro výškovou a směrovou úpravu polohy koleje od švýcarské firmy Matisa. Zevrubný rozbor ji tehdy vyhodnotil jako nejvhodnější.

Současně se však na vedení ČSD soustředilo úsilí rakouské firmy Plasser a Theurer proniknout na náš trh. Podařilo se to bezprecedentním postupem - recipročním vývozem nejprve koksu za první podbíječku (rovněž v roce 1968), u dalších strojů vývozem ocelového šrotu. První automatické podbíječky se natolik osvědčily, že pro dovoz v dalších letech byly uvolňovány alespoň nejnútnější devizové prostředky. Nezůstalo u podbíječek, dovoz se již od počátku 70. let rozšiřoval o četné další stroje - zhutňovače štěrku mezi pražci a pluhy pro úpravu kolejového lože - takže bylo možno sestavit první technologické řady strojů pro komplexní propracování koleje.

Přes uvedené pronikavé změny zaostávala naše vlastní výroba speciální techniky za špičkovými firmami ve světě o několik let. Konstruktéři naráželi zejména na nedostatek kvalitní speciální hydrauliky a elektroniky. Ve snaze překlenout tuto okolnost nastoupily ČSD cestu kooperace s firmou Plasser a Theurer a od roku 1974 se dovážely některé komponenty pro kooperační výrobu vlastních tzv. středně těžkých podbíječek ASP400. Používaly se pro běžné práce v údržbě; pro přesnou úpravu geometrické polohy koleje a výhybek s kolejnicemi tvaru R65 se i nadále dovážely špičkové "těžké" automatické stroje. Jako klíčové stroje technologické řady pro propracování koleje svým výkonem dále přispívaly k efektivnímu využívání výluk vlakové dopravy a k soustavnému zvyšování kvality koleje.

Podmínky ČSD vyžadovaly však i některé specifické výkony, pro které bylo nutno vytvořit vlastní, československé stroje. V polovině 70. let byla vyvinuta čistička štěrku za hlavami pražců a koncem 70. let samohybný kolejový vyměňovač pražců, který se po doplnění výměnnými pracovními orgány (těžicí a nakládací lopatou, drapákem, radlicí, zemním vrtákem a sekačkou porostů) stal víceúčelovým strojem. V 80. letech byl vyvážen i pro sousední železniční správy zemí RVHP.

Sanace železničního spodku, spolupráce s DR

Nepokrytou oblastí při údržbě a rekonstrukcích provozovaných tratí zůstávalo stále mechanizované zvyšování únosnosti železničního spodku, u nás po celá desetiletí nenaplněná podmínka zvyšování rychlostí vlaků i snižování objemů údržby železničního svršku, který na neúnosném podloží rychle ztrácel provozní odolnost. Zatímco se při stavbě nových tratí postupovalo metodami běžnými v silničním stavitelství a i řada sanací svahů drážního tělesa vystačila se stroji pro zemní práce, vyžadovaly sanace neúnosné pláně železničního spodku dlouhodobé přerušení vlakového provozu. Požadavek několikadenních výluk byl však službou dopravy trvale odmítán jako nesplnitelný. Výsledkem byly zarostlé, nebo vůbec neexistující příkopy, celé úseky tratí s podmáčeným štěrkovým ložem a potíže s udržením geometrické polohy koleje na neúnosném podloží.

Řešení se nabízelo v čističkách kolejového lože, které by byly s to (bez snesení kolejového roštu) vytěžit neúnosnou vrstvu pod štěrkem do dostatečné hloubky, vložit pod nový štěrk ochrannou, dostatečně únosnou písčitou podkladní vrstvu i s případnou výztužnou nebo izolační vložkou z geosyntetického materiálu.

Vyřešení tohoto problému v MTH Praha zatím neumožňovalo používání nového typu čističek kolejového lože DELČ800, ověřovaného v roce 1975 a dodávaného až do poloviny 80. let našim drahám včetně několika kusů dodávaných též do NDR. Konstrukteři v rozporu s patentem přijatým v roce 1979 podle návrhu VÚŽ zvolili při vývoji stroje princip čištění rotačním sítem, který již byl použitý 15 let předtím na čističce Dragavcev, čímž výrazně zvýšili čistící výkon až na 600-800 m³/h. Technicky relativně pokrokové řešení se však brzy projevilo jako slepá ulička. Kompaktně stísněná konstrukce jinak velmi pohledného stroje neumožňovala rozšířit jeho funkci dalšími pracovními orgány, potřebnými pro sanace pláně. Hloubka těžení byla poměrně omezená, vlhké vytěžené hmoty štěrku při rychlém průchodu prostorem síta zůstávaly nedostatečně vyčištěny.

Tyto nedostatky vedly v druhé polovině 80. let k návratu k osvědčené koncepci vytřásacích sít a k zvýšení celkové výkonnosti stroje až na 600 m³/h. Novou vývojovou řadu zahajovala dvoudílná čistička SČ600, dělená na samostatnou pracovní a na energetickou sekci. Příznivějším rozložením pracovních orgánů byl tento stroj již od počátku koncipován pro plné těžení štěrku i neúnosného podloží do potřebné hloubky, nakládání vytěžených hmot na soupravu dopravníkových vozů – “dumpearů” - dovážených od roku 1981 z Polska. U nás byly tyto vozy opatřovány dráhou pásových dopravníků, které umožňovaly postupné plnění celé soupravy.

To však již byla doba několikaleté intenzivní spolupráce s Výzkumným a vývojovým závodem DR, FEW Blankenburg, který současně pracoval na vývoji velkokapacitního zásobníkového vozu s postupným plněním pomocí speciálního rozprostíracího zařízení a soustavou dopravníkových pásů. Souprava těchto vozů měla umožnit odvoz vytěženého materiálu od sanační čističky, případně přísun čistého štěrkopísku.

Spolupráce mezi ČSD a DR se úspěšně rozvíjela v různých směrech již od poloviny 70. let. Od počátečních prací, zaměřených na prostředky diagnostiky koleje, se spolupráce počátkem 80. let soustředila na společný vývoj traťové mechanizace. FEW Blankenburg k ní přispěl projektem unikátního stroje pro zemní práce typu SZP750, na jehož vývoji a výrobě se nadále podílel za ČSD podnik MTH Vrútky a také VÚŽ Praha. Stroj byl pevně spřažen s motorovou lokomotivou DR, která byla jednak trakčním prostředkem při přemísťování stroje, jednak dodávala energii pro pohon jeho pracovní hydrauliky. Pracovním orgánem bylo jednak korečkové těžicí kolo, převzaté z důlních rypadel, jímž se hloubily nebo obnovovaly drážní příkopy, jednak mohutné pluhu, kterými se upravovaly svahy drážního tělesa. Stroj prokázal, že již obnovením příkopu a odvedením vody z železničního svršku lze výrazně zlepšit stav koleje.

K rozšíření stroje pro zemní práci již nedošlo. Stejný osud postihl i těžkou, rovněž dvoudílnou sněhovou frézu KSF 80 pro sněhové vrstvy vysoké 3 až 5 m.

Dalším zajímavým strojem vyvinutým pro obě železniční správy byla samohybná kolejová vícevřetenová zatáčečka svěrkových šroubů a vrtulí, dodávaná z NDR od roku 1981. Stroj mohl plynule zatáčet i roztáčet nastavitelným krouticím momentem v každém kroku 12 šroubů, které si "vyhledal" na třech následných pražcích.

Po sjednocení Německa byl však tento vývoj přerušen a spolupráce obou železnic přerušena.

Vzájemná spolupráce se postupně začala prosazovat i mezi ČSD a železničními správami v Maďarsku a Polsku, a brzy se rozšířila nejen na stroje, ale na příklad i na zkoušení výhybek na betonových pražcích, na prefabrikované formy pro aluminotermické svařování, nebo na pryžové prefabrikáty pro úrovňové drážní přejezdy. Ty byly pod tlakem rozvoje motorizmu záhy nahrazeny vlastním československým vývojem různých typů přejezdových prefabrikátů.

Kontrola a diagnostika

Železnice, pracující od počátku podle přesných provozních pravidel, se vždy při své činnosti řídila zásadami kvality a bezpečnosti, které v praxi uplatňovala systémem kontrol a měření.

Základním prostředkem kontroly tratí byly a zůstaly až do současné doby obchůzky a prohlídky. U železničního spodku především jarní, a podle potřeby mimořádné prohlídky v místech ohrožených náhlými povětrnostními změnami, zpravidla spojenými se ztrátou provozní odolnosti. Pokud tato kontrolní činnost vyžadovala podrobnější průzkum, používalo se především metod sondáží, obvyklých všeobecně ve stavebnictví. Mnohdy musely být prováděny v provozované koleji a vyžadovaly zvláštní bezpečnostní opatření.

Současně se začaly od počátku 90. let u českých drah postupně rozvíjet a ověřovat nedestruktivní geofyzikální metody. Radiolokační metoda -georadar - vysílá elektromagnetické impulzy do podloží a zaznamenává jejich odraz, závislý na fyzikálních vlastnostech zemin. Seizmické metody zkoumají šíření elastického vlnění horninovým prostředím a stanovením dynamického modulu a Poissonova čísla doplňují informace radarogramu. Odporová metoda měří rozdíly elektrického odporu mezi různými typy horninového prostředí a tíhová metoda měří tíhové pole a charakter rozložení hmot o různé hustotě pomocí gravimetrů.

Uvedené moderní postupy diagnostiky zemního tělesa ještě v současné době nelze pokládat za historii rozvoje železniční techniky. Železnice je zpravidla neaplikuje vlastními prostředky, ale objednává je u specializovaných dodavatelských pracovišť, se kterými je dále rozvíjí.

Rovněž mosty a tunely se u dráhy stále více diagnostikují metodami všeobecného stavebnictví.

Specificky železniční byly vždy metody diagnostiky geometrické polohy koleje. Výšková a směrová poloha se od počátku zjišťovala od zajišťovacích značek klasickými a postupně i moderními metodami geodetického měření. Se zvyšováním rychlostí a zatížení nabyla na závažnosti s ohledem na vzájemné dynamické působení vozidel a koleje. Od rozšíření elektrické trakce důraz na kontrolu polohy koleje ještě vzrostl v souvislosti s polohou trakčního vedení. Na stožáry, a od roku 1995 - 96 do jejich základů, se také začaly osazovat zajišťovací značky.

Vývojem prošlo i měření prostorové průchodnosti tratí dané tzv. průjezdným průřezem, v němž se s dostatečnou vůlí mohou pohybovat ložená vozidla, omezená stanoveným obrysem.

Mechanická měření, využívající různé typy obrysnic, byla od 70. let nahrazována metodou fotogrammetrického měření. Potřebná aparatura, určená především pro měření tunelu, byla koncem 70. let zdokonalena, umístěna do upraveného motorového vozu a v roce 1979 zařazena do provozu u specializovaného geodetického pracoviště v Olomouci. Od roku 1993 je tato činnost zajišťována v Technické ústředně dopravní cesty, která metody měření prostorové průchodnosti tratí dále rozvíjí.

Pozoruhodným vývojem prošlo za dobu existence železnice měření geometrických parametrů samotné koleje, především jejího směru a výšky, rozchodu a vzájemné polohy kolejnicových pásů.

Zpočátku se pro měření geometrických parametrů koleje používaly, a pro místní kontroly rozchodu a převýšení koleje stále používají, ruční rozchodky s libelou. Původní šňůra a dřevěné záměrné kříže byly postupně nahrazovány různými pomůckami a optickými přístroji.

Potřeba zjišťovat základní parametry kontinuálně vedla k jednoduchému tříkolovému vozíku - ruční pojízdné rozchodce, tlačené pracovníkem, která na pruh papíru zaznamenávala měřené hodnoty rozchodu a vzájemné polohy kolejnicových pásů.

Přidáním mikropočítače pro snímání rozchodu a zborcení koleje a pro indikaci překročení mezních odchylek vznikla v 80. letech elektronická pojízdná rozchodka EPR dále vyvíjená ve Výzkumném ústavu železničním. Na tyto práce navázali bývalí pracovníci VÚŽ v roce 1993 v jimi založené firmě Komerční železniční výzkum vývojem ručního měřicího vozíku KRAB.

Rostoucí zatížení koleje vozidly a jeho dynamické působení při zvyšujících se rychlostech vyžadovalo měření pod zatížením. Dva měřicí vozy s mechanickým snímáním a přenosem měřených hodnot pořídila železniční správa od švýcarské firmy Amsler již počátkem 50. let. Při všech svých nedostatcích sehrály významnou roli při řízení činnosti stavebně udržovací služby ČSD. V 80. letech byly již přes pečlivou údržbu v nevyhovujícím technickém stavu a na dovoz moderních měřicích vozů ze západoevropských zemí nebyly prostředky.

Výzkumný ústav železniční zahájil počátkem 70. let společný vývoj měřicího vozu s bezdotykovým snímáním polohy koleje spolu s DR a s uplatněním tamějšího patentu. Moderní měřicí vůz měl pracovat se snímacím systémem, kdy se elektrický signál zrychlení na čidlech měnil dvojí

integrací na signál dráhy. Realizaci znemožnila v tomto případě okolnost, že u nás nebyl k dispozici potřebný integrátor pro provozní použití. Až po dvou desítiletích bylo možno číst v odborném tisku, že daný princip je v zahraničních, např. japonských měřicích vozech běžně využíván.

Za této situace bylo proto nutno vzít zavděk sovětským kontaktním snímacím zařízením vmontovaným do upravených lůžkových vozů z provozu ČSD. Vedle grafického záznamu je elektrický měřicí signál snímačů vyhodnocován v mikropočítači, jehož výstupem jsou i úseková čísla kvality koleje. Vyhodnocovací zařízení bylo výsledkem vývoje specializovaného pracoviště Výzkumného ústavu železničního. Diagnostika koleje se mezitím stala jednou ze základních funkcí nově založeného Střediska provozně technických služeb. To vznikalo postupně během let 1989-90 a brzy prokázalo svou účelnost. V průběhu restrukturalizace se toto pracoviště stalo jednou ze základních složek Technické ústředny dopravní cesty Českých drah.

V polovině 90. let zadaly České dráhy Výzkumnému ústavu železničnímu stavbu moderního měřicího vozu s bezdotykovým snímáním parametrů včetně měření vlnkovitosti a příčného profilu hlavy kolejnice. Efektivnost významné a nákladné investice byla však výrazně snížena časovou prodlevou vyplývající z nedostatku finančních prostředků pro uvedení měřicího vozu do provozu a schvalovacím řízením.

Ve VÚŽ byla vyvinuta rovněž měřicí drezína MD jako nový diagnostický prostředek. Jeho potřeba vyvstala z analýzy požadavků na síti ČD. Drezína měří, zaznamenává a vyhodnocuje rozhodující geometrické parametry koleje. Je od poloviny devadesátých let úspěšně provozována u ČD-TÚDC Hradec Králové.

Neméně důležitým prostředkem diagnostiky se stala kolejnicová defektoskopie. Začínala koncem 50. let ručními magnetickými defektoskopy, v dalším vývoji využívala ruční ultrazvukové defektoskopy čs. výroby a počátkem 60. let ruské ultrazvukové defektoskopy na impulzním principu. Dalším pokrokem měly být sovětské a německé defektoskopy instalované na vozících a obsluhované dvěma pracovníky. V roce 1973 byla zahájena výroba lehkého ultrazvukového defektoskopu KD72, vyvinutého podle zlepšovacího návrhu ČSD ve Výzkumném ústavu železničním. Pro podrobnou kontrolu se kromě toho od roku 1979 využívají univerzální ultrazvukové defektoskopy s obrazovkou DI-5 a DI-6 od polské firmy INCO.

Automatizovat defektoskopickou kontrolu francouzskou defektoskopickou drezínou Matix se nepodařilo. Udržovací stav našich kolejí nezajišťoval

spolehlivou funkci zařízení, informace získané kontrolou byly natolik nespolehlivé, že drezína byla zrušena.

Vyvrcholení

Konec 80. let lze pokládat za vyvrcholení padesátiletého úsilí ČSD o zajištění stavby, rekonstrukcí a údržby železničních tratí cestou technologií a mechanizačních prostředků odpovídajících tehdejšímu, ve světě neobvyklému mimořádnému zatížení naší železniční sítě.

Na kolejích se konečně objevila souprava obnovovacího stroje SUM1000Cs od firmy Plasser a Theurer, pokládaná za vrchol traťové techniky. Také pro tento stroj byly vyrobeny některé komponenty u nás. Složitě zařízení pod sebou plynule snášelo starou kolej, pražce nakládalo na sebe k odvozu, užití kolejnice odsouvalo bokem, urovnávalo kolejové lože, kladlo nové, již předmontované pražce a osazovalo na ně nové kolejnice, uložené předem vedle koleje. Konečnou úpravu a stabilizaci koleje pak zajistila souprava dalších strojů k tomu určených.

Vývoj však pokračoval ve všech směrech mechanizace a automatizace traťových prací. Ke konci 80. let podnik MTH Praha přišel s novým motorovým vozem Delta. Zahájil tím systematický vývoj řady traťových strojů “střední kategorie”, zařaditelných do vlaku, a tedy přepravitelných rychle i na velké vzdálenosti. Od motorového vozu Delta byl kromě zhutňovače šterku mezi pražci ZŠ800 odvozen i vibrátor kolejového lože, urychlující stabilizaci koleje, dále sekačka porostů podél tratí SP93 a již zmíněná měřicí drezína. Unifikační dílů strojů této řady se podstatně racionalizovala a zefektivnila jejich údržba.

Modernizací prošly i stroje lehčí kategorie, nezařaditelné do vlaku (motorový vozík MUV90, sekačka porostů SP92) a malá, přenosná mechanizace, především ruční motorová zatáčečka RMZ90, ruční jednomužná zatáčečka aj. Při dělení kolejnic od konce 70. let byly pomalé pily nahrazovány rychlými rozbrušovačkami.

První známky stagnace se projevily v roce 1990 po změně společensko-ekonomického prostředí. Na železnici začaly rychle klesat přepravní výkony, a tedy i prostředky pro financování prací na kolejové síti. Z minulých let se stavebně udržovací služba železnice pojednou jevila jako “přemechanizovaná”, nákup nových strojů se prakticky zastavil. Od zahraničních firem dovezla dráha ještě některé špičkové stroje drobné mechanizace (zatáčečky šroubů, brusky ap.), na větší stroje se však již prostředky nedostávaly. Poměrně dobrý stav tratí udržovaných pro značné

provozní zatížení a dosažená vybavenost umožnila železnici určitou dobu žít z podstaty.

V průběhu devadesátých let bylo ve VÚŽ vyvinuto a vyrobeno několik strojů a zařízení drobné traťové mechanizace. Za zmínku stojí uvést brusky na hlavy kolejnic a na výhybky typu UBV-1 a UB2. Ve spolupráci s MTH Praha, a.s. je připravováno několik dalších projektů malé mechanizace.

Závěr

Rokem 1990 skončilo období, ve kterém se stavebně udržovací služba železnice musela od základu proměnit, aby dostála na jedné straně požadavkům, které před ní stavěl mimořádný růst zatížení sítě nákladní dopravou, a aby na druhé straně zaměstnání v odvětví odpovídalo i zvyšování nároků na kulturu práce.

Generace inženýrů a techniků, která opouštěla po válce a ještě v padesátých letech školy, si musela záhy osvojit znalosti, o nichž ve škole nic neslyšela, a naučit se řídit kolektivy zcela novým způsobem. Od základu se změnila konstrukce, stavba i údržba koleje i umělých staveb. Paleta dělnických profesí se rozšířila několikanásobně a i když práce zůstávala často stále poměrně fyzicky náročnou, obraz udřených dělníků, pochodujících s kastrůlkem na oběd a s ručním nářadím podél tratě na vzdálené pracoviště, vystřídaly motorové vozy, maringotky, skříňové automobily a vybavené stavební vlaky. Při každé větší opravě vyjíždějí na trať technologické řady strojů v hodnotě několika desítek milionů korun. Mnohé z nich jsou vysoce automatizované.

Zejména výstavba tzv. koridorů urychlila technický rozvoj v konstrukci tratí a staveb. Výrazně se zvyšují požadavky na kvalitu prováděných prací a na prostředky kontroly a diagnostiky. Dožívající, fyzicky i morálně stárnoucí techniku bude nutno nahradit a doplnit dalším technickým výzkumem a vývojem, pro který je třeba vytvořit včas příslušné podmínky.

Literatura:

1. Erben, R.: Železniční svršek, stavba a udržování, 1947
2. Kolektiv autorů: Technická příručka traťového hospodářství ČSD, NADAS 1967
3. Klimeš, F. a kolektiv: Železniční stavby - technický průvodce, NADAS 1980

V Pardubicích, únor 2000

Lektoroval: Ing. Jiří Vlach

ČD TÚDC S13
Hradec Králové

Ivan Konečný a kolektiv

Přínos VÚŽ pro rozvoj železniční dopravy v odvětví sdělovací a zabezpečovací techniky

Klíčová slova: *zabezpečovací technika, sdělovací technika, výzkum, historie.*

Úvod

Historický vývoj železniční dopravy je neoddelitelně spojen s rozvojem prostředků pro řízení a zabezpečení jízdy vlaků. Poválečné období zastihlo sdělovací a zabezpečovací techniku na ČSD v rozdílném stavu rozvoje. Výkonnost sdělovací techniky byla významně podporována postupující automatizací služební telefonní sítě, ke které byly základy položeny již před válkou. V roce 1946 došlo k převedení údržby nadzemních vedení od poštovní správy k organizační složce ČSD a od té doby byla celá železniční sdělovací síť zřizována, rozvíjena a provozována samostatně mimo sdělovací síť čs. spojů a její rozvoj zásadně ovlivňovaly pouze potřeby železniční dopravy.

Zabezpečovací technika v té době setrvala v zajetí minulosti. Nadále se aplikovala jen mechanická, elektromechanická a sporadicky elektrodynamická zařízení. Bez povšimnutí zůstávaly nové směry, které v té době v okolních rozvinutých zemích již umožňovaly rozvoj automatizačních procesů. Důvodem byl, kromě jiného, i nedostatek a rozptýlení kvalifikovaných pracovníků ve všech oblastech - vývoj, projekce, výroba, údržba a provoz.

Ing. Jaroslava Chrásková, absolventka VŠCHT 1958, vedoucí bývalého oddělení 73 VÚŽ

Ing. Václav Chudáček, CSc., nar. 1943, absolvent VŠD 1965, obor bloky a spoje,
pracovník oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky VÚŽ

Ing. Zdeněk Kaufmann, nar. 1941, absolvent VŠD 1963, obor bloky a spoje,
vedoucí bývalého oddělení 71 VÚŽ, nyní pracovník DDC O 14

Doc. Ing. Ivan Konečný, CSc., nar. 1942, absolvent VŠD 1965, obor bloky a spoje,
vedoucí oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky VÚŽ

Ing. Vladislav Kyjovský, nar. 1935, absolvent VŠŽ 1958, obor bloky a spoje,
vedoucí bývalého oddělení 75 VÚŽ

Ing. Zbyněk Macoun, nar. 1934, absolvent VŠŽ 1957, obor bloky a spoje, vedoucí
bývalého oddělení 76 VÚŽ, nyní vedoucí odboru technicko-
obchodního VÚŽ

Pro zlepšení tohoto stavu ministerstva dopravy a průmyslu společně založila v roce 1949 novou projekční a vývojovou kancelář sdělovací a zabezpečovací techniky Signaltechna, vedenou Ing. Chudáčkem. Zde se poprvé soustředili zabezpečovací technici doposud rozptýlení u různých organizací a vzniklo tak první středisko v ČSR pro pěstování

zabezpečovací techniky v dopravě jako vědního oboru. Zde byl vytvořen první projekt dálkového kabelu pro ČSD, první projekt letištního zabezpečovacího (dráhového) zařízení, první projekty elektrických zabezpečovacích zařízení pro ČSD i velké vlečkaře. Zde probíhaly první vývojové práce na světelných návěstidlech pro dopravu, první výzkumné práce na automatických přejezdových zařízeních, na automaticky řízených silničních křižovatkách, atd.

Počátkem padesátých let byly v ČSR zřizovány resortní výzkumné a projekční ústavy, což sice znamenalo zánik Signaltechny, ale také vznik nového Výzkumného a zkušebního ústavu ČSD (později VÚŽD, VVÚŽ, VVÚD, VÚD, nyní VÚŽ). V téže době byl na ČVUT přednášen předmět Zabezpečování železniční dopravy a po vzniku Vysoké školy železniční v roce 1953 (později VŠD, VŠDS, nyní ŽU) byl založen samostatný studijní a vědní obor Zabezpečovací technika s katedrou Bloky a spoje (Prof. Chudáček). V následujících desetiletích pak VŠD a VÚŽ nepochybně pomohly rozvoji zabezpečovací techniky v ČSR - první zejména přípravou odborníků, druhý zejména činností výzkumnou a expertní.

Profil oblasti v letech 1950 - 1989

V prvních letech se činnost VÚŽ v oboru sdělovací a zabezpečovací techniky soustřeďovala do pracovních skupin kolem několika výrazných osobností. V průběhu následujících let pak došlo k postupné specializaci zaměřené na :

- staniční zabezpečovací techniku a její prvky,
- traťovou, přejezdovou a vlakovou zabezpečovací techniku a kolejové obvody,
- přenosovou techniku po vedeních se speciálním zaměřením na interference a ochranu proti korozi, od osmdesátých let pak zaměřenou i na nastupující techniku přenosu dat,
- vř přenosovou techniku,
- spojovací techniku,
- třídící techniku.

Byla úspěšně řešena celá řada výzkumných úkolů systémového charakteru, teoretických a experimentálních prací, návrhů a vývoje nových technických zařízení (z nichž některá neměla v tuzemské železniční technice obdobu a muselo se pro ně vytvářet i nové názvosloví), ověřování některých vlastností dovážených zařízení a v neposlední řadě i řešení závažných problémů v provozu ČSD. Struktura úkolů v jednotlivých skupinách se výrazně lišila zejména nepřímo úměrně rozsahu a kvalitě průmyslového vývoje v dané specializaci. Tam, kde průmyslový vývoj neexistoval nebo byl nevýkonný, byly výzkumné práce dováděny přes etapu vývoje až do provozuschopných funkčních vzorků, zatímco ve specializacích s kvalitním průmyslovým vývojem mohly být práce orientovány zejména na formulaci funkčních požadavků a další činnosti spojené s úlohou zástupce odběratele.

Nalézt řešení, které se prosadilo v železničním provozu, znamenalo v té době nejen vypracovat perspektivní a technicky životaschopné zařízení, ale i překonat hned několik obtížných bariér:

- myšlenkové stereotypy u řídicích i provozních pracovníků zvyklých ze své praxe pouze na mechanická či elektromechanická zabezpečovací zařízení. Reléová zařízení, jejichž základním prvkem bylo předválečné americké relé, se teprve začala dovážet ze SSSR. Za této situace přicházet s řešením, ve kterém jsou v klíčových místech uplatněny bezkontaktní prvky (elektronky, první polovodiče, magnetické zesilovače apod.) bylo velmi odvážné a riskantní. Bylo proto nutno vše vysvětlovat a přesvědčovat širší technickou veřejnost na nespočetných seminářích a konferencích. Základní roli zde sehrála také spolupráce s Vysokou školou železniční, jak odbornou podporou jejich pedagogů, tak výchovou nových specialistů,
- dopady tzv. plánovaného hospodářství, kdy výrobní závody byly řízeny plánem a hodnoceny podle jeho plnění. To se samozřejmě nejsnáze dařilo při plánované výrobě starých, ve výrobě dávno zaběhaných zařízení, kdy nikdo neměl sebemenší zájem komplikovat si život výrobou něčeho nového, naopak všichni se tomu urputně bránili. Proto bylo nutno propracovat zařízení ve výzkumu do nejmenších konstrukčních detailů, takže výsledkem výzkumu bylo zařízení na úrovni budoucího výrobku, které muselo v dlouhodobých provozních zkouškách prokázat svou životaschopnost a odstranit sebemenší pochyby,
- primitivní politické názory založené na myšlence, že nejdokonalejším řešením je všechno dovézt ze SSSR. Velmi často se za tyto názory schovávala vlastní neschopnost a jí vyvolaný alibizmus těch, kteří měli rozhodovací pravomoc.

Přesto se i za této situace podařilo realizovat řadu zajímavých systémových řešení a nových technických zařízení k užitku ČSD. I když se jiná řešení nepodařilo ve větším rozsahu realizovat, bylo dosaženo značného pokroku v rozšíření technických znalostí, které byly následně využívány v dalším výzkumu i řízení provozu, a tak postupně vznikaly skupiny specialistů schopných bez zvláštní přípravy zajišťovat technické podklady z oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky pro rozhodování řídicích orgánů, posuzovat a řešit náhlé problémy v provozu atd. Na tom se podílela řada schopných pracovníků, z nichž je nutné zvláště vyzvednout dvě osobnosti: Prof. Ing. Oldřicha Poupě, DrSc. a Ing. Dr. Jana Viktorina, CSc. Pracovníci ústavu se postupně uplatnili i při řešení technických problémů v rámci mezinárodních železničních institucí (OSŽD, ORE - později ERRI, RVHP), což posléze vedlo k tomu, že byl ústav pověřen výhradním zastupováním ČSD v těchto institucích.

Některé zajímavé výsledky práce oblasti uvádíme dále rozříděné podle jednotlivých specializací či typů zařízení. V souvislosti s uváděnými řešeními byly pracovníkům oblasti uděleny desítky patentů v oboru zabezpečovací techniky i obecné elektrotechniky.

Vlaková zabezpečovací zařízení

V r. 1953 byl ve VÚŽ zařazen první významný státní úkol s cílem vyřešit vlakové zabezpečovací zařízení s přenosem čtyř návěstních informací a přispět tak ke kvalitativní změně v oblasti zabezpečovací techniky u ČSD. V roce 1955 byla předložena a v poloprovozních zkouškách úspěšně předvedena hned dvě řešení liniového přenosového zařízení mezi tratí a vozidlem - první řešení s frekvenčním dělením přenosového kanálu (1000 a 2000 Hz), druhé s frekvenčně impulsním dělením při použití kmitočtu 50 Hz. S vybraným druhým řešením byl zkonstruován celý systém liniového vlakového zabezpečovacího zařízení, charakterizovaný přenosem čtyř (resp. pěti) aktivních pojmů s využitím dodatečně kódovaných kolejových obvodů, jediným impulsním relé v mobilní části, transduktorovým dešifrátorem a kontrolou bdělosti strojvedoucího. Vlakový zabezpečovač byl v letech 1957-1958 podroben provozním zkouškám, v roce 1960 (po vyřešení problémů s určením výrobce) bylo zařízení schváleno pro provoz, a od té doby je budováno a provozováno na hlavních tratích ČSD s menšími změnami až do dnešních dnů (dnešní označení typ LS-II/IV). V době zavedení šlo o třetí liniový systém na světě (po USA a SSSR) a v řešení byla použita řada nových (v té době vysoce progresivních) prvků a originálních postupů. Pro nezáměr ČSD nebyly ke škodě věci nikdy dovedeny do realizační etapy další části řešení - přenos informace o stupni snížení rychlosti v obvodu stanice, přechod na kontrolu rychlosti, vlakové hradlo, automatické snížení citlivosti přijímače po ztrátě kódu atd.

Jiný kolektiv se od padesátých let zabýval řešením bodového vlakového zabezpečovače v řadě variací. Do podoby vhodné pro poloprovozní zkoušky byla nakonec v šedesátých letech dovedena verze "Zjednodušený bodový zabezpečovač VÚD" pro pokrytí problémů na vedlejších tratích. Přes úspěšně dokončené řešení (včetně vývoje) a kladný výsledek zkoušek nebylo zařízení u ČSD nikdy zavedeno.

V druhé polovině osmdesátých let bylo přikročeno k částečné modernizaci provozovaného liniového vlakového zabezpečovače. Byly modernizovány některé uzly traťové části a obvodově byla zcela nově řešena pod názvem LS 90 mobilní část zařízení. Paralelně probíhaly na ŽZO úspěšné poloprovozní zkoušky švédského bodového systému JZG 700, který měl společně se zařízením LS 90 řešit kompatibilní přestavbu vlakového zabezpečovacího systému ČD na systém s úplnou kontrolou rychlosti. Do realizace byla dovedena pouze část týkající se LS 90, když bylo rozhodnuto o připojení se k programu UIC na evropský vlakový systém ETCS.

Traťová zařízení

Na počátku šedesátých let byl ve VÚŽ připraven do provozu další původní systém, tzv. univerzální automatický blok (UAB), aby nahradil již nevyhovující systém automatického bloku ze SSSR. UAB byl koncipován pro obě trakční soustavy, pro tří i

čtyřpojmový návěstní systém, s důslednou kontrolou návěstních světel, novým typem traťového souhlasu, s fázově citlivými impulsními kolejovými obvody, konstrukcí vysílače i fázového detektoru a dekodéru (KAV, FID) zcela bez impulsních relé a na bázi magnetických zesilovačů, s přejezdovým zařízením s vf superponovaným kolejovým obvodem (ASE) pro anulaci, který odstraňuje nutnost instalace vložených izolovaných styků. Byla pro něj vypracována unifikovaná řada schémat pro zapojení základních obvodů, pokrývající všechny provozované varianty. Po ukončení ověřovacího provozu byl v r. 1966 nasazen souvisle na celé trati Plzeň - Cheb a později byl uplatněn při rekonstrukcích na řadě dalších tratí.

Přejezdová zabezpečovací zařízení

Prakticky souběžně s řešením vlakového zabezpečovače stejný kolektiv připravil moderní koncepci automatického výstražného světelného přejezdového zařízení, které později bylo označeno jako typ VÚD. Toto zařízení je charakteristické impulsními ventilovými kolejovými obvody, které nevyžadují kabelizaci podél trati a nemají impulsní relé, protože vysílání signálu do kolejnic i jeho vyhodnocování a dekodování se děje pomocí magnetických zesilovačů a dalších bezkontaktních prvků. Zařízení je dále vybaveno signalizací poruchového stavu dopravním zaměstnancům i účastníkům silničního provozu, kontrolou návěstních žárovek, kontrolou doby výstrahy i anulace - tedy řadou funkcí, které byly později doplňovány i do všech ostatních přejezdových zařízení. Zařízení bylo hromadně vyráběno a nasazováno od r. 1960 na vedlejších tratích a napomohlo tak řešit nepříznivou situaci v zabezpečení přejezdů ČSD. Později bylo zařízení, v návaznosti na plošné zavádění elektrického vytápění souprav, upraveno i pro tyto situace.

V pozdějších obdobích se oblast podílela i na modernizaci dalších typů přejezdů (zlepšení optických vlastností výstražníků, doplnění pozitivní návěstí, dílčí aplikace elektronických prvků a pod.) a vyvinula a zavedla nový typ přejezdového zařízení – zařízení s přejezdníky (VÚŽ 76).

Staniční zabezpečovací technika

Elektrická (reléová) zabezpečovací zařízení existovala do r. 1950 pouze ve dvou stanicích a byla dovezena od firmy Ericsson. Po r. 1953 byla zahájena výstavba reléových zabezpečovacích zařízení systému SSSR s klasickými relé. Zpočátku byla zařízení montována z kompletně dodaných součástí ze SSSR, později byla výroba potřebných dílů postupně zaváděna v Československu (relé v podniku Elektrosignál, ostatní prvky v AŽD a další). Tyto okolnosti vedly k tomu, že koncepce těchto zařízení byla určována hlavně organizacemi projekčními a výrobními. Oblast se v tomto procesu podílela (zejména od sloučení s PKVP) jednak na roli zástupce odběratele, jednak na technickém řešení dílčích problémů - aplikace

nových reléových a později i elektronických prvků, atd. Postupně, v souvislosti s aplikací nových technologií, vystupovala do popředí koordinační a technická činnost při formulaci základních technických požadavků na staniční zařízení.

Jako nadstavbu zabezpečovacího zařízení řešili pracovníci oblasti diagnostické zařízení DIZ-1, které minimálně zasahovalo do vlastního zařízení a mohlo tak být použito i dodatečně u již provozovaných zařízení. Zařízení zajišťuje centrální měření elektrických veličin s možností tisku naměřených hodnot, kontrolu důležitých napájecích napětí, indikaci svícení návěstidel, volnosti kolejových obvodů, bylo vybaveno tyristorovou pamětí pro zaznamenání činnosti sekvenčních obvodů, racionalizuje a zkvalitňuje předepsaná pravidelná měření a urychluje vyhledávání poruch. Šlo tedy o průkopnické práce v oblasti diagnostiky a zavádění nových metod údržby zabezpečovacích zařízení. Kromě tohoto zařízení byla vyřešena řada speciálních měřicích přístrojů - fázoměry, měřiče impulzních napětí, měřiče izolačního stavu, měřicí čepy pro zjišťování přestavných sil, zkušební šunty atp. Pro opravy byly vyřešeny měřicí stoly, např. stůl M5 pro relé, měřicí stoly pro panely VZ, soubory KAV, FID, ASE, zkušební smyčky pro VZ atd.

Detekce vozidel

Vedle řešení ucelených systémů se oblast zabývala také řešením řady otázek, které vytvářely jak teoretickou, tak praktickou základnu pro činnost odvětví. Typickou ukázkou je problematika kolejových obvodů, kde se VÚŽ postupně stal hlavním pracovištěm pro tento speciální obor. Již v šedesátých letech byly provedeny základní teoretické práce, které byly později včleněny i do vysokoškolské učebnice jako první domácí souhrnné zpracování této látky (včetně originální metody grafického řešení přenosu kolejovým vedením a dalšími prvky kolejového obvodu). Nově byly navrženy kolejové obvody 275 Hz pro oblasti stanic včetně napájecích zdrojů, nové konstrukce stykových transformátorů a dalších prvků.

Originálně byl řešen přenos kódu v oblasti stanic, na obousměrně pojižděných rozvětvených kolejových obvodech, zajišťující spolehlivý přenos při všech variantách jízd za použití kabelové smyčky v kolejišti pro přenos informací na hnací vozidlo.

Již od počátku sedmdesátých let byla v této oblasti uplatňována výpočetní technika. Došlo k přechodu na vlastní originální metody analýzy, vytváření nových metod pro syntézu, na základě rozsáhlého experimentálního výzkumu stanovení přesnějších parametrů kolejového vedení (včetně tolerancí), nalezení explicitního vyjádření šuntové citlivosti a vytvoření originálního systému třídění u rozvětvených kolejových obvodů, výpočty podrobných regulačních tabulek a průkazů bezpečnosti atd. Experimentálně byly prokázány na tratích severočeského regionu, silně znečištěných uhlím, izolační stavy $0,1 \Omega\text{km}$, tj. 10 % normované hodnoty, a i pro tyto stavy byly (i ve spolupráci s VŠD) navrženy funkční kolejové obvody.

S nástupem polovodičové regulace hnacích vozidel se pracovníci oblasti aktivně účastnili mezinárodní spolupráce v rámci ORE při analýze vlivů na kolejové obvody. U nás proběhl experimentální výzkum, byla stanovena jednotná měřicí metodika, stanoveny meze rušivých harmonických složek pro hnací vozidla. Pro hnací vozidla ČSD byly stanoveny zásady pulsně šířkové regulace tažné síly na pevných kmitočtech 33 1/3 Hz, 100 Hz a 300 Hz, které (dokonaleji než v zahraničí) řešily vlivy moderních hnacích vozidel stejnosměrné trakční proudové soustavy 3 kV a tyto zásady byly plně respektovány domácím průmyslem. Jejich důslednou aplikací při konstrukci všech hnacích vozidel předešly ČSD řadě problémů s kompatibilitou, jež musely nákladně řešit jiné dráhy.

Analogické práce byly provedeny při řešení vlivů elektrických topných agregátů vozidel nezávislé trakce a vlivů ostatních elektroenergetických zařízení provozovaných ČSD i ČEZ. V normách byly zakotveny limitní velikosti dovolených vlivů, vyhrazená kmitočtová pásma pro kolejové obvody atd.

S výjimkou některých starších přežívajících typů kolejových obvodů z dovozu byly všechny dnes u ČD provozované kolejové obvody vyvinuty na tomto pracovišti.

Paralelně s kolejovými obvody byla ale věnována pozornost i dalším – bodovým – prostředkům pro detekci vlaku včetně počítačů náprav. Pro provoz na ČSD byly vybrány a zavedeny provozuschopné systémy, zatím co systémy nekvalitní byly po důkladných rozborech odmítnuty.

Aplikace elektronických prvků v zabezpečovací technice

Od sedmdesátých let byla systematicky zkoumána možnost využívání a rozšiřování škály elektronických prvků vhodných pro bezpečnostně relevantní obvody zabezpečovací techniky. Na základě těchto prací byla vyvinuta a zavedena do výroby řada elektronických zařízení. Tak např. na bázi bezpečného hladinového čidla byly realizovány zdroje malého a středního výkonu pro bezpečné napájení nových kolejových obvodů 75 a 275 Hz (řady BZB, BZS) a elektronický kodér EK-1, kterým byla významně inovována traťová část liniového vlakového zabezpečovače. Pro obecnější náhradu impulsně pracujících relé byla vyvinuta řada tyristorových spínačů TyS. Byla vyřešena diagnostická a přenosová zařízení pro dálkovou diagnostiku traťových a přejezdových zařízení (MUZA, DIZA). Byly řešeny zdroje řady BZY a přijímač DBP.

V druhé polovině osmdesátých let probíhající práce na inovaci mobilní části vlakového zabezpečovače LS 90 vedly k široké aplikaci diskrétních a integrovaných elektronických prvků do bezpečnostně relevantních obvodů. Výsledkem bylo, v porovnání s původním zařízením, plně elektronické zařízení s jediným - výstupním - relé, výrazné snížení rozměrů, váhy, spotřeby a nároků na cyklické opravy. Pro METRO byly podobnými

prostředky řešeny elektrické úpravy vlakového zabezpečovače ARS pro zvýšení odolnosti proti zjištěnému rušení signály HDO.

Od poloviny osmdesátých let byla pozornost věnována bezpečným aplikacím mikroprocesorových systémů v zabezpečovací technice. Na základě těchto prací byla realizována první aplikace této nové technologie v bezpečnostně relevantních obvodech v domácí zabezpečovací technice - přenosové zařízení ZPI 90 a následně přenosové zařízení MUZA-PROCESOR. Stejnou technologií byla vyřešena i bezpečná časovací jednotka CJM, využívaná jak ve staniční, tak přejezdové technice.

Sdělovací vedení

Od druhé poloviny padesátých let byla oblast sdělovací techniky výrazně ovlivněna novým fenoménem - elektrizací tratí. Mezi problémy, které přinesla, patřilo zejména ohrožení železničních sdělovacích vedení vlivy elektrické trakční soustavy. Stejnoseměrná trakční soustava ohrožovala tato vedení především bludnými proudy, zatímco pro jednofázovou střídavou trakční soustavu byly typické nežádoucí indukční vlivy, které se projevují jako nebezpečné a rušivé účinky na tato vedení.

Proto se oblast zabývala výzkumem korozních vlivů trakčních napájecích systémů na souběžná úložná zařízení a konstrukce, problematikou náhrady nadzemních vedení na nově elektrizovaných tratích úložnými kabely a problematikou interferenčních vlivů. Opatření pro ochranu kabelů proti korozi bludnými proudy byla zaměřována jak na omezení vzniku bludných proudů, tak na omezení účinku bludných proudů (pasivní, aktivní ochrana kabelů a jejich kombinace). Bylo třeba vyhledávat vhodné kabelové konstrukce s příslušnými ochrannými obaly, projednávat s výrobcem technické požadavky, a to jak v oblasti železničních dálkových kabelů, tak i v oblasti železničních kabelů místních. Zkoumání interferencí poskytlo obecný přehled o vzniku a mezích nebezpečných a rušivých vlivů trakčních vedení na železniční sdělovací vedení a o způsobech jejich ochrany. Byla vypracována řada norem (i státních - zejména ČSN 34 2040 "Ochrana sdělovacích a zabezpečovacích zařízení proti vlivu elektrické trakce 25 kV, 50 Hz" si zachovala dlouholetou platnost), směrnic a dalších předpisových dokumentů pro kodifikaci nových pravidel k bezpečnému provozu dopravy a podpůrných technických zařízení.

Radiotechnika

Již v padesátých letech probíhaly první pokusy o mobilní radiotelefonní spojení posádky jedoucího vlaku s řídicím personálem tratí. Skupina pracovníků se zabývala výzkumem dlouhovlnného radiového spojení podél tratí s nadzemním vedením, využívaným jako vlnovodné prostředí. Očekávaný nástup elektrizace tratí však vedl k opuštění této koncepce a k zájmu o komunikaci v pásmu VKV.

Součástková základna, kterou měl tuzemský výrobce k dispozici, neumožňovala dosáhnout v obtížném prostředí železničního provozu požadovanou spolehlivost, a ověření prvního nasazeného systému DMZ80 na trati Praha - Kolín skončilo neúspěchem. Mobilní radiostanice, po úpravách na simplexní provoz (navržených ve VÚŽ) pak řadu let dosluhovaly v radiových sítích spádovišť. Prvním úspěšným završením spolupráce s domácím průmyslem bylo až v roce 1969 uvedení dispečerského traťového radiového systému typu SELEX v pásmu 160 MHz do provozu na dispečersky řízené trati Plzeň - Cheb.

Postupně dochází také k nárůstu radiových zařízení pro podporu dopravních technologií ve stanicích a budování traťových radiových sítí. Problematika vysokofrekvenčního rušení vyžaduje nejen opatření k ochraně veřejných zařízení před vlivem jednofázové trakce a stejnosměrné trakce, ale i vlastních zařízení sdělovací a zabezpečovací techniky dráhy, včetně vlastního elektronického vybavení hnacích vozidel. Dokumentem zásadního významu pro systematický rozvoj radiofikace železničního provozu se staly Technické zásady pro projektování radiových sítí pohyblivých železničních služeb v rozsahu metrových a decimetrových vln. Dominantní náplní vývojových a konstrukčních prací se v tomto období staly doplňky pro kapesní radiostanice, umožňující jejich použití jako vozidlové radiostanice hnacích vozidel ČSD.

V osmdesátých letech vzniká ve spolupráci s oblastí lokomotivního hospodářství řešení dálkového rádiového ovládání lokomotiv na vlaku, jehož realizovaným výsledkem je ovládání lokomotivy při přisunu na svázný pahrbek.

Rozsáhlejší realizaci tuzemského traťového rádiového spojení v pásmu kmitočtů 160 MHz však záhy zablokoval evropský koncept traťových radiových systémů, formulovaný v doporučení UIC 751-3, kterým bylo pro účely traťového rádia určeno pásmo 450 MHz. V tomto frekvenčním pásmu neměl tuzemský výrobce technologické předpoklady pro zvládnutí výroby. V roce 1991 byla uzavřena smlouva mezi VÚŽ, jako koordinačním pracovištěm projektu, a bývalým státním podnikem TESLA Pardubice na vývoj traťového rádiového systému TRS, splňujícího požadavky mezinárodních doporučení i specifických potřeb provozu ČSD. V červenci 1993 byl v privatizované části podniku TESLA Pardubice (HTT Tesla) provozním ověřením na trati Pardubice - Hradec Králové úspěšně ukončen vývoj traťového rádiového systému TRS, který se stal nejúspěšnější aktivitou VÚŽ v oblasti rádiové techniky. Do konce roku 1999 bylo systémem TRS vybaveno více než 2000 km tratí a čtvrtina hnacích vozidel ČD.

Spojovací technika

Kabelizace tratí otevřela nové možnosti pro rozvoj infrastruktury drážních telekomunikačních sítí. Probíhá intenzivní automatizace telefonní i dálkopisné sítě, při níž VÚŽ plní především funkce zástupce odběratele a koordinátora systémového řešení sítě.

V sedmdesátých letech je oblast vedoucím pracovištěm pro technickou a funkční specifikaci telefonního spojovacího systému II. generace s křížovými spínači pro tzv. podnikové sítě. Telefonní ústředny řady UK-P vyvinuté v tehdejšímu podniku TESLA Liptovský Hrádok podle těchto specifikací, vytvořily předpoklad pro komplexní rekonstrukci služební telefonní sítě ve všech jejích úrovních a zvýšení kvality především v meziústřednovém provozu. Koncem osmdesátých let dochází k zavádění elektronických analogových telefonních ústředen UE - P nižšího kapacitního rozsahu, jako náhrady za zastaralé systémy I. a II. generace v síťové úrovni podružných a koncových ústředen.

Funkce zastupování odběratele znamenala při těchto akcích formulaci funkčních požadavků, sjednávání technických podmínek, organizaci ověřovacích provozů nových zařízení, řešení problémů souvisejících s nasazováním nové technologie do síťového okolí elektromechanických spojovacích systémů a velký rozsah drobných prací charakteru servisní činnosti pro aktuální potřeby železničního provozu. Podobné platilo i při zavádění nových typů telefonních zapojovačů, dispečerských zařízení, informačních systémů pro cestující, rozhlasových zařízení, zařízení požární signalizace a dalších. Pro spádoviště bylo vyvinuto speciální pracoviště dispečera k ovládání komunikačních zařízení spádoviště.

Přenosová technika

Náhrada nadzemních vedení kabelovými okruhy si vyžádala řadu experimentálních prací při ověřování a zavádění nových přenosových zařízení. Kromě hromadně nasazovaných zařízení východoněmecké provenience VZ/V 12/24 to byl i ověřovací provoz prototypových zařízení TESLA Strašnice s PCM TESLA KPK 32 a MPK 32 a unikátní nasazení stodvacetikanálového švédského systému ZAC 120 T.

Osmdesátá léta jsou charakterizována nástupem výpočetní techniky a jejích požadavků na telekomunikační prostředí. Již na konci sedmdesátých let se začaly vytvářet terminálové sítě pro řešení jednotlivých úloh operativního řízení a provozní evidence v nákladní dopravě. Oblast při tom poskytovala technickou podporu řešení aplikace oblastí dopravy a přepravy, vytvořením a testováním komunikačních cest, zaváděním prostředků pro přenos dat po dálkopisné a telefonní síti a zajišťováním ověřovacího provozu aplikací.

Rozvíjí se aktivní účast na vědeckotechnických pracích výzkumného programu zavádění výpočetní techniky a matematických metod v dopravě zemí RVHP. Oblast se podílela na řešení řady mezinárodních projektů, z nichž nejvýznamnější byla Koncepce jednotného systému přenosu dat (JSPD) pro integrované řízení doprav členských zemí RVHP, z něž byl následně v r. 1974 formulován JSPD ČSD. VÚŽ se stal nositelem této koncepce a koordinátorem při zadávání rozvojových studií SUDOPu a realizaci jednotlivých staveb, naplňujících koncepční rámec JSPD.

Technika přenosu dat

Prudký rozvoj datových terminálových sítí a rodící se datová síť s komutací paketů v druhé polovině osmdesátých let směřovaly činnosti při zastupování odběratele k ověřování a zavádění modemů a síťových komponent nově vznikající datové sítě ČSD.

Dostupnost mikroprocesorových stavebnic a technologických systémů motivovala pracovníky oddělení drátové sdělovací techniky k vývoji vlastních mikroprocesorových aplikací, z nichž nejvýznamnější byla patentovaná řešení dálkově programovatelného automatického vysílače dálkopisného zkušebního textu a mikroprocesorový měřič dálkopisného zkreslení. Na bázi nastupujících šestnáctibitových technologických počítačů pak byl vyvinut diagnostický systém pro dálkopisnou ústřednu DAU 62, jehož prototyp byl instalován v Chebu a Koncentrátor dálkopisných okruhů, instalovaný v Berouně. Vzhledem k překotnému vývoji na poli mikroelektronických aplikací a hospodářským a politickým změnám v Československu však k masovému nasazování těchto zařízení nedošlo.

Součástí naplňování koncepce JSPD byla i komplexní modernizace analogové dálkopisné sítě digitálním spojovacím systémem švýcarské fy ASCOM HASLER, umožňující propojení dálkopisné a datové sítě a nabízející řadu uživatelských služeb nové generace digitálních technologií. Síťové řešení dálkopisné sítě, které oddělení drátové sdělovací techniky v přípravné projektové dokumentaci prosadilo, bylo unikátní propojením účastníků prostřednictvím neobsluhovaných koncentrátorů do dvou spojovacích uzlů, dislokovaných v Praze a Bratislavě, kde byl také umožněn přechod do datové sítě s komutací paketů podle doporučení CCITT X 25. Přijaté řešení umožnilo překlenutí přechodné fáze převodu datových přenosů z dálkopisné do datové sítě a následná realizace jeho životnost jednoznačně prokázala.

Zavedením dálkopisné digitální sítě nastala éra přípravy digitalizace drážní telekomunikační sítě, k níž ústav přispěl formulací základních technických požadavků na zařízení a služby ústředěn telefonní sítě a opět organizováním ověřovacích provozů a udržováním kontaktu s předními tuzemskými dodavateli této technologie.

Průmyslová televize

Již v šedesátých letech jsou zkoumány možnosti použití prvních systémů průmyslové televize pro potřeby železničního provozu. Aplikace vyžadovaly obvykle přenos signálu na větší vzdálenosti, proto se těžištěm řešení stal úspěšný vývoj širokopásmových videozesilovačů. Od konce šedesátých let byl tento program utlumen pro nedostupnost vyhovujících tuzemských technických prostředků. Po téměř dvacetileté přestávce byl program obnoven a řešení zaměřeno na aplikace sledování konce vlaku, kontrolu čistoty vozů

opouštějících vlečku, diagnostické aplikace (např. vybavení diagnostického vozu trakčního vedení) a instruktážní videozáznamy technologických procesů v dopravě.

Spádovištní zařízení

Stavební uspořádání spádovišť (zejména urychlující sklon směrových kolejí), vzniklých na síti ČSD na počátku 20. století, neumožňovalo bez náročné přestavby kolejiště aplikaci již v zahraničí existujících systémů automatizace spádovišť. Sovětský systém GAC a ARS-GTSS byl po přestavbě spádovišť uveden do provozu pouze v České Třebové a Bratislavě. Pro specifické podmínky spádovišť ČSD byl vyřešen originální systém KOMPAS (komplexní automatizace spádovišť). Systém je stavebnicový a umožňuje dosáhnout různý stupeň mechanizace nebo automatizace třídících prací podle provozního zatížení, velikosti spádoviště a dalších požadavků uživatele. Je také možné realizovat postupný přechod od jednodušších, a tedy i levnějších modifikací k dokonalejším a dražším modifikacím.

Základním prvkem pro ovlivňování rychlosti odvěsů, sjíždějících z pahrbku spádoviště, jsou elektropneumatické kolejové brzdy. Ty byly v rámci řešení systému zdokonaleny, pokud jde o výkon a časové parametry, a byly vyvinuty různé nové typy, jako brzda do oblouku, brzda tíhově závislá a ekonomicky výhodný typ jednokolejnicové brzdy.

Nejjednodušší modifikace automatizuje nastavení brzdného stupně elektropneumatických kolejových brzd podle střední hmotnosti odvěsů. Další modifikace zajišťuje ještě výjezd odvěsů z kolejové brzdy nastavenou rychlostí. Třetí modifikace systému je již komplexním systémem automatického intervalového brzdění odvěsů na zhlaví spádoviště a automatického programového ovládání výhybek. Zajišťuje dojezdy odvěsů na začátky směrových kolejí s předepsanými rychlostmi a upravuje intervaly mezi odvěsy podle místa jejich dělení. Nejvyšší modifikace systému pracuje na principu prostorově rozloženého cílového brzdění a zahrnuje automatizaci intervalového a cílového brzdění odvěsů kolejovými brzdami, automatické přestavování výhybek a dálkové ovládání přísunové lokomotivy.

Nadstavbou systému KOMPAS je systém REPROS - registrace provozních stavů. Zaznamenává důležité provozní stavy technologického procesu regulace rychlosti odvěsů a upozorňuje na poruchy a odchylky od stanovených tolerancí a umožňuje i identifikovat případné nevhodné zásahy obsluhy. Jeho výstupy lze vyhodnocovat statisticky. Systém APRO - automatizovaný přísun odvěsů - umožňuje rozdělení vozové soupravy na odvěsy za klidu na vjezdové koleji a odstraní tak rozvěšování odvěsů před vrcholem pahrbku.

V rámci řešení systému byla vyřešena i řada dílčích zařízení, jako rychloměr a váhoměr, kolejové obvody, rychloběžný elektromotorický přestavník a jeho ovládací sada, napájecí zařízení, sdělovací zařízení, ovládací pulty a další. Systém KOMPAS je v různých modifikacích vybudován na řadě spádovišť.

Pro spádoviště gravitačního typu Praha - Vršovice, s velkým sklonem směrových kolejí, byl vyřešen systém PRAGA, pro který byl úspěšně vyvinut i nový typ kolejové brzdy, která zajišťuje odvěsy i bez dodávky stlačeného vzduchu.

Profil oblasti v devadesátých letech

Do změněných podmínek v devadesátých letech vstupovala oblast z předchozích let vybavena určitými výhodami. Již dlouho nebyla rozpočtovou organizací, a tedy alespoň v určité míře byla zvyklá na to, že je třeba si opatřit smysluplnou práci, za kterou bude někdo ochoten zaplatit, a disponovala širokým kádrem odborně zdatných pracovníků. Přesto potřebovala svou činnost racionalizovat. Změny, k nimž došlo po roce 1989, znamenaly daleko lepší přístup k dříve nedostupným informacím, novým progresivním technologiím v obecné elektrotechnice, informatice a rychle se vyvíjející výpočetní technice, rozšíření mezinárodních aktivit. Znamenaly však také naprosté nedocení vlastního železničního výzkumu ze strany “tržních ideologů” v neustále se měnícím vedení ČSD. Paradoxně se tak po čtyřiceti letech opakovala situace, s níž ústav musel bojovat již při svém vzniku. K tomu je nutno připočítat již leta trvající nejistotu okolo transformace ústavu, jeho dalšího zaměření a kompetencí na pozadí transformačního procesu ČD.

Tyto okolnosti v souhrnu měly negativní vliv na kádrové složení pracovišť, protože zvyšovaly přirozený úbytek pracovníků a bránily přijímání a výchově pracovníků nových - došlo k postupným zásadním změnám celého VÚŽ i oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky. Řada kvalifikovaných pracovníků odcházela za lépe placeným a z jejich pohledu perspektivnějším zaměstnáním. V roce 1995 poklesl stav pracovníků oblasti až na 8 lidí ze stavu 79 lidí v roce 1988. Řada užitečných aktivit musela být zrušena pro nezáměr zadavatelských útvarů bez náhrady a jejich případné obnovení na patřičné úrovni si vyžádá dlouhou dobu a značné vynaložení prostředků, kterých se samozřejmě v dnešní době právě nedostává.

Zbylá část oblasti - prakticky původní oddělení traťové a vlakové techniky - se po roce 1995 pod novým vedením orientovala jen na určité činnosti a na nové zákazníky, protože zadávání úkolů se ze strany ČD radikálně snížilo. V současné době se stav oblasti postupně zvýšil na 11 pracovníků. Nárůst je nutné krýt z důvodu zásadní změny technologie, zejména vlastní výchovou mladých inženýrů, což ovšem lze za dané situace provést jen postupně. Činnost oblasti se stabilizovala a je zaměřena zejména na:

- výzkum zabezpečovacích systémů - spoluprací na vývoji nových zařízení, poskytováním konzultací k řešení nových systémů, spoluprací při aplikaci nových zařízení od jiných drah na podmínky ČD,

- mezinárodní spolupráci v oblasti zabezpečovacích systémů - účast na honorovaných pracích v mezinárodních pracovních skupinách (UIC, EU, ERRI atd.),
- zkušebnictví, které zahrnuje:
 - technické schvalování nových zabezpečovacích zařízení a systémů,
 - laboratorní zkoušky systémů a dílů zabezpečovacích zařízení,
 - ověřování rušivých vlivů, zejména hnacích vozidel, na sdělovací a zabezpečovací zařízení (EMC),
 tedy vesměs činnosti, které jsou honorovány domácím dodavatelským průmyslem nebo ze zahraničí. Ve všech těchto případech se plně využívají poznatky, které byly získány v předchozích letech, kdy bylo dosaženo významného náskoku před výrobní sférou.

Z konkrétních akcí výzkumné povahy v tomto období probíhajících je možné zmínit úspěšnou spolupráci s firmou NKT Dedicom při úpravě, ověření a zavedení optoelektronického bezpečného přenosového zařízení FST a následně elektronického autobloku FELB pro ČD. Dále je to aplikace speciálních kolejových obvodů s vysokým fritovacím napětím firmy Alstom (typ HVITC) vhodných pro podmínky ČD, včetně vyvinutí testovacího přístroje. Rovněž třeba zmínit aplikace indukčních kolejových čidel Honeywell typu Z911 pro zařízení provozovaná u ČD, včetně vyvinutí vlastní levné upevňovací soupravy. Z dalších prací lze jmenovat aplikace nového typu počítače náprav s kompaktními detektory kol typu Siemens-Frauscher (typ AZF), spolupráce se zahraničními firmami na vývoji zcela nových typů počítačů náprav, aplikace přejezdových zařízení typu Siemens ELEKSA 93 a typu BUES 2000 výrobce Scheidt-Bachmann pro podmínky ČD, výzkum a vývoj bezpečného čidla BC-50/96 pro řešení problémů při připojování drenážních zařízení atd. Velký rozsah prací byl věnován řešení problematiky EMC u elektronických zabezpečovacích zařízení. Tyto práce, z velké části financované firmou AŽD, byly dovedeny až do podoby legislativních opatření a praktických návrhů. Jako vedlejší produkt těchto prací byl pro zvýšení odolnosti zabezpečovacích zařízení proti vlivům atmosférických přepětí navržen originální soubor přepětových ochran SPO 94.

V tomto období se pracovníci oblasti účastnili ve větší míře na řadě prací vedených mezinárodními železničními institucemi. Z nejdůležitějších akcí je nutné jmenovat několikaletou velmi aktivní spolupráci na tvorbě specifikací a vývoji některých částí pro evropský vlakový systém (ETCS). Na ŽZO v Cerhencích byl pro tento projekt, mimo jiného, prováděn rozsáhlý porovnávací test prototypů balíz (traťových majáků) všech firem, které se projektu účastní. Obdobně probíhaly a dále pokračují práce v dalších projektech. V rámci projektu Eurointerlocking se pracovníci oblasti velmi aktivně účastní práce na harmonizaci požadavků a tvorbě specifikací evropského stavědla, v rámci projektu LC-TCS (Low Cost Train Control System) na pracích, které v podstatě rozšiřují principy z projektu ETCS na vedlejší tratě.

Pro zkušebnictví byla vytvořena zkušební laboratoř ZL7 (akreditována podle EN 45 001 Českým institutem pro akreditace) pro práce v oblasti zabezpečovací techniky. V rámci technického schvalování, které objemem tvoří významnou část dnešní činnosti oblasti, jsou podrobovány zkoumání prakticky všechny nové zabezpečovací systémy rozhodujících dodavatelů zabezpečovacích zařízení pro ČD (AŽD: ETB, ESA11, ESA22, PZZ-E; Starmon: SZZK). Pro ověřování těchto systémů, využívajících převážně mikroprocesorovou techniku, bylo nutné vytvořit zcela nové postupy. Přitom jsou plně využívány zkušenosti, které pracovníci oblasti nabyli při své vlastní předchozí výzkumné činnosti a mezinárodních aktivitách. Přestože jde o náročné, a z různých příčin i (bohužel zatím) zdoluhavé procesy, po odstranění počátečních názorových nesouladů je na straně objednatelů uznáván význam této činnosti pro zachování patřičné úrovně bezpečnosti zabezpečovacích systémů. Výsledná podoba systémů, které projdou tímto schvalovacím procesem, se v úrovni bezpečnosti dost podstatně liší od podoby, ve které do procesu vstupovaly. Tato skutečnost je pochopitelná vzhledem k překotnému vývoji použitých nejmodernějších technologií a nutnosti sladit vlastnosti zařízení s novými evropskými zabezpečovacími normami. Je potěšitelné, že s malými výjimkami tito rozhodující domácí dodavatelé a všichni zahraniční dodavatelé využívají služeb laboratoře ZL7 a neuchylují se k obejití (díky nevhodně formulovaným legislativním opatřením) tohoto náročného procesu prostřednictvím institucí nemajících pro tento typ práce předpoklady.

V rámci činnosti zkušební laboratoře jsou prováděna i všechna měření EMC nových a rekonstruovaných hnacích vozidel pro použití na ČD i pro zahraniční zákazníky. K těmto měřením je s výhodou využíván Železniční zkušební okruh, který je součástí VÚŽ. Dále jsou prováděny na objednávku typové zkoušky a testy zařízení, prvků či dílů pro zabezpečovací techniku, které se přímo nepodílí na bezpečnosti zabezpečovacích zařízení, ale je nutné je ověřit s ohledem na vhodnost jejich zavedení u ČD. Tak např. jsou ověřovány hermetické bezúdržbové akumulátorové baterie, speciální dobíječe, diagnostická zařízení pro zabezpečovací techniku, které jejich výrobci hodlají uplatnit u ČD. I v těchto případech je možné prokázat, že obejití zkoušek se v provozu ČD vymstí v podobě zbytečně vysokých provozních nákladů, nutnosti dodatečně zařízení rekonstruovat, atd.

Kromě těchto činností oblast přímo na objednávky dodává nebo poskytuje servis k některým menším funkčním celkům (přenosové zařízení MUZA-PROCESSOR94, digitální fázoměry DMF93, atd.), jejichž kompletace či kusová výroba zůstala zachována.

Již před rozpadem republiky došlo k omezení možností studia na VŠDS v Žilině. Pro výchovu odborníků v oboru železniční zabezpečovací techniky byla v r. 1991 navázána spolupráce mezi katedrou telekomunikační techniky elektrotechnické fakulty ČVUT Praha a oblastí při zajištění výuky v oboru železniční zabezpečovací techniky. Pro kompetenční problémy byla v r. 1994 výuka utlumena, protože na několika školách vznikly dopravní

fakulty, do kterých měla být převedena veškerá výuka dopravních disciplin. Od r. 1995 se pracovníci oblasti podílí na zajištění výuky zabezpečovací techniky ve studijním oboru “Dopravní elektroinženýrství” na elektrotechnické fakultě Západočeské univerzity v Plzni a ve studijním oboru “Dopravní infrastruktura - elektrotechnická zařízení v dopravě” na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice.

Závěr

Všechny oblasti elektrotechniky se nyní až překotně rychle rozvíjí. Aktivní sledování těchto trendů vyžaduje kvalifikaci, zkušenost a účelnou spolupráci se zahraničními partnery. Vyžaduje ovšem také dostatek zdrojů a prostoru.

Za prioritu dneška považujeme spolupráci v rámci evropské dopravní soustavy, do které ČD musí patřit. V našem oboru jsou hlavními aktuálními úkoly :

- evropský vlakový systém (ETCS) včetně radioblokových ústředěn (RBC),
- evropský železniční radiotechnický systém (GSM-R).

Bez těchto systémů se ČD neobejdou a nelze dále ztrácet čas. VÚŽ je připraven se těmito úkolům věnovat výzkumně, zkušebnický i účastí při zavádění do provozu. Pro ČD je nebezpečné zaostávat za železnicemi EU, ale i za polským PKP, maďarským MÁV i dalšími. Těmito zařízeními musí být v relativně krátké době vybaveny alespoň koridorové tratě a nelze zde nadále postupovat nekoncepčně a nekvalifikovaně. Pokládáme za nutné neodkladně vyjasnit řízení všech složek ČD (včetně výzkumu) tak, aby k zaostávání v budoucnu nedocházelo. Je nutné poskytnout nezbytné prostředky pro výzkum, aplikaci, realizaci a další činnosti. Časté odkazy na nedostatek prostředků jsou v těchto případech pouhé výmluvy, protože je zřejmé, jak draho by se za dnešní “nedostatek” prostředků zaplatilo v budoucnu.

Dále je nezbytně nutné upřesnit a zprůhlednit postavení výzkumné oblasti v rámci odvětví sdělovací a zabezpečovací techniky, vztahy k ostatním článkům odvětví, vyjasnit kompetence a zajistit oporu vedení odvětví pro důsledné uplatňování bezpečnostních kritérií a hledisek. Pracovníci oblasti za to nabízejí své zkušenosti, pracovní schopnosti, kvalitní výsledky i efektivní hospodaření s vloženými prostředky.

V Praze, únor 2000

Lektoroval: Prof. Ing. Josef Kvasil, DrSc.

ČVUT Praha

Spolehlivost, životnost a exploatační vlastnosti materiálů a částí železničních kolejových vozidel a tratí

Klíčová slova: *výzkum, zkušebnictví, železniční doprava, konstrukční materiály, historie.*

Úvod

Železniční doprava je bezesporu rozsáhlou a závažnou oblastí činnosti lidského společenství, která ve svých důsledcích ovlivňovala, a zajisté i v současné době ovlivňuje, život každého z nás.

Efektivní realizace této činnosti se neobejde bez aplikace výsledků řady vědních oborů a bez, tak říkajíc, vlastní vědeckovýzkumné a zkušebnické činnosti svázané na straně jedné přímo s železničním provozem, a na straně druhé s výrobní sférou.

Každá oblast lidské činnosti má svoji historii, každý nový objev, nové řešení problému navazuje na výsledky práce předchozích generací. Nejinak je tomu i v případě železničního výzkumu a zkušebnictví, v tomto případě materiálového.

Ing. Jan Kout, CSc., nar. 1940. Absolvent VŠD Žilina 1963, obor konstrukce kolejových vozidel. Vědecká hodnost získána v r. 1987. Zaměřen na problematiku mechaniky kontinua, materiálového inženýrství a zkoušení materiálů. Zaměstnán v ČD-VÚŽ, vedoucí oblasti materiálů a technologie a technický vedoucí Zkušební laboratoře ZL 8.

Miroslav Červený, nar. 1930. Absolvent Vyšší průmyslové školy chemické v Kolíně, 1950. Zaměstnán v ČD VÚŽ do r. 1997. Zaměřen na analytiku anorganických materiálů, zejména kovů a na materiálový výzkum železničních součástí z litiny a barevných kovů a na třecí materiály brzd kolejových vozidel. Nyní externí pracovník oblasti materiálů a technologie VÚŽ.

Ing. Karel Kočí, nar. 1965. Absolvent VŠDS Žilina 1988, obor kybernetika v dopravě a spojích. Zaměřen na problematiku spolehlivosti a životnosti konstrukčních celků železničních kolejových vozidel a únavu materiálů. Zaměstnán v ČD VÚŽ, vedoucí Dynamického zkušebního stavu a technický vedoucí Zkušební laboratoře ZL 15.

Již v druhé polovině minulého století věnovaly evropské železniční správy (francouzská, německá, italská, rakousko-uherská) železničnímu zkušebnictví, a zvláště zkoušení materiálů, značnou péči. Po vzniku ČSR dne 27. 1. 1919 bylo zřízeno v Brně při ředitelství ČSD, výnosem č. 171 Ministerstva železnic, oddělení IX. Jeho hlavním úkolem bylo přejímání a zkoušení hmot a hmotnin používaných u ČSD. Toto oddělení mělo 4 skupiny, z nichž první 3 zajišťovaly objednávání, přejímku materiálů a jejich zkoušení u dodavatelů a skupina 4. prováděla zkoušení materiálů ve vlastních laboratořích (laboratoř mechanického zkoušení, chemická laboratoř a pomocná dílna pro zhotovování laboratorních vzorků) a rovněž výzkumnické práce, jimiž se řešily nejrůznější problémy železniční praxe, související s jakostí materiálů.

Po mnoha změnách a dílčích úpravách náplně práce této původní složky ČSD byl zřízen v r. 1950 Výzkumný a zkušební ústav ČSD (VZÚ ČSD) se sídlem v Praze 16, ul. Ke sklárně 2587. Tento ústav se již členil na 5 pracovních úseků. Jedním z nich byl i úsek výzkumu a zkoušení materiálů.

Zajímavostí je, že v této lokalitě bylo realizováno zkušebnictví již vlastně od roku 1940, kdy byla zkušební činnost oddělení D Ředitelství státních drah (původně, v r. 1936, z Brna přestěhované výše zmíněné oddělení IX) přemístěna z několika provizorních pracovišť do nově postavené budovy v objektu bývalých Inwaldových skláren na Smíchově. V této budově byly vybudovány, a na tehdejší dobu moderně vybaveny laboratoře pro zkoušení paliv, maziv a svítiva, pro zkoušení nátěrových hmot, textilu, pryže, napájecích vod, kovů a nekovových materiálů.

Po dalších změnách názvů, organizačních struktur, dislokacích apod., byl v r. 1972, po opětovném rozdělení problematiky kolejové a ostatních druhů doprav, zřízen z původního VZÚ ČSD, Výzkumný ústav železniční se sídlem v Praze.

Odečteme-li válečné období, měly v této době (v době vzniku VÚŽ) výzkum a zkoušení materiálů již za sebou vlastně 48 let „života“.

Ing. Martina Sainerová, nar. 1944. Absolventka VŠCHT Praha 1969, obor makromolekulární chemie. Zaměřena na problematiku prvků z polymerních materiálů v konstrukci železničního svršku a spodku. Do r. 1994 zaměstnána v ČD VÚŽ, nyní v ČD TÚDC, S 13.

RNDr. Jan Švanda, nar. 1945. Absolvent Univerzity J. E. Purkyně Brno 1967, obor hydrogeologie. Zaměřen na problematiku ochrany podzemních vod a jejich zdrojů. Do r. 1999 zaměstnán v ČD VÚŽ, nyní v Centru dopravního výzkumu Brno.

Základním důvodem pro založení pracoviště, které se zabývá výzkumem a zkoušením materiálů pro ČSD resp. ČD, byla od samého počátku snaha o zajištění bezpečnosti a rozvoje kolejové dopravy a možnosti kontroly jakosti materiálů a technologií, používaných při jejich výrobě.

Dalším důvodem pro existenci *drážního pracoviště*, zabývajícího se materiálovými problémy železničního provozu, byla snaha i nutnost zkoumat příčiny selhání a destrukcí částí kolejových vozidel a železničních tratí. Na otázku proč *drážního pracoviště*, dává odpověď charakter, mnohotvárnost a složitost železničního provozu. K naplnění výše uvedených snah je třeba, kromě splnění základní podmínky hlubokých a odborně fundovaných znalostí o vlastnostech materiálů a jejich výrobě, i specifických znalostí jejich vhodnosti a exploatačního využití v podmínkách železniční dopravy. Toto může zajistit pouze pracoviště bezprostředně vázané na železniční provoz a tým pracovníků, kteří kromě své odborné erudice jsou plně obeznámeni s podmínkami provozu. Proto je, ve svých důsledcích, velmi problematické suplovat tuto činnost nedrážními institucemi, byť i renomovanými, nebo dokonce ponechat tuto problematiku na výrobcích (ať již materiálů, kolejových vozidel nebo prvků železničních tratí).

Během doby se materiálová problematika v železniční dopravě, representovaná oblastí materiálů a technologie Výzkumného ústavu železničního, postupně vyvíjela od materiálového zkušebnictví až po komplexní pojetí této problematiky, zahrnující v sobě teoretický a experimentální výzkum materiálů a provozních hmot, standardizaci, řešení poruch a provozních selhání, renovace, nedestruktivní metody zkoušení materiálů, stanovení životnosti a spolehlivosti konstrukčních částí a celků kolejových vozidel a železničních tratí, a také ekologické problémy plynoucí ze železničního provozu.

Kovové materiály

Výzkum v oboru kovových materiálů, který se ve svých počátcích zaměřoval na ožehavé problémy parní trakce, přenesl později své těžiště na problémy železniční vozby, rozvíjející se trakce motorové a elektrické.

Z řady úspěšně vyřešených úkolů, jejichž výsledky byly realizovány, posunuly práh vědění kupředu a přinesly nemalé úspory, jmenujme tyto:

- Komplexní úkol, jehož výsledkem byl návrh nejvhodnějšího materiálu kluzných vozových ložisek a náprav a technologie nalisování železničních kol s cílem snížit počet lomů

vozových náprav; renovace čepů náprav vozových dvojkolí navážením elektrickým obloukem pod tavidlem.

- Zjištění kritérií a mechanismu průběhu horkoběžnosti ložisek železničních vozů až do kritického destrukčního stavu stanovení provozních teplot pro nastavení indikátorů horkoběžnosti.
- Výzkum dynamických vlastností a strukturálních změn v ocelích pro železniční součásti namáhané rázy. Sledování příčin poruch součástí železničních vozidel únavovými lomy.
- Lomovitost nosných listových pružnic a stanovení jejich funkční životnosti s obecnou specifikací a kategorizací příčin vzniku lomů.
- Příčiny poruchovosti a životnosti prstencových pružin a nárazníků.
- Krátký brzdový špalík 320 mm pro provoz ČSD.
- Výzkum brzdového špalíku P 14 z fosfornaté litiny, jeho odzkoušení v provozu ČSD a zavedení do provozu.
- Ověření podmínek použitelnosti fosfornaté litiny pro další typy brzdových špalíků.
- Nové materiály třecích brzd pro osobní vozy.
- Provozní a životnostní zkoušky brzdového obložení a kotoučů, kotoučových brzd osobních vozů.
- Renovace částí kolejových vozidel a železničních tratí navařováním.
- Stanovení technické životnosti vybraných součástí podvozku Y25 Cs.
- Výzkum životnosti nárazníků a tahadel podle předpisů UIC a materiálový rozbor příčin porušení.
- Stanovení životnosti materiálů částí železničních vozů.
- Teoretické aspekty problematiky spoje kotouč (hvězdice) – obruč hnacích kolejových vozidel ČSD.
- Úprava nářádel s vyšší absorpční schopností pro použití u vozidel ČD.
- Stanovení kritérií pro určení životnosti materiálů v zušlechťeném stavu pro pružící elementy železničních kolejových vozidel.

Plastické hmoty

Úkoly z oboru plastických hmot a pryže v železniční dopravě vycházely nejprve z požadavků a snahy nahradit novými hmotami úzkoprofilové a málo dostupné barevné kovy a deficitní materiály vůbec. Když se zjistilo, že nové hmoty mají řadu funkčních vlastností

lepších než jaké jsou běžné u materiálů klasických, řešilo se jejich využití i pro konstrukci se zvláštním zřetelem ke zkvalitnění údržby vozidel a zařízení.

Postupem času, po překonání neochoty výrobců dodávat technické součásti málo atraktivní pro výrobu, a také nedůvěry a opatrnosti uživatele, došlo i k postupnému zadávání a řešení úkolů v této sféře materiálů.

Jedním z prvních úspěšných řešení v oboru plastických hmot a pryže byl výzkum sekundární izolace mezi živé části trolejového vedení a mostní objekty, jehož výsledkem byla izolace z butylkaučukových pasů.

Velmi progresivním materiálem se postupem času staly polymery. V oblasti vývoje železničních kolejových vozidel se aplikační výzkum odehrával především u vlastních výrobců vozidel. Výzkum ČSD se v tomto oboru zaměřil především na využívání nových materiálů v oblasti konstrukce železničního svršku. Výborné vlastnosti tyto materiály předurčovaly nejen pro některé speciální aplikace, ale zejména pro široké použití v koleji. Vedle výhodných mechanických vlastností to byla především velmi dobrá odolnost proti korozi, dlouhá životnost při dynamickém zatěžování i v tvrdých povětrnostních podmínkách, dobrá odolnost vůči ropným produktům a výborné elektroizolační vlastnosti. K těmto všem vlastnostem přistupovala často i nezanedbatelně příznivá cenová úroveň ve srovnání s tradičními materiály.

Již v počátcích 60. let byly v rámci výzkumných prací ověřovány, s velmi dobrým výsledkem, některé součásti z polymerních materiálů v provozované koleji ČSD. Koncem šedesátých let pak byly již v širokém měřítku používány např. plastové hmoždinky do betonových pražců vyráběné z polyamidu (PA 6) plněného skelnými vlákny, plastové regenerační hmoždinky z PA, alkamidové kolejnicové spojky a jiné. Kromě toho byl PA používán i na výrobu některých menších či méně rozšířených prvků, kde však měly mnohdy nezastupitelnou výhodu i jeho výborné kluzné vlastnosti (např. izolační vložky mezi čela kolejnic, pouzdra táhel a spojovacích tyčí výhybek, samojistné matice). Současně s rozšířením betonových pražců u ČSD byly vyvinuty a zavedeny pro běžné používání v koleji polyetylenové podložky pod podkladnice a nové pryžové podložky pod patu kolejnice.

Své uplatnění v koleji ČSD našly i reaktoplasty, tj. vícesložkové materiály vytvrzované po jejich smísení přímo na místě aplikace. Zejména plastbetony na bázi epoxidových pryskyřic doznaly širokého použití již v počátku 70. let, a to především na opravy a při výstavbě betonových staveb (točny, posuvny, jeřábové dráhy, podlévání mostních ložisek), později v mostním stavitelství i jako materiály pro tenkovrstvé hydroizolační systémy. V těchto aplikacích se uplatnila nejen mechanická odolnost

epoxidových plastbetonů, ale i jejich výborná soudržnost se starým i novým betonem a dalšími stavebními hmotami.

Své významné postavení nacházejí zejména konstrukční plasty a pryže i při vývoji nových, moderních typů upevnění. Podkladnicové upevnění s plastovými distančními kroužky, vkládané v posledních letech u ČD zejména do úseků s větším zatížením nákladní dopravou, přineslo další významné uplatnění pro PA 6 plněný sklem, a to při výrobě funkčně velmi zatěžovaného konstrukčního prvku upevnění - distančního kroužku.

Nové bezpodkladnicové typy upevnění Vossloh (Německo) a Pandrol Fastclip (Anglie), vkládané při rekonstrukcích do koridorových tratí ČD, potvrzují stejný trend vývoje i u zahraničních správ tratí. Oba typy upevnění využívají konstrukčních plastů pro funkčně velmi exponované prvky upevnění, přímo ovlivňující spolehlivost i životnost uzlu upevnění. Plastová úhlová vodící vložka v upevnění Vossloh je vyrobena z PA 6 plněného sklem a oba dva izolátory v upevnění Pandrol Fastclip jsou z PA 6,6. V obou uvedených typech upevnění je navíc kladen důraz i na dlouhou životnost pryžové podložky pod patou kolejnice, její výborné elektroizolační vlastnosti a zvýšené pružnostní charakteristiky ve srovnání s podložkami v podkladnicovém upevnění. Nové technologie výroby a typy pryží dokáží zajistit, byť za zvýšených finančních nákladů, i tyto náročné požadavky.

Několika desítkami let prověřená spolehlivá funkce prvků z plastů a pryží dokladuje dnes již nezastupitelnost těchto materiálů v koleji ČD. Požadavek dlouhodobé životnosti a spolehlivosti však těsně souvisí i s dodržením předepsaného technologického postupu montáže. Specifické vlastnosti těchto materiálů předpokládají většinou i speciální podmínky montáže, tedy netradiční přístup firem či pracovníků ČD. Nedodržením parametrů při montáži může dojít k poškození některých prvků upevnění vedoucímu k závadám v koleji a ke snížení životnosti celého uzlu upevnění.

Oleje a plastická maziva

Zkoumání v tomto oboru lze datovat na samý počátek existence materiálového výzkumu a zkušebnictví. Nutno podotknout, že se původně v této oblasti zkoumání řešila i problematika svítiv (směsí ke svícení), jež přirozeným pokrokem postupně zanikala se zaváděním moderních způsobů svícení.

V souvislosti s výše citovanými pracemi, týkajícími se problematiky kluzných nápravových ložisek, byly řešeny i úkoly zabývající se technikou mazání a mazacích olejů. Po postupném přechodu na valivá ložiska ve vozovém a lokomotivním parku ČSD přešlo těžiště

prací v oboru olejů na řešení otázek mazacích olejů pro motorovou trakci. Za zmínku stojí citování úspěšně vyřešených úkolů:

- Provozní ověření životnosti motorového oleje M 9 ADS pro naftový motor K6S 310 DR a 14D40.
- Sjednocení maziv pro motorová trakční vozidla s návrhy mazacích plánů a snížením sortimentu mazacích olejů.
- Tribotechnická diagnostika naftových dráhových motorů obsahující metody zjišťování provozního znehodnocení maziv a opotřebení strojů prostřednictvím maziv.

Problematika mazání valivých nápravových ložisek plastickými mazivy vyvolala výzkumné práce, týkající se komplexního řešení jejich exploatačních vlastností, a v poslední době i jejich posouzení z hlediska ekologického.

Nedestruktivní zkoušení

Výzkum v oboru nedestruktivního zkoušení v železniční dopravě navázal na vývoj vhodných defektoskopických přístrojů, který byl v ústavu započat již v jeho počátcích. Vyvinuté ultrazvukové defektoskopy, rezonanční kolejnicový defektoskop D-3 a impulzový defektoskop D-4 (první tohoto druhu v naší republice) a dodané v počtu dvaceti kusů, po výrobě v ústavu, k dispozici železničnímu provozu, vyvolaly podnět k ustavení samostatné výzkumné pracovní skupiny „nedestruktivní defektoskopie“. Ta se zaměřila nejen na využití ultrazvukové defektoskopie, ale i ostatních metod nedestruktivního zkoušení materiálu všude tam, kde bylo potřeba zajistit bezpečnost železniční dopravy a vyloučit ztráty vznikající z poruchovosti materiálu a součástí kolejových vozidel a železničních tratí.

Byla vypracována řada, dosud platných a používaných, technologických postupů pro nedestruktivní zkoušení kolejnic a jejich svarů, jazyků výhybek, náprav, kotoučů železničních kol, ocelových mostů, drážních dříkových izolátorů, a v neposlední řadě i vypracování souboru technologických postupů pro zkoušení lan lanových drah, včetně katalogu vad lan. Pro tuto činnost byl vyvinut prototyp soupravy defektografu pro lana lanových drah a po jeho ověření byl zaveden v několika kusech do provozu.

Velmi užitečnou a dosud používanou metodikou nedestruktivního zkoušení je metodika na zkoušení hlavních a podpěrných listů pružnic.

Kromě „klasického“ použití a aplikace nedestruktivních metod na zkoušky materiálu a částí bylo předmětem zájmu oblasti materiálu i využití radioizotopů v železničním provozu.

Oblast materiálu byla rovněž pověřena funkcí Ústředního defektoskopického střediska v dopravě, a jako takový metodicky řídil jednotlivá hlavní defektoskopická střediska, prováděl školitelkou a poradenskou službu a vypracovával a zaváděl nové nedestruktivní metody ve všech odvětvích dopravy.

Životnost a spolehlivost konstrukčních celků

Pokrok ve zkušebnictví, vyvolaný celkovým technickým pokrokem, a zvláště pak pokrokem v konstrukci zkušebních strojů vybavených počítačovou technikou, umožnil kvalitativně i kvantitativně vyšší úroveň posuzování životnosti a spolehlivosti nejen samotných materiálů, ale i rozměrných konstrukčních celků a komponentů kolejových vozidel.

Nová situace ve zkušebnictví v podmínkách ČSD nastala po otevření Dynamického zkušebního stavu VÚŽ v Cerhenicích. Dráha tak dostala možnost získat více informací o kvalitě komponentů kolejových vozidel realizací jejich zkoušek na zkušebních strojích, jejichž výkonný a nejmodernější řídicí systém umožňuje simulaci provozních zatížení v podmínkách zkušebny. Tato možnost byla konkrétně dokázána při realizaci řady zkoušek, z nichž uvádíme ty nejzajímavější:

- komplexní zkoušky podvozku Y 25 Lss a jeho modifikací pro různé odběratele po celém světě,
- zkouška rámu podvozku Görlitz V pro modernizaci vozového parku ČD, kdy hlavním cílem bylo posouzení zbytkové životnosti těchto, již řadu let provozovaných podvozků. Navíc bylo třeba posoudit a odhalit případná slabá místa v konstrukci a ověřit odolnost konstrukce proti předpokládanému provoznímu namáhání a v neposlední řadě ukázat závady v technologii provádění rekonstrukce,
- zkoušky nákladního podvozku 26 – 2.8 jako podklad pro rozhodnutí provést rekonstrukci podvozku za účelem výrazného zlepšení chodových vlastností. Bylo třeba stanovit únavovou pevnost v předem vytypovaných uzlech a místech konstrukce a rovněž posoudit rychlost šíření případně vzniklých trhlin ve vztahu ke zbytkové životnosti podvozku.

Ekologické problémy železničního provozu

Koncem 70. let začala být otázka ochrany životního prostředí natolik aktuální, že v rámci oblasti materiálů a technologie byla vyčleněna skupina pracovníků, zabývající se

touto problematikou. I tato skupina úspěšně řešila řadu problémů a výzkumných úkolů, z nichž za zmínku stojí:

- Ochrana vody před znečištěním ropnými a jinými škodlivými látkami.
- Výzkum opatření na ochranu vod v jednotlivých lokalitách ohrožených provozem ČSD.
- Výzkum opatření na ochranu podzemních vod ohrožených ČSD v oblasti Žitného ostrova.
- Výzkum ochrany zdrojů vod ohrožených ČSD v jihočeském, východočeském a západočeském kraji.
- Biologická odbouratelnost maziv.

K nástinu historie tohoto oboru bezesporu patří jmenovat pracovníky, kteří se o jeho rozvoj zasloužili a posunuli hranici vědění o kousek dopředu:

kovové materiály - S. Šibrava, Ing. A. Sklenář, Ing. V. Kohoutek, Ing. V. Baláček, A. Mašín,
F. Heřmanský, dipl. tech., M. Červený, Ing. P. Hudec, Ing. A. Šmíd,
Ing. J. Kout, CSc.

plastické hmoty - Ing. Z. Třešňák, F. Král, Ing. S. Krpcová, CSc., Ing. M. Sainerová

oleje a plastická maziva - Ing. L. Kaválek, CSc., Ing. J. Žák, RNDr. Z. Kissling, Ing. B. Straka, CSc., M. Balhar

nedestruktivní zkoušení – Ing. J. Koutník, Ing. J. Martinec, J. Krejča, Ing. P. Růžička

ekologické problémy železničního provozu – RNDr. J. Huzlík, RNDr. J. Švanda.

Závěr

Za dobu existence železničního materiálového výzkumu a zkušebnictví vyřešil kolektiv řady vynikajících odborníků úkoly, jejichž realizované výsledky přispěly k zajišťování a zvyšování bezpečnosti a hospodárnosti železničního provozu, k rozvoji železniční dopravy a v neposlední řadě k obohacení oboru materiálů a materiálového zkušebnictví. Výsledky úkolů měly samozřejmě i dopad na výrobní sféru.

V souvislosti s úspěšnou existencí železničního výzkumu si autor článku nemůže odpustit vyjádřit přesvědčení, že důvody, které kdysi vedly k založení pracoviště zabývajícího se výše prezentovanou činností, jsou stále aktuální a oprávněné. Bylo by velmi neprozřetelné, a ke škodě železnice, se těchto aktivit zbavit a dále je nerozvíjet.

Literatura

- [1] Kartotéka archivu oblasti materiálů a technologie (08) VÚŽ
- [2] Spazier, R.: „Ústředí pro zkoušení a výzkum železničního materiálu“. In. Zprávy železničních inženýrů, roč. IV., č. 2. Brno 1927
- [3] Kaválek, L.: „15 let Výzkumného ústavu dopravního“. Praha 1969
- [4] Sborník přednášek z mezinárodní konference „30 let železničního výzkumu v ČSSR“. Praha 1980
- [5] Sainerová, M.: „Prvky z polymerních materiálů v konstrukci železničního svršku“. In. Nová železniční technika, roč. 6, č. 4. Praha 1998

V Praze, únor 2000

Eduard Novák, Jaroslav Skala

Přínos železničních zkušebních okruhů k železničnímu výzkumu

Klíčová slova: experimentální základna, železniční zkušební okruhy, velký zkušební okruh, malý zkušební okruh, dynamický zkušební stav, napájení trakčním proudem.

ÚVOD

Rozvoj železniční dopravy v tomto století probíhal vždy v těsném spojení se železničním výzkumem. Každá kvalitativní změna v železniční, resp. kolejové dopravě navazovala na trpělivě získávané výsledky výzkumu.

Modernizace dopravních prostředků a drážních zařízení pro železniční provoz se v současné době stále více musí podřizovat zvyšujícím se požadavkům, které vyplývají z náročných kritérií kladených na rychlost jízdy, bezpečnost, spolehlivost, životnost, ale i pohodlí cestujících a přepravní výkonnost. V integrovaném dopravním systému evropských železnic to pak znamená, že jak na výrobce dopravních prostředků, tak i na provozovatele jsou kladeny daleko vyšší nároky než v minulosti.

Je zcela zřejmé, že jak výrobce, tak i provozovatel musí pro splnění vyšších nároků hledat a využívat dostupných progresivních prostředků, s nimiž je možné dosáhnout v krátkém časovém období vysokého ekonomického a společenského efektu.

Jedním z takových prostředků je i železniční výzkum a jeho výsledky, který je stále ve větší míře orientován na experimentální ověřování vozidel, jejich částí a dalších drážních zařízení na ojedinělých a unikátních zařízeních při využití moderních experimentálních metod a špičkové měřicí a výpočetní techniky.

Ing. Eduard Novák, CSc., nar. 1944, VŠDS Žilina 1967, obor stavba dopravních prostředků a dopravních zařízení. Pracoviště: ČD VÚŽ Praha, experimentální ověřování a zkoušení kolejových vozidel a jejich částí.

Ing. Jaroslav Skala, nar. 1937, VŠŽ Praha, obor železniční stavby - konstrukce železničního svršku. Pracoviště: ČD VÚŽ Praha, provoz a údržba železničních zkušebních okruhů.

Experimentální základna (EZ) Výzkumného ústavu železničního v Cerhenicích, která je pro účely jízdních zkoušek vybavena známými zkušebními tratěmi, VZO a MZO (velkým a malým zkušebním okruhem), bezpochyby k unikátním zařízením patří. Kromě jízdních zkoušek lze na EZ v dynamické zkušebně provádět na speciálním elektrohydraulickém zařízení řízeném počítačem i laboratorní zkoušky z oblasti ověřování životnostních a dynamických vlastností vozidel a jejich částí.

Experimentální základna pak jako celek tvoří významné zkušební centrum dopravní techniky, které se neopomenutelným způsobem podílí na výsledcích železničního výzkumu, zejména v oblasti experimentálních činností.

VZNIK ŽZO

Vznik železničních zkušebních okruhů (ŽZO) je orientován již do druhé poloviny padesátých let. Historicky rozhodujícím okamžikem byla zřejmě šestá konference ministrů železnic a dopravy států dřívějšího východního bloku (tehdy RVHP), která se konala v roce 1959 a zabývala se

potřebou výstavby vhodné experimentální základny pro zkoušení kolejových vozidel a železniční výzkum.

Výstavbu experimentálního zařízení - Železničního zkušebního okruhu - na sebe převzaly tehdejší Československé státní dráhy.

V rámci převzetí odpovědnosti ČSD za výstavbu bylo nutné vyřešit jeden z nejdůležitějších úkolů před zahájením výstavby, a to výběr lokality pro umístění zkušebního okruhu. K vyřešení tohoto úkolu však bylo nutné nejprve stanovit základní rozměry a tvar zkušebních tratí a odtud odvodit parametry projektovaného zkušebního okruhu. K této problematice byla vedena řada odborných diskusí a jednání na nejvyšší úrovni. Výsledkem pak byl návrh parametrů okruhu - bude o něm dále pojednáváno - které perspektivně uvažovaly s možností dosažení rychlosti při zkušebních jízdách až 200 km/h.

Základní parametry konstrukce trati zkušebního okruhu však byly navrženy pro rychlost 160 km/h s vložením dvou přímých úseků o minimální délce 2000 m s dvěma oblouky a celkovou délkou okruhu okolo 13 km a maximálním sklonem trati do 20/00. V tehdejší ČSR byla hledána vhodná lokalita pro výstavbu trati, která by splňovala tyto parametry.

Volba lokality

Pro výstavbu železničních zkušebních okruhů bylo celkem prověřováno šest vybraných lokalit, resp. bylo uvažováno o šesti alternativách, a to:

- a) alternativa Vrútky,
- b) alternativa Velim,
- c) alternativa Jíkev,
- d) alternativa Vraňany,
- e) alternativa Nýřany,
- f) alternativa Diviaky.

Ad a) Zkušební okruh byl navrhován na území nynější Slovenské republiky mezi obcemi

Sučany - Vrútky - Martin v blízkosti hlavní železniční trati Žilina - Košice. Plánovaná trasa navrhovaného zkušebního okruhu probíhala asi z jedné poloviny v málo členitém terénu složeném ze štěrkopísků s nízkou hladinou spodní vody. Tuto trasu přetínala na dvou místech státní silnice první třídy Vrútky - Ružomberok, což vyžadovalo její rekonstrukci s nadjezdy. Druhá polovina zkušebního okruhu by probíhala v prudce stoupajícím pahorkovitém terénu, což by vyžadovalo vybudování dodatečných staveb včetně stavby tunelu.

Ad b) Umístění okruhu bylo navrženo v katastru obcí Sokoleč, Vrbová Lhota, Ratenice a Velim, severně od hlavní tratě Praha - Kolín. Trať je umístěna na území rovinného charakteru s minimálními terénními výstupky, křížuje málo frekventované silniční komunikace Sokoleč - Kluk, Sokoleč - Předhradí, Sokoleč - Velim a Sokoleč - Cerhenice. Tato alternativa představovala minimální nároky na zemní práce a měla výhodu možnosti dalšího rozšíření zkušebních tratí a dostavby kvalitního infrastrukturního zázemí.

Ad c) Navrhovaná trasa byla orientována do katastru obcí Jíkev, Krchleby, Loučeň, Mcely, Mečř, Oskoříněk (okres Nymburk). Severní část trasy by ležela v mírně zvlněném terénu s výškovými rozdíly do deseti metrů, východní a jižní část v rovinném terénu. Navrhovaný okruh by křížoval čtyři silnice nižší třídy s malou frekvencí provozu. Možnost rozšíření okruhu o další zkušební tratě byla omezená a vyžadovala by nákladné terénní úpravy. Připojení okruhu na železniční trať by bylo možné 100 m dlouhou vlečkou do zastávky Jíkev.

Ad d) Trasa okruhu byla navrhována do oblasti Mělnicka v katastru obcí Býkev, Vraňany, Cítov, Vliněves, Brožánky a Hořín. Celý okruh by ležel na labské údolní nivě v rovinném terénu v blízkosti železniční trati Praha - Děčín. Navrhovaný okruh by křížoval čtyři silnice první třídy. Z

hlediska stavebního představovala tato alternativa značné nároky na snesení a přemístění funkčních staveb umístěných v trase okruhu - šterkovna Cítov, letiště Mělník ap.

Ad e) Další návrh předpokládal umístění okruhu v katastru obcí Nýřany, Blatnice, Přebýšov, Záluží, Kotovice, Hoříkovice, Týnec, Zbuch a Uherce. V jihovýchodní části by se přimykala k železniční trati Plzeň - Domažlice a na severu k silnici Nýřany - Ostrov u Stříbra. Trasa byla plánovaná v území kopcovitého charakteru s celkovým výškovým rozdílem až 42,5 m. Připojení okruhu na železniční síť by bylo možné vlečkou na trať Nýřany - Domažlice. Okruh by křížoval šest pozemních komunikací nižší třídy. Tato alternativa však představovala vzhledem k členitému terénu značně investičně náročné a rozsáhlé zemní práce.

Ad f) Poslední alternativa počítala s umístěním okruhu opět na Slovensku, a to v katastru obcí Diviaky, Turčianske Teplice, Dolná Štubňa, Dubové, Veľký Čepčín a Malý Čepčín. Ve východní části by se okruh přimykala k trati Vrútky - Hronská Dúbrava. Trasa byla opět umísťována v území kopcovitého charakteru s maximálním výškovým rozdílem až 57,5 m. Stavební úpravy u této alternativy by vyžadovaly provedení rozsáhlých zemních prací a staveb se značnými nároky na investice.

V průběhu roku 1960 pak bylo rozhodnuto tehdejším Ministerstvem dopravy a spojů ČSR jak o volbě lokality železničního zkušební okruhu (alternativa Velim), tak i o konstrukčních a technických parametrech trati. Na přípravě podkladů ve formě studií, projektů, návrhu technických parametrů i prověření lokalit se podílela celá řada vysoce kvalifikovaných odborníků tehdejšího Výzkumného ústavu dopravního, později transformovaného do nynějšího Výzkumného ústavu železničního.

Z pohledu dosud získaných zkušeností z více než 35letého provozu ŽZO lze jak volbu lokality pro výstavbu zkušebních tratí, tak volbu technických a konstrukčních parametrů tratí hodnotit jako optimální, neuzavírající možnost dalšího rozvoje a modernizace celé experimentální základny.

Výstavba ŽZO

V prosinci 1960 bylo tehdejším Ministerstvem dopravy a spojů ČSR rozhodnuto o etapizaci dvou vzájemně na sebe navazujících staveb experimentální základny.

Byly to:

- a) stavba 1 (I. etapa), která zahrnovala výstavbu VZO pro zkoušení vozidel a zařízení nezávislých na elektrizaci okruhu,
- b) stavba 2 (II. etapa) zahrnovala elektrizaci VZO pro stejnosměrnou a střídavou proudovou napájecí soustavu.

Dodatečně pak byla usnesením vlády ČSR č. 264/64 schválena v květnu 1964 tehdejším ministerstvem dopravy investiční akce označená jako:

- c) stavba 3 (III. etapa), jejíž součástí byla výstavba kratší zkušební trati (MZO) a objektů doplňujících první a druhou stavbu.

V první etapě byla vybudována zkušební trať VZO v délce 13,275 m, pomocné kolejiště s vlečkou do žst. Velim, silniční nadjezdy, lávka pro pěší, osvětlení pomocného a manipulačního kolejiště, reléové zabezpečovací zařízení, sdělovací zařízení a malá provozní budova. Zkušební trať VZO byla pak na základě zřizovacího dekretu č. j. MDS 38 839/62-4/1 z 2.11.1962 uvedena do provozu v červenci 1963.

Druhá etapa výstavby zahrnovala elektrizaci VZO. Bylo vybudováno trolejové vedení speciální konstrukce, které umožňuje napájení buď střídavou proudovou soustavou, nebo stejnosměrnou proudovou soustavou. Stavby druhé etapy byly dokončeny 18.10.1965 a od 14.12.1965 byl zahájen zkušební provoz na elektrizované trati VZO.

Třetí etapa výstavby byla zaměřena především na vybudování trati MZO včetně její elektrizace. Výstavba byla zahájena v květnu 1969 a zkušební trať v celkové délce 3951 m byla uvedena do

provozu v červnu 1971. V rámci této etapy výstavby experimentální základny bylo pomocné kolejiště doplněno kolejemi o délce 850 a 650 m, byl vybudován příruční sklad pro přístroje a materiál, dále pak nová - velká správní budova včetně odpočinkových a kancelářských místností pro personál zkušebních týmů. Dále byla vystavěna trakční napájecí stanice, triangl pro otáčení vozidel a zkušebních souprav, a konečně montážní laminátová hala o rozměrech 50 x 12m s průjezdnou kolejí, patkovými zvedáky a prohlížecí lávkou. Rovněž byly uvedeny do provozu dva portálové jeřáby o nosnosti 3 t a 5 t a palivová výdejní čerpací stanice Bencalor o objemu nádrže 16 m³.

Ukončením zmíněných tří etap investiční výstavby byla vybudována základní konfigurace experimentální základny s technickými parametry umožňujícími v poměrně širokém spektru realizaci celé řady zkoušek kolejových vozidel a drážních zařízení.

V roce 1986 pak začala realizace další významné etapy investiční výstavby na EZ, v jejímž rámci byl vybudován Dynamický zkušební stav (DZS). DZS byl uveden do provozu v prosinci 1991 a tvoří neoddělitelnou část experimentální základny. V rámci této investice byla na EZ vybudována celá řada dalších objektů, jako vstupní energetická rozvodna, flotační a biologická čistička odpadů, vodárna apod.

ZKUŠEBNÍ TRATĚ

Pro jízdní zkoušky jsou k dispozici dvě zkušební tratě s normálním rozchodem 1435 mm, a to velký zkušební okruh (VZO) a malý zkušební okruh (MZO) - viz obr. 1. Pro zkoušky jsou rovněž využitelné i manipulační a odstavné staniční koleje a triangl na MZO pro otáčení vozidel.

Trat' VZO o délce 13,2 km je složena ze dvou oblouků s poloměrem 1400 m a dvou přímých úseků, z nichž každý má délku 2 km. Na trati je použita bezстыková (svařovaná) kolej v celé délce s kolejnicemi R 65 na betonových pražcích a v úseku 0,0 km - 1,45 km na dřevěných pražcích. Příčný sklon kolejnic na betonových pražcích je 1: 20, na dřevěných

1: 40. Křížení trati VZO s pozemními komunikacemi je řešeno pomocí čtyř nadjezdů, takže nedochází k omezování zkušebních jízd silniční dopravou. Z hlediska konstrukčních parametrů umožňuje trat' VZO zkušební jízdy rychlostí do 180 km/h a při splnění zvláštních technicko-bezpečnostních podmínek součinnosti konkrétního vozidla se zkušební tratí, až 200 km/h.

Trat' MZO má celkovou délku 3,95 km s proměnlivou směrovou polohou trati se zkušebními úseky od přímé po oblouky s poloměry 300, 450, 600 a 800 m. Z pohledu konstrukce je trat' v současné době postavena jako kombinovaná, tj. se zkušebními úseky s bezстыkovou kolejí (svařovaná) a s úseky s kolejovými styky. Rovněž použité kolejnice jsou různého typu, a to R 65, UIC 60 a S 49 a jsou uloženy jak na dřevěných, tak i na betonových pražcích různé konstrukce. Proměnlivá směrová poloha trati ovlivňuje i povolené rychlosti zkušebních jízd v různých úsecích, které se pohybují od 85 km/h do 120 km/h.

Obr. 1: Zkušební tratě na Experimentální základně VÚŽ

Dříve byl MZO využíván převážně k provádění dlouhodobých vytrvalostních, pevnostních a únavových zkoušek vozidel a jejich částí, např. rámu podvozku Y25 pro nákladní vozy. Také se však zkoušely vlastnosti různých typů konstrukcí koleje přejezdem zátěžovými vlaky. Zkoušky zátěžovými vlaky probíhaly zejména v 70. letech, a to ve dvou etapách. V první etapě zkoušek v letech 1972-73 bylo najeto zátěžovou soupravou v každém bodě 300 mil. hrubých tun (zátěž ve vztahu na ujeté km). Ve druhé etapě v období 1974-76 pak při zkouškách nestandardních konstrukcí železničního svršku pro ORE (nyní ERRI) výbor D 87 bylo najeto dalších 200 mil. hrubých tun. Do první obnovy trati MZO v roce 1985 byla najeta zkušebními soupravami zátěž

925 mil. hrubých tun, což představuje najetí 1 265 000 km s průměrnou zátěží 2865 tun na vlak. Při některých zkušebních jízdách dosahovaly zkušební soupravy hmotnosti až 4000 tun.

Pevnostní a únavové zkoušky části vozidel a drážních zařízení se stále ve větší míře realizují ve zkušebních laboratořích vybavených elektrohydraulickými zatěžovacími stroji řízenými počítači (takovou laboratoří je dynamický zkušební stav na EZ) a v provozních podmínkách nenacházejí z časových i finančních důvodů příliš prostoru.

Trat' MZO je využívána jako doplňková, zejména pro modelování odlišných traťových podmínek při zkušebních jízdách vozidel prováděných v souladu s nově schvalovanými metodikami zkoušek vozidel - např. dle vyhlášky UIC 518. I nadále je MZO využíván pro dlouhodobé zkoušky a ověřování vlastností různých typů konstrukcí železničního svršku. Nyní je v této trati zabudováno několik kratších úseků (cca 50 - 60 m) různé konstrukce svršku pro realizaci hlukových zkoušek systému kolo-kolejnice.

Pro stacionární, resp. "kvazistacionární" zkoušky, tj. s omezeným pohybem vozidel do 50 m, jsou k dispozici i staniční koleje, které jsou zatrolejovány. Přípojná kolej do žst. Velim není zatrolejována, ale je využitelná za zvláštních podmínek rovněž jako zkušební trať. Obsluha přípojných kolejí do žst. Velim se provádí pomocí motorových lokomotiv. Celková stavební délka kolejí na Experimentální základně ČD VÚŽ je 28,218 km. Na zkušebních tratích je možné zkoušet vozidla s hmotností na nápravu do 22,5 t bez omezení a za zvláštních podmínek technického dozoru až do 25 t.

Všechny zatrolejované zkušební koleje jsou napájeny jak stejnosměrným, tak i střídavým napětím. Pro zkoušky vozidel, které jsou napájeny ze třetí proudové kolejnice je možné nainstalovat stavebnicovým způsobem 1,5 km dlouhý úsek na VZO s proudovou kolejnicí se snímáním proudu zdola. Tento způsob proudového napájení byl využit např. při zkouškách šestivozových jednotek metra pro Singapur v roce 1995. Systém napájení třetí proudovou kolejnicí, avšak se snímáním zhora byl použit při zkouškách lokomotiv řady 92 pro British Railway (BR) jezdících rovněž tunelem pod kanálem La Manche.

TRAKČNÍ NAPÁJECÍ SOUSTAVA ŽZO

Rozhodnutí elektrizovat tratě železničního zkušebního okruhu přišlo na začátku šedesátých let, kdy bylo již zřejmé, že u ČSD budou vedle sebe existovat dva trakční napájecí systémy, a to stejnosměrný 3 kV a střídavý 25 kV, 50 Hz. Proto bylo rozhodnuto, že ŽZO bude mít trakční napájecí stanice obou systémů. Jelikož se jednalo o zkušební trať, jejímž účelem byly komplexní zkoušky vozidel i z hlediska jejich vnitřní elektrické výbavy, bylo zřejmé, že standardní napájecí stanice, určená pro elektrizaci hlavních tratí, nesplní všechny požadavky na zkoušky, vyžadující i nestandardní podmínky napájení. Byli to sami pracovníci VÚŽ, jmenovitě třeba uvést Ing. Hlavu, CSc. a Ing. Magnuska, CSc., kteří našli uspokojivé technické řešení, za přijatelných finančních nákladů. Stejnosměrná trakční měničnice 3 kV byla řešena trojicí jednofázových regulačních autotransformátorů, určených pro střídavé lokomotivy. Transformátory typu LST byly zařazeny každý v jedné fázi na vstupu do primárního vinutí transformátoru usměrňovače trakční měničnice. Ovládání přepínačů odboček bylo spřaženo a výsledkem bylo soustrojí, umožňující regulaci stejnosměrného trakčního napětí od nuly až po maximální hodnotu, blízkou 4 kV, s trvalým výstupním výkonem 4,95 MW, krátkodobě až 6,6 MW. Malou změnou vnějšího zapojení lze přitom kdykoliv získat z dalšího vinutí transformátorů regulovatelné napětí v rozsahu od nuly do 1 kV, které po usměrnění vytvoří nový napájecí systém 750 V, s trvalým proudem 3 kA, krátkodobě až 6 kA. Je vhodný zejména pro zkoušky vozidel městské dopravy a po instalaci proudové napájecí kolejnice i pro plnohodnotné zkoušky vozidel metra. Využití lokomotivních transformátorů tím však nekončí.

Dalším napájecím systémem zkušebních tratí VÚŽ je jednofázový střídavý systém 25 kV, 50 Hz. Transformátor 110 / 27 kV, který tvoří jádro trakční transformovny, umožňuje sám regulaci výstupního trolejového napětí v rozsahu 23 kV až 30 kV, při výkonu 11 MVA. Pro některé zkoušky

bývá však požadováno napětí nižší. V takovém případě je možné, díky důmyslnému uspořádání spínacích prvků, zapojit do obvodu střídavé napájecí stanice jeden z výše zmíněných regulačních lokomotivních transformátorů. Výsledné trolejové napětí je pak regulovatelné v rozsahu 7,5 kV až 25 kV. Výkon je však omezen tímto transformátorem na 4,2 MVA.

Všechna popsaná zapojení lze vysledovat na souhrnném schématu trakční napájecí soustavy ŽZO na obr. 2. Nelze na něm ovšem přehlédnout, že vedle již zmíněných systémů je zde ještě další systém. Jedná se o třetí evropský standardizovaný trakční proudový systém, používaný v Německu, Švýcarsku, Rakousku, Norsku a Švédsku. Trakční soustava 15 kV, 162/3 Hz byla po sjednocení Německa a jeho drah v průběhu devadesátých let také sjednocena připojením na centrální síť železničního energetického napájení. Lokální měniřny se staly postupně nadbytečnými. Iniciativním jednáním zástupců VÚŽ za této příznivé situace a díky vstřícnosti partnerů z DB, jmenovitě Dr. Wenkela, získal VÚŽ za výhodných podmínek kompletní zařízení pro lokální měniřnu 50 Hz / 162/3 Hz. V roce 1998 byla tedy napájecí soustava zkušební okruhu doplněna systémem 15 kV, 162/3 Hz, v ČR unikátním. Srdcem měniřny je rotační měnič frekvence a fáze. Jedná se o soustrojí trojfázového synchronního motoru, napájeného ze sítě 50 Hz a jednofázového synchronního generátoru, který je na společném hřídeli a jehož výstupní napětí 5,1 kV má frekvenci

162/3 Hz. Soustrojí je instalováno na speciálním železničním pojezdu a umístěno v samostatné hale na koleji umožňující eventuální výjezd měniče. Za zmínku stojí, že rozběh měniče, který se u DB odehrával tvrdým připojením na síť, je vyřešen jako plynulý, díky vtipnému využití budičů obou strojů jako rozběhových motorů. Rozběh i fázování jsou hladké bez jakýchkoliv rázů v síti. Navíc je pro napájení budičů po dobu rozběhu využit zdroj 750 V ze stejnosměrné měniřny, čímž byly také minimalizovány náklady na zařízení nové měniřny. Roční zkušební provoz proběhl bez závad, a tak se od června roku 1999 tato soustava využívá plně v programu zkoušek. Významné je, že se spolu s výstavbou nové střídavé měniřny podařilo plně rekonstruovat i vstupní rozvodnu 110 kV, společnou všem trakčním napájecím systémům zkušebních okruhů.

Trakční vedení nad kolejemi obou zkušebních okruhů a nad staničními kolejemi jsou navzájem oddělitelná. To umožňuje, díky rozsáhlému poli napáječových odpojovačů, připojit na různé části trakčního vedení různé napájecí systémy. Staniční koleje, jejichž součástí je i prohlížecí kanál, mohou být samostatně odpojeny a uzemněny. Proto mohou současně probíhat na různých místech zkoušky na odlišných napájecích systémech.

MOŽNOSTI PROVEDENÍ ZKOUŠEK NA EZ

Na experimentální základně VÚŽ jsou rozsáhlé možnosti provádění jízdních, stacionárních, ale i laboratorních zkoušek.

PŘÍNOSY ŽZO

Dosavadní poznatky a zkušenosti z dlouholetého provozu železničních zkušebních okruhů s příslušnou infrastrukturou jednoznačně prokázaly významnou podporu železničnímu výzkumu zejména v jeho experimentální části. Bez kvalitního technického zázemí s uzavřenými zkušebními tratěmi pro jízdní zkoušky, soustředěnými v tzv. zkušebních centrech, by celá řada zkoušek na vozidlech a drážních zařízeních nemohla být realizována. Pro ilustraci necht' poslouží následující příklad.

Významnou a časově velmi rozsáhlou etapou ověřování drážního vozidla je mj. takzvaná "Optimalizace vozidla". Tato optimalizace představuje soubor zkoušek a ověřování, s cílem nastavení parametrů a funkcí vozidla s ohledem na jeho budoucí spolehlivý provoz v konkrétních podmínkách provozního nasazení. Právě k modelování podmínek provozního nasazení vozidla

slouží uzavřené zkušební tratě. Na nich je možné simulovat nejen provoz srovnatelný se standardními železničními tratěmi, ale i celou řadu technických i provozních mimořádností.

Vedle zkoušek vývojového charakteru jsou mimořádně významné zkoušky typové. Takovéto zkoušky, nezbytné pro schválení typu vozidla oficiálním schvalovacím orgánem jako je Drážní úřad, jsou prováděny za přesně stanovených podmínek akreditovanými laboratořemi, mezi které VÚŽ patří.

Základní výhody, které poskytují železniční zkušební okruhy VÚŽ, jakožto speciální uzavřené zkušební tratě, lze shrnout do několika následujících bodů:

- a) neomezování a nerušení režimů zkušebních jízd standardním (grafikonovým) drážním provozem,
- b) možnost opakovat režim zkušební jízdy bez časových ztrát, tj. možnost opakovat zkušební jízdy za stejných podmínek bezprostředně za sebou,
- c) možnost realizace různých typů zkoušek v optimálně řazeném sledu, tj. např. zkoušky mechanické části vozidla vázané na definované traťové podmínky, nebo zkoušky elektrické vázané na spolupráci s napájecí stanicí atp.,
- d) možnost provedení nestandardních úprav trati pro zkoušky (byla provedena např. úprava trati u MZO pro hlukové zkoušky projektu ERRI),
- e) vyšší bezpečnost proti kolizi s jinými vozidly,
- f) ochrana před konkurenčním prostředím v období "optimalizace vozidla",
- g) vyšší produktivita zkoušek, tj. možnost významného časového zkrácení celkové doby zkoušek, a tím i zrychlení procesu prodeje a předání schváleného typu vozidla uživateli.

Zkušební tratě s jejich technickým vybavením nemohou samy o sobě bez vysoce kvalifikovaného technického a obslužného personálu s potřebným know-how vytvořit podmínky pro zkoušky. Takový personál však VÚŽ má k dispozici.

K dalším výhodám, pro které jsou zkušební tratě na EZ využívány, patří:

- schopnost adaptability technického a obslužného personálu k realizaci zkušebních režimů,
- adaptabilita zkušebních zařízení ke splnění širokého spektra technických požadavků a podmínek zkoušek,
- znalost technologie realizace zkoušek, které nelze na tratích železniční sítě vůbec provádět (např. oteplovací zkoušky k ověření trvalých, resp. hodinových výkonů, modelování mezních stavů bezpečnosti proti vykolejení vozidla apod.),
- možnost provádění souběhu zkoušek na různých napájecích systémech,
- možnost verifikace simulačních modelů provozního zatížení pro laboratorní zkoušky (např. pro DZS),
- možnost elektromagneticky neovlivněného provádění zkoušek EMC v celém jejich rozsahu,
- možnost simulace extrémních či poruchových stavů v systému trakčního energetického napájení při zkoušení elektrických trakčních zařízení.

VÚŽ a jeho Experimentální základna se podílely a podílejí nejen na tuzemském a mezinárodním železničním výzkumu, ale přispěly i rozhodujícím podílem k realizaci významných zahraničních projektů a vývoji moderních vozidel. Necht' jsou uvedeny alespoň některé příklady využití ŽZO zahraničními partnery v 90. letech:

- 1992 - zkoušky lokomotiv S 252 (Siemens, Krauss-Maffei) pro Španělsko,
- 1993 - lokomotivy ř. 9000 (ABB-Brush Traction) pro Euroshuttle,
- 1994 - lokomotivy Class 92 (ABB-Brush Traction) pro Britské železnice,
 - lokomotiva ÖBB řady 1014,
- 1995 - šestidílná jednotka metra (Siemens, SGP, Düwag) pro Singapore,
- 1996 - lokomotivy řady BB 36000 a BB 26000 SNCF,

1997 - třídílná elektrická jednotka Heathrow (pro přepravu Londýn Paddington - letiště Heathrow),
1998 - lokomotiva řady E402B pro FS (Ansaldo - Itálie),
1999 - lokomotivy řady E464 a E412 pro FS (AD Tranz).

Na MZO byly realizovány tyto zkoušky:

- v roce 1994 pro výbor ERRI D184 zkoušky optimalizace geometrie a konstrukce výhybkové přídržnice,
- v roce 1996 zkoušky hluku systému kolo - kolejnice pro evropský železniční výzkum (ERRI),
- v roce 1999 další hlukové zkoušky projektu ERRI - Silent Track/Silent Freight se zcela novou konstrukcí železničního svršku.

Vedle zkoušek hnacích vozidel jsou samozřejmostí také zkoušky vozů, ať již pro osobní nebo nákladní přepravu, a také zkoušky různých speciálních vozidel.

ZÁVĚR

Výzkumný ústav železniční s akreditovanou zkušební laboratoří, experimentální základnou se zkušebními okruhy a dynamickým zkušebním stavem vytváří v rámci Evropy unikátní kompaktní celek pro realizaci celé řady jak jízdnic, tak i laboratorních zkoušek a experimentů. Ve srovnání s některými známými zkušebními centry v Evropě je zřejmé, že padesátileté zkušenosti VÚŽ s železničním výzkumem v kombinaci s technickým zázemím experimentální základny dávají dobré předpoklady k zapojení se do technického rozvoje v rámci integrace železničních dopravních systémů Evropy jako zkušebního centra s mezinárodní akreditací.

V Cerhenicích, únor 2000

Lektoroval: Ing. Ivan Kemr
VÚŽ Praha