

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 dovést 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 neúspěšnější 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 ovládní 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 ovládní přisunové 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 přisun 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 nezájem 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: SZK). 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) zdlouhavé 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 tyto 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 nekonceptně 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