

v ŽELEZNICE

**SETKÁNÍ INVESTORŮ,
PROJEKTANTŮ,
STAVITELŮ A SPRÁVCŮ**

2002

Kongresový sál hotelu Olšanka
Olšanské náměstí, Praha 3
7. - 8. listopadu 2002

pořádá

**ČD, s.o. DDC, o.z.
SUDOP PRAHA a.s.**

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

ŽELEZNICE

SETKÁNÍ INVESTORŮ,
PROJEKTANTŮ,
STAVITELŮ A SPRÁVCŮ

2002

Kongresový sál hotelu Olšanka
Olšanské náměstí, Praha 3

7. - 8. listopadu 2002

pořádá

**ČD, s.o. DDC, o.z.
SUDOP PRAHA a.s.**

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

KONFERENCE

ŽELEZNICE 2002

7. setkání investorů, projektantů, stavitelů a správců

Hotel Olšanka – kongresový sál
Olšanské náměstí, Praha 3

7. – 8. listopadu 2002

pořádá: ČD, s.o. DDC, o.z.
SUDOP PRAHA a.s.

Organizační výbor konference: Ing. Jan Komárek
Ing. Josef Fidler
Ing. Jaroslav Vosáhlo

Odborní garanti konference: Ing. Luděk Zavrtálek
Ing. Karel Seifert

Základní téma konference:

- Aktuální priority Českých drah
- Modernizace koridorů v ČR (příprava projektů, zkušenosti z realizace)
- Novinky v oblasti železniční a telekomunikační techniky

OBSAH:

Aktuální priority Českých drah Ing. Jan Komárek, ČD, s.o., VŘ DDC, o.z.	1
Zkušenosti investora a jím realizovaná opatření ke snižování resp. k dodržení schválených nákladů zejména koridorových staveb Ing. Jiří Bureš, ČD, s.o., DDC, o.z. 07	7
Vývoj ekonomických ukazatelů při výstavbě TŽK Ing. Jiří Mandík, FRAM Consult a.s.	11
Modernizace III. tranzitního železničního koridoru, informace o projektu a postupu přípravy Ing. Jan Sellner, ČD, s.o., DDC, o.z. 07	13
Projektová příprava IV. TŽK, zkušenosti a stanovení dalšího postupu přípravy k realizaci staveb IV. TŽK, včetně dopadů nových zákonů a vyhlášek životního prostředí Ing. Pavel Mathé, ČD, s.o., DDC, o.z. SS Praha RNDr. František Žižka, specialista v oblasti životního prostředí	19
Příprava staveb modernizovaných tratí Ing. Ondřej Podolec, Ing. Ján Špánik, REMING Consult a.s	23
Inteligentní dopravní systémy a evropské tranzitní koridory Ing. Kopecký František KPM CONSULT, a.s., Dr. Ing. Svítek Miroslav ČVUT FD	31
Zavedení GSM-R u Českých drah Ing. František Mráz, Ing. Josef Naništa, SUDOP BRNO, spol. s r.o.	37
ETCS na Českých drahách, s.o. Ing. Libor Lochman, Ph.D., České dráhy – Výzkumný ústav železniční	45
Nové zabezpečovací systémy AŽD Praha pro ČD Karel Višnovský, Antonín Faran, Vlastimil Polach, Jiří Houser, AŽD Praha s.r.o.	59
Co je spolehlivější? Elektronika, nebo člověk? Ing. Miroslav Hartmann, Skanska ŽS a.s.	71
Automatický výstražný systém AVYS pro zabezpečení pracovišť v kolejích Ing. Aleš Rudolf, CSc., Ing. Mojmír Krejčířík, ÚVAR - Servis, a.s., Brno	75
Nové spojení Praha hl. n., Masarykovo n. – Libeň, Vysočany, Holešovice Ing. Ivan Pomykáček, SUDOP PRAHA a.s.	83
Tunely Krasíkov Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, Subterra a.s.	89
Vyztužené zeminy v objektu zárubní zdi Ing. Miroslav Frič, Metrostav a.s., Ing. Pavel Smíšek, VSL SYSTÉMY (CZ) s.r.o.	95

Nové tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 Ing. Jiří Mára, Ing. Jiří Růžička, Ing. Karel Závora, METROPROJEKT Praha a.s.	101
ČD DDC Optimalizace traťového úseku Zábřeh – Krasíkov, Tunel Hněvkovský II. Ing. Radek Brokl, SUDOP PRAHA a.s.	111
Projekt nového Třebovického tunelu Ing. Petr Svoboda, ILF Consulting Engineers, s. r. o.	117
Projekt dvoukolejných železničních tunelů Malá Huba a Hněvkovský I. na traťovém úseku Zábřeh – Krasíkov Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.	125
Možnosti využití poznatků z měření a diagnostiky železniční dopravní cesty při vyšších rychlostech v technické normalizaci, předpisech a legislativě Ing. Jaroslav Grim, České dráhy, s.o., Divize dopravní cesty, o.z., Technická ústředna dopravní cesty	133
Mechanizace pro diagnostiku a údržbu železničních tratí Ing. Mojmír Nejezchleb, ČD, s.o., DDC, o.z., 013	145
Evropská norma prEN(V) 13803-1 „Návrh parametrů polohy koleje“ a interoperabilita Ing. Danuše Marusičová, GR ČD, s.o.	149
Ověření sjízdnosti trakčního vedení TV typových sestav “J” a “S” při rychlosti 200km/hod. Ing. Josef Koudelný, ČD s.o., DDC, o.z., 014	161
Zásady bezpečného pohybu nevidomých a slabozrakých osob ve stavbách na železnici Viktor Dudr, Sjedinená organizace nevidomých a slabozrakých České republiky Petr Lněnička, METROPROJEKT Praha a.s.	165
Zkušenosti s podšterkovými rohožemi a jejich využití na TŽK Doc. Ing. Hana Krejčířiková, CSc., Ing. Martin Lidmila, ČVUT Fakulta stavební, Katedra železničních staveb	177
Stavebnicová koncepce výhybek pro různé užití až po vysokorychlostní do 300 km/hod. Ing. Zdeněk Šnajdr, DT výhybkárna a mostárna, spol. s r.o., Prostějov	181
ŽPSV – 50 let dodávek pro železniční stavby Ing. Jan Spevák, ŽPSV Uherský Ostroh a.s.	187
Porušování oběžné plochy kol brzděných kotoučovou brzdou Doc. Ing. Jan Kout, CSc., ČD, s.o., Výzkumný ústav železniční Praha Prof. Ing. Rudolf Kaloč, CSc., Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice	193

Aktuální priority Českých drah

Ing. Jan Komárek, ČD, s.o., VŘ DDC, o.z.

Investiční priority Českých drah pro příští období vycházejí z dlouhodobých záměrů Českých drah a jsou tedy až na malé výjimky obdobné jako v minulých letech. Patří mezi ně především:

- modernizace čtyř tranzitních železničních koridorů
- modernizace rozhodujících železničních uzlů v trase koridorů
- elektrizace vybraných železničních tratí
- optimalizace dalších tratí zařazených v mezinárodních dohodách AGC, AGTC a v síti TINA
- vybavení tratí ČD systémem GSM-R a ETCS
- modernizace tranzitní úrovně telekomunikační sítě ČD

Bohužel katastrofální povodně v letošním roce postihly výrazně i tratě a zařízení Českých drah a je tedy samozřejmé, že zprovoznění poškozených tratí a odstraňování dalších škod, způsobených povodněmi na železniční dopravní infrastrukturu, bude představovat minimálně letos a v příštím roce další z priorit. Prostředky, které bude nutné uvolnit pro tuto činnost, pak mohou mít dopad na termíny a harmonogramy ostatních probíhajících a připravovaných akcí a bude nutné s touto eventualitou vážně počítat.

Modernizace tranzitních železničních koridorů

1. tranzitní železniční koridor v trase Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav se začal realizovat v prosinci 1993 stavbou Úvaly – Poříčany. S výjimkou staveb Záboří nad Labem – Přelouč a Ústí nad Orlicí – Česká Třebová, které jsou spolufinancovány z fondu ISPA a stavby Praha Bubeneč – Kralupy, 2. část, která je přímo závislá na vyčlenění finančních prostředků z tohoto fondu, bude celý 1. koridor uveden do provozu koncem tohoto roku. V současné době se dokončují stavby Ústí nad Labem – Děčín, Hrobce – Lovosice, Kralupy – Vraňany, Praha Bubeneč – Kralupy, 1. část, Kolín – Záboří nad Labem a Choceň – Ústí nad Orlicí. I přesto, že stavby mezi Prahou a Ústím nad Labem byly letošními povodněmi značně zasaženy, je reálné jejich dokončení do konce letošního roku. Realizace staveb Praha Bubeneč – Kralupy, 2. část a Ústí nad Orlicí – Česká Třebová přejde do příštího roku. Stavba Záboří nad Labem – Přelouč je před zahájením realizace a s termínem ukončení v roce 2004. Ke zdržení zahájení této stavby došlo z důvodu zdlouhavého posuzování projektové dokumentace zahraničními experty EU a dále z důvodu nutnosti opakovat mezinárodní soutěž na zhotovitele stavby. Pro zmírnění zpoždění se v předstihu realizovaly práce na zabezpečovacím zařízení, obdobně jako na stavbě Ústí nad Orlicí – Česká Třebová.

Koncem tohoto roku bude tedy celková délka dokončených koridorových staveb 340 km, což je cca 90 % celkové délky. Budou v provozu ucelené úseky z Kralup nad Vltavou do Děčína, státní hranice pouze s výjimkou průjezdu železničními uzly Ústí nad Labem a Děčín v délce 101 km nebo z České Třebové do Břeclavi, státní hranice v délce 136 km s výjimkou průjezdu železničním uzlem Brno. Souvislé úseky s traťovou rychlostí 160 km/hod. budou například mezi Brnem a Břeclaví v délce 52 km, Pardubicemi a Chocní 32 km nebo Kolínem a Poříčany 19 km.

Mezi významné stavby z poslední doby, které podstatně zlepšují parametry koridorových tratí, patří zejména přeložka trati na stavbě Kralupy nad Vltavou – Vraňany s novým dvoukolejným 390 metrů dlouhým tunelem, raženým technologií NRTM, a zárubní zdi realizovanou systémem armovaných zemin s použitím obkladových panelů VSL. Dále například přeložka trati v žst. Hrobce a nebo v současné době budovaná estakáda mezi Dlouhou Třebovou a Českou Třebovou.

Na 2. koridoru z Břeclavi přes Přerov do Bohumína a Petrovic u Karviné, jehož realizace začala v září 1997, se předpokládá dokončení této jeho hlavní větve v roce 2003. V letošním roce budou dokončeny stavby Otrokovice – Přerov, Přerov - Hranice na Moravě a Ostrava – Petrovice u Karviné. Ke konci letošního roku bude v provozu celkem 138 km dvoukolejné tratě, což je 47 % celkové délky. Ucelený úsek mezi Břeclaví a Hranicemi na Moravě, s výjimkou průjezdu uzlem Přerov, bude dlouhý 118 km, mezi Břeclaví a Otrokovicemi bude souvislá traťová rychlost 160 km/hod. na 55 km dlouhém úseku.

V tomto roce začala realizace staveb na odbočném rameni 2. koridoru Přerov – Olomouc – Česká Třebová, a to zahájením staveb Olomouc – Červenka a Krasíkov – Česká Třebová. Pro stavbu Zábřeh na Moravě – Krasíkov byl schválen příspěvek z fondu ISPA a předpokládané zahájení stavebních prací bude na jaře příštího roku. Pro poslední dvě stavby Přerov – Olomouc a Červenka – Zábřeh na Moravě se zpracovávají projekty a začátek jejich realizace se předpokládá koncem příštího roku, případně začátkem roku 2004.

Významnými stavbami z poslední doby jsou například rekonstrukce hranických a jezernických viaduktů nebo přeložka ve stanici Lipník nad Bečvou. V rámci staveb Zábřeh na Moravě – Krasíkov a Krasíkov – Česká Třebová budou pro zvýšení traťové rychlosti realizovány rozsáhlé tunelové přeložky, o kterých se zmíní samostatná přednáška.

3. koridor v trase Mosty u Jablunkova - Dětmarovice - Bohumín - Přerov - Česká Třebová - Praha - Plzeň - Cheb a 4. koridor v trase Horní Dvořiště - České Budějovice - Praha - Děčín jsou částečně v souběhu s již realizovaným 1. a 2. koridorem. Na zbývajících úseky obou těchto koridorů, jsou zpracovány a schváleny studie proveditelnosti a realizace těchto koridorů byla schválena Správní radou ČD. Po zpracování předkládacích materiálů odsouhlasila vláda České republiky v prosinci 2001 modernizaci 4. koridoru a následně v červnu 2002 i modernizaci 3. koridoru. Ihned po těchto rozhodnutích vlády se rozběhly práce na projektových dokumentacích tak, aby realizace staveb těchto dvou projektů mohla proběhnout v letech 2004 až 2010. Bližší informace o přípravě 3. a 4. koridoru budou v následujících samostatných přednáškách.

Modernizace rozhodujících železničních uzlů

Modernizace železničních uzlů, ležících v trase koridorů, je nutnou podmínkou pro využití všech kvalitativních přínosů, které realizace koridorů přináší. Její nesplnění by značně znehodnotovalo přínos modernizace a efektivitu vložených finančních prostředků a neumožňovalo by využití všech technických parametrů koridorových tratí, zejména zkrácení jízdních dob, prostorové průchodnosti a třídy zatížení.

Již od jara roku 2001 je v realizaci modernizace průjezdu železničním uzlem Děčín. Poškození stavby, způsobené letošní povodňovou vlnou, nebude mít zásadní vliv na časový harmonogram stavby. Její ukončení se předpokládá v roce 2004.

Probíhá schvalování projektu stavby Přestavba žst. Choceň s předpokladem začátku realizace v příštím roce. Rovněž je zpracován projekt průjezdu uzlem Bohumín. Dále jsou

zpracovány přípravné dokumentace pro průjezd uzlem Ústí nad Labem, kde je již požádáno o územní rozhodnutí, a uzlem Kolín, kde se uvažuje se zahájením realizace v roce 2004. Probíhá schvalování přípravné dokumentace pro průjezd uzlem Břeclav včetně traťového úseku Břeclav – Lanžhot, státní hranice.

Průjezd železničním uzlem Praha je rozdělen na tři úseky: Optimalizace trati Praha Bubeneč - Praha Libeň, Praha Libeň – Běchovice a Praha Běchovice – Úvaly. U těchto staveb jsou zpracovány přípravné dokumentace a probíhá zapracování připomínek z jejich projednávání. Realizace těchto tří staveb je plánována v letech 2003 až 2007. Pro tzv. „Nové spojení“ mezi Prahou Libní a Prahou hl. n. je zpracována projektová dokumentace, s realizací se uvažuje v letech 2003 až 2009. Nutným předpokladem pro tuto akci je modernizace západní části žst. Praha hl. n., což je zejména přestavba mostů přes Seifertovu ulici, která je již v realizaci.

Po letech přešlapování na místě a zvažování různých alternativ rozhodla vláda České republiky v letošním roce na základě zpracované studie i o řešení uzlu Brno. Na základě tohoto rozhodnutí bude tedy možné zahájit přípravu této náročné stavby.

V delším horizontu je příprava modernizace průjezdu uzly Pardubice, Ústí nad Orlicí, Česká Třebová, Olomouc a Přerov.

Elektrizace vybraných železniční tratí

Program elektrizace železničních tratí se předpokládá realizovat postupně a v souladu s prioritami elektrizace na hlavních tratích a tratích, které mají mezinárodní význam. Hlavním důvodem elektrizací tratí je jak provozní tak zejména ekologický význam.

V loňském roce byla dokončena elektrizace tratě Horní Dvořiště – České Budějovice a tím bylo dokončeno přímé elektrické napojení Č. Budějovic na rakouskou stranu ve směru na Linec.

V nejbližším období do roku 2005 se předpokládá elektrizace těchto vybraných tratí:

- **Letohrad – Lichkov**, která je zařazena do dohody AGTC. Význam tratě je především pro nákladní přepravu. Tento záměr podporuje i polská strana. V současné době je zpracována přípravná dokumentace stavby.
- **Kadaň – Karlovy Vary**, která by měla být dokončena do roku 2010. V letošním roce se zpracovává projekt stavby. Cílem je úspora pohonných hmot a tím odstranění nežádoucích přeprahů ze závislé na nezávislou trakci. Jedná se o dvoukolejnou trať, která po provedené elektrizaci umožní přímou dopravu v závislé trakci z Ústí nad Labem do Chebu.
- **Veselí nad Luž. – České Velenice a Č. Budějovice – Č. Velenice**, pro oba traťové úseky byla zpracována přípravná dokumentace. Elektrizace umožní rychlejší spojení s rakouskou stranu ve směru na Vídeň. Obě stavby navazují bezprostředně na připravovanou modernizaci IV. tranzitního koridoru.
- **Ostrava Svinov – Opava východ**, jedná se o trať, která je významně zatížena příměstskou osobní dopravou a elektrizace významně zkrátí jízdní doby. Na stavbu byla dokončena přípravná dokumentace.

V současné době se připravuje změna trakční soustavy z 1500 V na 25 kV na trati **Rybník – Lipno nad Vltavou**. Důvodem je především realizace druhého napájecího bodu pro úsek Horní Dvořiště – Č. Budějovice jako součásti IV. tranzitního koridoru.

K dalším prioritám z hlediska elektrizace tratí patří i sledovaný záměr elektrizace tratě Ostrava hlavní n. – Ostrava Kunčice a nově vedeného úseku Lysá nad Labem – Milovice s pozdějším propojením elektrizace až do stanice Mladá Boleslav město.

K záměrům elektrizace je třeba přiřadit i záměr „PraK“. Jedná se o spojení centra Prahy s letištěm Praha Ruzyně. Záměr zahrnuje kromě realizace druhé traťové koleje a výstavby nového úseku tratě z Prahy Ruzyně na letiště Ruzyně i elektrizaci tratě. O investování nebylo zatím rozhodnuto. Studijně je zpracováno i pokračování tohoto záměru úsekem do Kladna. Tato trať by byla rovněž elektrizována a zkapacitněna.

Optimalizace dalších železničních tratí

Návazně na modernizaci koridorových tratí se sleduje i optimalizace dalších vybraných železničních tratí zařazených do dohod AGC a AGTC, kde je předpoklad zvýšení tržeb v nákladní dopravě. K nim patří již citované železniční tratě uvedené v programu elektrizace vybraných železničních tratí. Program zřejmě překročí horizont roku 2010.

V návaznosti na přijaté Memorandum o spolupráci při řešení dopravní obslužnosti a rozvoje železniční infrastruktury v hradecko–pardubické aglomeraci a spolupráci na projektu mezikrajského integrovaného systému pro oblast Pardubického a Královéhradeckého kraje bude zadáno zpracování územně technické studie „Rekonstrukce traťových úseků Hradec Králové – Pardubice – Chrudim“ s cílem navržení zdvoukolejnění tratě nebo jejich dílčích částí tratí včetně vedení tzv. Medlešické spojky, která je obsahem schválených územních plánů Pardubického kraje.

Studijně se zpracovává rychlé spojení Prahy a Hradce Králové s Libercem, kterou zajišťuje Odbor strategie Generálního ředitelství Českých drah. Cílem je dosáhnout srovnatelných rychlostí železniční osobní dopravy s dopravou silniční do oblasti Jizerských hor s vazbou na integrovaný dopravní systém Liberecka – Jablonecka.

Vybavení tratí ČD systémy ERTMS (GSM-R) a ERTMS (ETCS)

Na základě memoranda (MoU EIRENE) a dohody o implementaci (AoI) se ČD zavázaly budovat na vybrané síti ČD (tranzitních koridorech) a případně i na dalších tratích celostátního charakteru rádiová zařízení podle standardu EIRENE. Na základě studie proveditelnosti, vypracované firmou SUDOP Brno s.r.o. v srpnu 2000 vyhlásily ČD obchodní veřejnou soutěž na pilotní projekt nasazení tohoto rádiového systému (GSM-R) v úseku státní hranice Děčín - Praha - Kolín v červenci 2001. Přestože se v soutěži vyskytli pouze dva uchazeči s technologiemi Nortel a Siemens, po neustálých námitkách v průběhu soutěže bylo zadavateli nařízeno orgánem dohledu po 14 měsících zrušit soutěž a vyhlásit soutěž novou. To výrazně oddaluje vyhlášení pilotního projektu na pilotní projekt ERTMS (ETCS), kde existuje reálný předpoklad spolufinancování z finančních prostředků EU. Rádiový systém ERTMS (GSM-R) totiž tvoří přenosové prostředí pro nasazení perspektivního evropského systému železničního provozu ERTMS (ETCS). Použití systému ERTMS (ETCS) je u nás v současné době akcentováno zejména objednávkou a následným využíváním souprav řady 680 u ČD i v mezinárodním provozu. První souprava má být dodána již v příštím roce.

Modernizace tranzitní úrovně telekomunikační sítě ČD

Optimističtější situace je v přípravě a realizaci stavby Modernizace tranzitní úrovně telekomunikační sítě ČD, u které byla na základě schválené přípravné dokumentace, vypracované firmou SUDOP Brno s.r.o. v prosinci 2000 vyhlášena ČD obchodní veřejná soutěž 3. 10. 2001. Komplikovaný průběh soutěže byl završen po 12 měsících vítězstvím firmy DAMOVO ČR s.r.o., s níž bude v krátké době uzavřena smlouva na výstavbu tranzitní úrovně spojovací sítě ČD na bázi digitálních telefonních ústředen Ericsson MD 110 a datové sítě, jež dodá firma Cisco. Při realizaci stavby bude využito přenosových cest v rámci výstavby ŽVPS, které mají ČD bezplatně k dispozici podle smlouvy mezi Tiscali-ČDT a ČD. Realizace stavby Modernizace tranzitní úrovně telekomunikační sítě ČD odstraní špatný stav dálkové části telekomunikační sítě ČD. To je jedním z nezbytných předpokladů pro zefektivnění řízení a celkového zvýšení efektivity ČD, včetně nevyhnutelného začlenění se do evropské telekomunikační železniční sítě (UIC).

Zajištění základny pro údržbu a opravy elektrických jednotek řady 680 a 471

Přípravná dokumentace 1. etapy stavby „Modernizace stabilní myčky vozidel na odstavném nádraží Praha – jih“ byla dokončena a v současné době probíhají jednání s dotčenými orgány státní správy. Zpracování dokumentace je z hlediska technologie velmi náročné, neboť toto zařízení bude umožňovat mytí nově dovážených i stávajících ŽKV. Součástí stavby je výměna technologie ČOV, úprava zhlaví v úrovni železničního podjezdu ul. Chodovská, úprava kolejového napojení myčky, úpravy sanitárních kolejí a zatrolejování navazujících kolejí.

Přípravná dokumentace na 2. etapu výstavby „Úprava a modernizace haly č. 518 na ONJ Praha“ je v současné době před dokončením. V modernizované hale bude prováděna technicko-hygienická údržba elektrických jednotek řady 471, 680, 671, 675 a souprav složených z jednotlivých vozů. V hale bude prováděna výměna dvojkolí, podvozků a technologických celků umístěných pod vozidlem, výměna sběračů a střešních bloků trakční části vozidel atd. Již nyní se ukazuje, že náklady vynaložené na opravu a modernizaci haly včetně inženýrských sítí budou značně vysoké. Zhotoviteli přípravné dokumentace bylo proto zadáno zpracovat porovnání nákladů na úpravu a modernizaci haly č.518 s náklady na výstavbu nové haly.

Závěr

Výše uvedený výčet staveb není pochopitelně úplným seznamem investičních akcí Českých drah a jedná se pouze o rámcový výčet nejdůležitějších investičních akcí. Za prioritní považujeme však i další realizované nebo připravované akce, kterými se zabezpečuje začlenění železničních tratí nebo jejich částí do integrovaných dopravních systémů, které se již řeší v rámci nově zřízených krajů. Podkladem jsou přijatá Memoranda v rámci jednotlivých krajů.

Stěžejním úkolem nadále zůstává modernizace tratí národních tranzitních koridorů (I.- IV.), které představují páteř železničního systému v České republice a z hlediska tržeb významný ekonomický segment hospodaření. Cílem modernizací a optimalizací železničních tratí je kromě docílených parametrů po technické a technologické stránce získat zpět na železnici objemy z nákladní a osobní přepravy, dnes v řadě případů realizované po silnici.

Výše nastíněné investiční záměry vytvářejí dobrý předpoklad pro budoucí vstup České republiky do EU. Prioritou záměrů jsou jednoznačně závazky plynoucí z dopravního napojení České republiky na síť členských zemí EU.

Zkušenosti investora a jím realizovaná opatření ke snižování resp. k dodržení schválených nákladů zejména koridorových staveb

Ing. Jiří Bureš, ČD, s.o., DDC, o.z. 07

Úvod

Obvykle, u koridorových staveb pak vždy, příprava stavby spočívá ve zpracování dvou popř. tří stupňů projektové přípravy. Vždy je zpracována přípravná dokumentace a následně po jejím schválení projekt stavby, popř. projektové souhrnné řešení (dále jen PSŘ) a následné dopracování projektového souhrnného řešení (dPSŘ) do úrovně projektu stavby. Zadavatel - investor pro soutěž na zhotovení přípravné dokumentace zpracuje zadávací dokumentaci, která vymezí obsah a rozsah budoucí investice - stavby. Zadavatelem jsou České dráhy s.o., Divize dopravní cesty o.z. Příímým investorem u staveb železniční dopravní infrastruktury je pak místně příslušná stavební správa. Zhotovitel přípravné dokumentace zpracuje v rozsahu zadání a podle provedených průzkumů konkrétní návrh technického řešení včetně všech požadovaných částí dokumentace (návrh je v průběhu prací projednáván se zadavatelem) a zabezpečí jeho projednání s dotčenými orgány, organizacemi a osobami. Po jeho odevzdání provede zadavatel - investor kontrolu odevzdané dokumentace a po odstranění případných vad spolu s posuzovacím protokolem předloží dokumentaci k vydání expertního stanoviska Ministerstvu dopravy a spojů ČR. V souladu s expertním stanoviskem zpracuje a vydá odbor investiční DDC o.z. schvalovací protokol jako závazný podklad pro následné zadání projektu stavby, popř. PSŘ stavby. Nezbytnou součástí protokolu je stanovení limitních nákladů stavby. Nejedná se v tomto případě o celkové náklady na pořízení investice - stavby a nejsou zcela podstatné ani celkové investiční náklady, ale o náklady financované ze zdrojů mimo investora (státní rozpočet, SFDI, úvěry se státní zárukou, zdroje z Evropské unie, příspěvky jiných subjektů apod.). Obdobný proces nastává i u projektu stavby resp. PSŘ a dPSŘ. Při stanovení limitních nákladů se vychází především z návrhu propočtu resp. rozpočtu, který zpracoval zhotovitel dokumentace. Vedle toho však často, a u koridorových staveb vždy, musí investor respektovat schválený model financování a celkové přidělené zdroje na příslušný koridor nebo u jiných staveb možnosti přidělení zdrojů a je často nucen navržené náklady stavby redukovat. Dojde proto k důslednému prověřování navržených cen za jednotlivé práce, dodávky a výkony - u koridorových staveb pak s využitím nezávislého konzultanta - a pokud nejsou nalezeny potřebné úspory i k omezení věcného rozsahu stavby vypuštěním ne naprosto nezbytných prací, dodávek a výkonů. Stanovené limitní náklady ve schvalovacím protokolu projektu stavby nebo PSŘ jsou závazné i pro přijetí a případné odmítnutí nabídek uchazečů na realizaci stavby.

Vlastní zkušenosti investora a jím realizovaná opatření:

a) zkušenosti a opatření investora v průběhu projektové přípravy

Velmi neuspokojivý vývoj v čerpání přidělených zdrojů na I. tranzitní železniční koridor po zjištění, že vyčerpané zdroje jsou výrazně vyšší, než by odpovídalo podílu ukončených resp. smluvně zajištěným stavbám v realizaci, vedl investora a Ministerstvo dopravy a spojů ČR k ustavení odborné komise složené ze zástupců Českých drah, MDS

ČR, supervizora, nezávislého konzultanta a předních projektových firem k posuzování rozsahu staveb modernizace železničních koridorů. Tato komise od svého vzniku v květnu 1997 prověřuje rozsah jednotlivých staveb koridorů s tím, že důsledně odmítá veškeré požadavky složek Českých drah nad rámec Zásad modernizace vybrané železniční sítě Českých drah. Prověřuje jak rozsah přípravných dokumentací, tak i následných projektů staveb. Má značné pravomoci, ale i zodpovědnost za dodržení přidělených zdrojů. Vedle komise prověřují rozsah staveb v průběhu procesu projektování pracovníci přímého investora a odborných útvarů DDC o.z. Velmi obtížně se však odmítají požadavky např. obcí a dotčených fyzických osob, které splněním svých požadavků podmiňují vydání souhlasu s umístěním stavby resp. vydání následného stavebního povolení. Náklady staveb pak zvyšuje i plnění požadavků hygienických předpisů, zajištění bezbariérových přístupů a stále se zvyšující požadavky ekologie. Pokud by návrh limitních nákladů projektu stavby nebo PSŘ byl vyšší, než schválené limitní náklady přípravné dokumentace, nelze projekt stavby schválit. V tomto případě musí investor podaný návrh zhotovitelem projektu stavby velmi pečlivě prověřit. V případě, že prověrka prokáže možnosti dodržení schválených limitních nákladů přípravné dokumentace (ať už redukcí cen nebo nepodstatného věcného rozsahu - obvykle redukcí rozsahu prací), zabezpečí investor úpravu nákladů projektu stavby. Pokud to z objektivních důvodů není možné, musí dojít k přeschválení obsahu a rozsahu a nákladů přípravné dokumentace včetně stanovení nových limitních nákladů. To je možné jen po podrobném zdůvodnění a u staveb, kde bylo vydáno expertní stanovisko Ministerstva dopravy a spojů ČR, jen s jeho souhlasem. Podmínkou možného přeschválení je však i nalezení zvýšených zdrojů na financování budoucí výstavby. Pokud není vydán souhlas nebo nelze potřebné zvýšení nákladů zajistit, nutno určit zadávací dokumentaci ke zpracování přípravné dokumentace jiný obsah a rozsah potřebné investice a přípravnou dokumentaci přepracovat.

b) zkušenosti a opatření investora ve fázi soutěže na zhotovitele stavby

Pokud nejvhodnější nabídka je nižší nebo shodná se schválenými limitními náklady projektu stavby, pro zhotovitele stavby může být nabídka po prověření (mj. i kontrole ocenění jednotlivých prací, výkonů a dodávek) přijata. V případě zjištění nesprávného stanovení jednotkových cen dojde k jejich úpravě po dohodě s uchazečem ve smlouvě o dílo. Pokud však je nabídková cena nejvhodnější nabídky vyšší než schválené limitní náklady, musí investor tuto nabídku velmi podrobně prověřit (u koridorových staveb prověrku provádí i nezávislý konzultant) s tím, že v případech zjištění odchylek, a to např. jednotkových cen od jednotkových cen již realizovaných obdobných staveb, jiných nabídek apod. požaduje (obvykle cestou přímého investora) snížení celkové nabídkové ceny. Pokud s tím uchazeč souhlasí, dojde k uzavření smlouvy o dílo na sníženou cenu odpovídající schváleným limitním nákladům. Pokud se ukáže, že snížení ceny není ze zcela objektivních důvodů možné a ani nelze dohodnout nižší rozsah, ale je přitom reálné stanovit vyšší limitní náklady přeschválením projektu stavby, je možno nabídku po přeschválení přijmout. Pokud toto není možné dojde k odmítnutí všech nabídek resp. ke zrušení soutěže a je nutno realizovat soutěž novou (obvykle po úpravě rozsahu stavby).

c) zkušenosti a opatření ve fázi realizace stavby

Prakticky v průběhu výstavby dochází vždy k drobnějším, ale i k podstatným změnám, kdy realizace se musí odchýlit i od sebekvalitněji zpracovaného projektu stavby. Požadované změny však vesměs vedou ke zvyšování nákladů staveb. Posuzování změn

a zejména zhotovitelů dokumentací a staveb. Postupně odpadá snaha vyčerpat přidělené zdroje na stavbu navrhováním víceprací a zhotovitelská sféra již plně respektuje, že žádné práce nelze realizovat bez předchozího schválení změny promítnuté v dodatku smlouvy o dílo. Je jí jasné, že bez předchozího schválení je možné, že tyto třeba již provedené práce (ať už na dokumentaci stavby nebo při realizaci) nebudou následně investorem uhrazeny.

Vývoj ekonomických ukazatelů při výstavbě TŽK
Ing. Jiří Mandík, FRAM Consult a.s.

Modernizace III. tranzitního železničního koridoru, informace o projektu a postupu přípravy

Ing. Jan Sellner, ČD, s.o., DDC, o.z. 07

Úvod

Schválením materiálu „Rozvoj dopravních sítí ČR do r. 2010“ vládou ČR dne 21. června 1999 byly vytvořeny legislativní podmínky pro zahájení přípravy modernizace 3. tranzitního železničního koridoru Českých drah. Tento koridor je veden v trase Mosty u Jablunkova, státní hranice, - Dětmarovice - Přerov - Česká Třebová - Praha - Plzeň – Cheb, státní hranice a je součástí hlavní transevropské železniční magistraly E 40 Le Havre - Paris - Frankfurt - Nürnberg - Cheb - Praha - Mosty u Jablunkova - Žilina - Košice - Čop - Lvov. V úseku Praha - Plzeň - Cheb – Nürnberg je odbočnou větví IV. panevropského multimodálního koridoru. Z vnitrostátního hlediska spojuje 3. koridor severomoravský a západočeský region s hlavním městem České republiky Prahou a zabezpečuje jejich rychlé a kvalitní spojení.

Trasa 3. koridoru je částečně v souběhu s již realizovaným 1. a 2. koridorem. Úsek Česká Třebová - Praha je realizován v rámci 1. koridoru a úsek Dětmarovice - Přerov v rámci 2. koridoru. Na úseku Přerov - Česká Třebová začala realizace 1. etapy výstavby zahájením staveb Olomouc – Červenka a Krasíkov – Česká Třebová. V rámci projektu 3. koridoru budou realizovány úseky Mosty u Jablunkova – Dětmarovice, Praha - Plzeň - Cheb a 2. etapa modernizace Přerov - Česká Třebová.

Na rozdíl od loňské konference, kdy byla ještě realizace 3. koridoru dost nejasná, má nyní již o poznání konkrétnější obrysy. V roce 2001 byla zadána aktualizace územně technické studie „Optimalizace traťového úseku Praha Smíchov – Plzeň“, jejímž zpracovatelem byl SUDOP PRAHA, a územně technické studie pro úsek Mosty u Jablunkova - Dětmarovice jejímž zpracovatelem byl SUDOP Brno. Tyto územně technické studie byly dokončeny na jaře letošního roku a staly se podkladem pro zpracování studie proveditelnosti celého 3. koridoru Mosty u Jablunkova - Cheb, jejímž zpracovatelem byl SUDOP PRAHA. Studie proveditelnosti byla zpracována ve čtyřech variantách. Předmětem řešení této studie byla finanční a ekonomická analýza projektu 3. koridoru a porovnání technického řešení, především směrových poměrů. Z porovnání finančně ekonomické analýzy je zřejmé, že projekt vykazuje vysoké společenské přínosy.

Předběžné výstupy z rozpracované studie proveditelnosti se staly podkladem pro vypracování předkládacího materiálu pro správní radu Českých drah. Ta projekt modernizace 3. koridoru schválila svým usnesením č. 693 ze dne 26. dubna 2002. Po dopracování studie proveditelnosti na základě připomínek z jejího projednávání, byl vypracován předkládací materiál pro rozhodnutí vlády ČR, která realizaci „optimální“ varianty 3. koridoru schválila svým rozhodnutím č. 575/02 dne 5. června 2002. Celkové náklady projektu jsou stanoveny usnesením vlády ve výši 58 542,4 mil. Kč. Model financování je navržen kombinovaným způsobem, jako tomu bylo u předcházejících koridorů, a to:

- bankovní úvěry se státní zárukou ve výši 14,5 mld. Kč
- dotací ze Státního fondu dopravní infrastruktury ve výši 17,1 mld. Kč
- příspěvkem EU (kohezní fondy) v předpokládané výši 26,9 mld. Kč

Je třeba zdůraznit, že z nákladů potřebných pro realizaci optimální varianty představují náklady na dosažení referenčního stavu 69 % a pouze 31 % je určeno na vlastní modernizaci trati. Realizace projektu je stanovena na období let 2003 až 2010.

Projekt modernizace 3. koridoru, mimo již realizovaných staveb v rámci 1. a 2. koridoru, je vymezen následujícími úseky:

- Optimalizace trati Mosty u Jablunkova státní hranice - Český Těšín
- Optimalizace trati Český Těšín - Dětmovice
- Optimalizace trati Praha Smíchov - Řevnice
- Optimalizace trati Řevnice - Beroun
- Optimalizace trati Beroun - Zbiroh
- Optimalizace trati Zbiroh - Rokycany
- Modernizace trati Rokycany - Plzeň
- Tunel Ejpovice
- Optimalizace trati Plzeň - Stříbro
- Optimalizace trati Stříbro - Planá u Mariánských Lázní
- Optimalizace trati Planá u Mariánských Lázní - Cheb
- Optimalizace trati Cheb - Cheb státní hranice

Dále bude naplněn 3. koridoru realizace druhé etapy výstavby na spojovacím rameni Přerov - Česká Třebová:

- Modernizace trati Přerov – Olomouc, 2. část
- Modernizace trati Olomouc - Červenka, 2. část
- Modernizace trati Červenka - Zábřeh na Moravě, 2. část
- Optimalizace trati Zábřeh na Moravě - Krasíkov, 2. část
- Optimalizace trati Krasíkov - Česká Třebová, 2. část

Charakteristika a popis schválené optimální varianty

V rámci řešení bude provedena optimalizace směrových poměrů na stávajícím tělese dráhy tak, aby bylo možno zvýšit v ucelených úsecích stávající traťovou rychlost pro klasické vozové skříně do 120 km/hod., opuštění tělesa dráhy bude navrženo pouze ve zdůvodněných případech. Geometrický návrh osy bude vždy upřednostňovat průjezd souprav s naklápečí skříní nejvyšší možnou rychlostí.

Úsek Mosty u Jablunkova, státní hranice - Dětmovice

Stávající stav

Délka úseku je 54 km. V celém úseku je dvoukolejný pravostranný provoz, traťová rychlost 80 – 100 km/hod. Rychlost 100 km/hod. je na 70 % délky tratě. V poddolovaném území (cca 6,5 km) je rychlost jen 50 km/hod. Maximální sklon je 16 ‰ v blízkosti přechodu státních hranic. Stávající jízdní doba je cca 50 min.

Trakce stejnosměrná 3 kV. Zabezpečovací zařízení různorodé, od elektromechanických až po reléové typu AŽD 71. Realizace těchto zařízení byla v letech 1963 až 1991. Na trati je 7 železničních stanic (mimo Dětmovice), 6 zastávek a odbočka Chotěbuz. Na trati se nachází 27 mostů. Ve většině případů jde o klenbové kamenné mosty pocházející z dob stavby tratě a mosty s ocelovou nosnou konstrukcí s prvkovou

mostovkou. Na trati se v blízkosti přechodu státních hranic nachází dva jednokolejné tunely, vedené vedle sebe, dlouhé 600 m.

Navržené řešení

Je navržena optimalizace ve stávající ose. Zvyšování rychlostí se realizuje pouze v úsecích, která to již ve stávající stopě dovolují. Maximální rychlost po přestavbě bude 140 km/hod. pro klasické soupravy. Traťové rychlosti 100 – 140 km/hod. je dosaženo na 62 % délky tratě. Ve stanicích Mosty u Jablunkova, Jablunkov - Návsí, Bystřice a Louky nad Olší se zřizuje poloperonizace. V ostatních stanicích je již ve stávajícím stavu úplná peronizace. Zřizuje se nová zastávka Třinec město. Mosty se přestavují v rozsahu odpovídajícího jejich technickému stavu. V tunelech se provádí obnova činnosti odvodnění, oprava izolace a portálů, a doplnění o výklenky.

Úsek Přerov - Česká Třebová

Stávající stav

Délka úseku je 104 km. V celém úseku je dvoukolejný pravostranný provoz. V úseku Rudoltice - Třebovice, je každá kolej dvoukolejně tratě vedena v samostatné trase. Traťová rychlost je 90 - 140 km/hod. Rychlost 120 - 140 km/hod. je na cca 65 % délky tratě. Maximální sklon je 9,5 ‰. Stávající jízdní doba je cca 80 min.

Trakce stejnosměrná 3 kV. Na trati je 13 železničních stanic, 6 zastávek a odbočka Dluhonice (bez osobní dopravy), kde dochází k odbočení tratě na trať Přerov - Bohumín.

Navržené řešení

Stavební záměry na tomto úseku navazují na první etapu prací, které budou realizovány v rámci staveb 2. koridoru. Jako součást 3. koridoru se realizují především stavby Červenka – Zábřeh na Moravě a Přerov – Olomouc a dále úseky Štěpánov – Červenka a Krasíkov – Rudoltice v Čechách. V rámci těchto staveb se provede komplexní přestavba celé tratě se zvýšením rychlosti na 140 - 160 km/hod. Uvedené úseky jsou v příznivých směrových poměrech a proto zvýšení rychlosti nevyžaduje přeložky tratě s opuštěním stávajících pozemků dráhy.

Úsek Praha - Plzeň

Stávající stav

Délka úseku je 108,4 km. V celém úseku je dvoukolejný pravostranný provoz. Traťová rychlost je 90 – 100 km/hod. na 76 % délky tratě, rychlost 100 km/hod. je rychlost maximální. Maximální sklon 11,2 ‰. Stávající jízdní doba je cca 90 min.

Trakce v úseku Praha - Beroun stejnosměrná 3 kV, realizovaná v letech 1965 až 1970, v úseku Beroun - Plzeň střídavá 25 kV/50 Hz, realizovaná v letech 1980 až 1985. Staniční zabezpečovací zařízení v úseku Praha – Beroun zpravidla EMZ vzor 5007, traťové hradlový poloautomatický blok 2. kategorie. V úseku Beroun – Plzeň RZZ AŽD 71. Na trati je 13 železničních stanic a 11 zastávek. Na trati se nachází 114 mostů. Převládají klenbové kamenné mosty (23), mosty se spřaženou ocelobetonovou nosnou konstrukcí (30), betonové klenby (19) a železobetonové desky (24). Roky realizace staveb jsou velice rozmanité a pokrývají období od dob stavby tratě (1870) až do současnosti. Jednoznačně největším mostním objektem je most přes Berouнку s délkou přemostění 168 m. Na trati se nenachází žádný tunel.

Navržené řešení

V úseku Praha - Ejpvovice se navrhuje optimalizace tratě s lokálními přeložkami s cílem zvýšení rychlosti v ucelených úsecích na 120 km/hod. Ve stanicích, kde jsou dosud pouze úrovňová nástupiště, se navrhuje poloperonizace, v případě stanice Zdice peronizace. Ve stanicích Praha Radotín, Dobřichovice a Řevnice se stávající poloperonizace doplňuje na plnou peronizaci. Dochází k odstranění úrovňových přejezdů se silnicí II/105 v Radotíně, Černošicích a Řevnicích. Zřizuje se nová zastávka Kařez, jako náhrada za redukci stanice Zbiroh a Lety. Stávající mosty jsou podle svého stavu sanovány nebo rekonstruovány. Dvoukolejný ocelový příhradový most přes Berounku bude vzhledem k nedávné opravě pravděpodobně zachován. Trať bude vybavena moderním zabezpečovacím zařízením 3. kategorie s možností dálkového ovládní. Trakční systémy zůstávají zachovány. Traťová rychlost v celém úseku neklesá pod 90 km/hod. Rychlost 120 km/hod. je na 47 % délky tratě, maximální rychlost pro klasické soupravy bude 140 km/hod.

V úseku Ejpvovice - Plzeň se navrhuje rozsáhlá přeložka vedená mimo žst. Chrást. Trasa této přeložky je ztotožněna z trasou výhledové vysokorychlostní tratě. Tomu odpovídají i trasovací parametry přeložky, které umožňují provoz rychlostí až 200 km/hod. Přeložka je dlouhá 6,9 km a je na ní navržen 4 km dlouhý tunel. Stávající trať pak bude sloužit regionální osobní dopravě a dopravě nákladní. Úseky Ejpvovice - Chrást a Bukovec - Doubravka, které přímo navazují na přeložku, mohou být zjednotkolejňeny. To umožní i jednoduché kolejové napojení stávající tratě a přeložky. Jízdní doba z Prahy do Plzně se při jízdě po přeložce zkrátí na 71 minut pro klasické soupravy. Realizaci přeložky dojde ke zkrácení trati o 5,9 km.

V maximální variantě byla mezi Prahou a Berounem navržena rozsáhlá cca 27,5 km dlouhá přeložka, vedena ve velice náročném terénu, vyžadující rozsáhlé stavební úpravy. Trasa této přeložky je ztotožněna s trasou výhledové vysokorychlostní tratě. Tomu odpovídají i trasovací parametry přeložky. Na trati jsou dva tunely o celkové délce 13 550 m a most v délce 1 100 m a výšce až 60 m. Vzhledem k vysoké finanční náročnosti, cca 18,5 mld. Kč v cenové úrovni roku 2001, nebyla tato přeložka schválena k realizaci.

Úsek Plzeň - Cheb státní hranice

Stávající stav

Délka úseku Plzeň - Cheb je 105,94 km, úseku Cheb - státní hranice je 10,88 km. Provoz v úseku Plzeň – Kozolupy dvoukolejný pravostranný, v úseku Kozolupy - Lipová u Chebu jednokolejný, Lipová u Chebu – Cheb dvoukolejný pravostranný a v úseku Cheb - státní hranice jednokolejný provoz. Traťová rychlost je 90 – 100 km/hod. na 61 % délky tratě. Maximální sklon 12 ‰. Stávající jízdní doba je cca 90 minut (Plzeň - Cheb).

Trakce v úseku Plzeň - Cheb střídavá 25 kV/50 Hz, realizovaná v letech 1968 až 1988, Cheb - státní hranice nezávislá trakce. Zabezpečovací zařízení v úseku Plzeň – Cheb dálkově ovládané, čtyřznakový autoblok realizovaný v roce 1960, Cheb - státní hranice traťové poloautomatické.

Na trati je 13 železničních stanic, 6 výhyben a 5 zastávek. Na trati se nachází 130 mostů. 6 podchodů a 3 tunely. Klenbové kamenné mosty pochází z dob stavby tratě, ocelové postupně z let 1930, 1950 a 1970. Jednokolejné tunely byly opravovány v letech 1965-1967.

Navržené řešení

Jelikož stávající trať je v nevyhovujících směrových poměrech, navrhuje se jejich výrazné zlepšení. Traťové rychlosti 90 – 110 km/hod. pro klasické soupravy bude dosaženo na 79 % délky tratě. Předpokládá se zdvoukolejnění úseku Kolzolupy - Pňovany. Do stavby není zahrnuta stanice Cheb, která je již po rekonstrukci. V úseku Cheb - státní hranice byly již provedeny předelektrizační úpravy. Ve stanicích a zastávkách se navrhuje nástupiště vždy s pevnou hranou se zachováním stávajícího přístupu. Předpokládá se zřízení poloperonizací s ostrovním nástupištěm a podchodem v železničních stanicích Pňovany, Stříbro, Planá u Mariánských Lázní, Lázně Kynžvart. Počet i situování stanic je zachováno. Klenbové mosty a ocelové mosty z let 1930 budou sanovány. Ostatní mostní objekty budou rekonstruovány s ohledem na jejich stav. U tunelů bude obnovena funkce odvodnění, oprava portálů a doplnění bezpečnostních výklenků. Trať bude vybavena moderním zabezpečovacím zařízením 3. kategorie s možností dálkového ovládání. Jízdní doba z Plzně do Chebu bude cca 85 minut pro klasické soupravy.

Závěr

V současné době probíhá zpracování přípravných dokumentací stavby Plzeň – Stříbro s termínem ukončení v březnu 2003. V říjnu letošního roku byly vypsány obchodní veřejné soutěže na zpracování přípravných dokumentací staveb Rokycany – Plzeň a Tunel Ejpovice. Připravuje se zadání přípravných dokumentací staveb Planá u Mariánských Lázní – Cheb a Praha Smíchov - Řevnice. Jako geotechnický konzultant pro zpracování přípravných dokumentací staveb 3. koridoru byla vybrána firma SG Geotechnika.

Projektová příprava IV. TŽK, zkušenosti a stanovení dalšího postupu přípravy k realizaci staveb IV. TŽK, včetně dopadů nových zákonů a vyhlášek životního prostředí

Ing. Pavel Mathé, ČD, s.o., DDC, o.z. SS Praha
RNDr. František Žižka, specialista v oblasti životního prostředí

Legislativní rámec ochrany životního prostředí

Problematika ochrany životního prostředí byla legislativně upravena pro investiční činnost již od roku 1976, kdy byla tato záležitost zapracována do zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) a ten je po řadě novel platný do současnosti.

Na počátku platnosti tohoto zákona nedocházelo k řádnému naplňování této právní úpravy ochrany životního prostředí a v řadě případů se stavební úřady spokojily s konstatováním, že stavba nebude mít vliv na životní prostředí. Zvrat nastal na začátku devadesátých let, kdy byla ochrana životního prostředí daleko důsledněji a podrobněji specifikována do nově se tvořící legislativy.

V závěru roku 1991 byl přijat zákon o životním prostředí, který nabyl účinnosti v lednu 1992 pod č.17/1992 Sb. Zde je §17 odst. 2 uložená povinnost hodnocení vlivů na životní prostředí pro investiční činnost. Další zákon ovlivňující zabezpečení ochrany životního prostředí byl schválen v únoru 1992 pod č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. V dubnu pak byl schválen zákon č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, který vymezil způsob posuzování vlivů na životní prostředí pro stavby a nabyl účinnost od 1. července 1992.

Zákony zabezpečující ochranu životního prostředí procházejí bouřlivým vývojem a jsou průběžně novelizovány. V srpnu 2000 byl zveřejněn zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví s nabytím účinnosti 1. ledna 2001 a v prosinci následovalo ve formě prováděcího předpisu nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, které v současnosti významně ovlivňují přípravu staveb. Novelizací prošel i zákon o posuzování vlivů na životní prostředí, který byl schválen pod č. 100/2001 Sb. s nabytím účinnosti od 1. ledna 2002. Následně vyšla druhá úplná novelizace zákona o odpadech pod č. 185/2001 Sb.

Tento stručný přehled zabezpečení ochrany životního prostředí v oblasti legislativy předznamenává složitost přípravy investic.

Příprava staveb IV. železničního tranzitního koridoru

V závěru roku 1999 rozhodly České dráhy o zahájení přípravy Modernizace trati IV. železničního tranzitního koridoru České Budějovice – Praha. Úvodním krokem bylo zadání územně technických studií (ÚTS). Vzhledem k rozdílnému charakteru dílčích částí trati bylo zadání rozděleno do 4 částí:

- České Budějovice – Veselí nad Lužnicí (včetně)
- Veselí nad Lužnicí (mimo) – Tábor (včetně)
- Tábor (mimo) – Benešov u Prahy (mimo)
- Benešov u Prahy (včetně) – Praha.

Po výběrovém řízení byly po výběru zhotovitelů zpracovány ÚTS.

Po zpracování územně technických studií (ÚTS) byl záměr této stavby oznámen Ministerstvu životního prostředí (MŽP), které ČD doporučilo zpracovat posouzení vlivů na životní prostředí (EIA) pro úseky České Budějovice – Veselí n. L., Veselí n. L. – Tábor, Tábor – Benešov a Benešov – Praha s nutností posoudit přírodu minimálně za jedno vegetační období.

ČD nechalo zpracovat EIA po výběrovém řízení na uvedené úseky v průběhu roku 2001 podle zákona č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí v plném znění před novelou. Zpracované dokumentace byly v listopadu 2001 předány ČD. Následovalo jejich předání na MŽP, které v souladu se zákonem zahájilo proces posuzování s následným veřejným projednáním tak, aby mohlo vydat stanovisko pro procesy územního řízení (ÚŘ). Při bezproblémovém posouzení a veřejném projednání by bylo možné dostat stanoviska MŽP v průběhu července. Tento průběh nebylo možné zajistit vzhledem k poměrně nedostatečnému rozsahu technických informací pro zpracování EIA a nesouhlasu některých obcí a měst s vedením tras.

Na základě usnesení vlády České republiky č. 1317 ze dne 10. 12. 2001 byla neprodleně zahájena projektová příprava staveb IV. TŽK zajištěním přípravných dokumentací pro územní řízení jednotlivých stavebních úseků. Prioritně byly zadány dokumentace traťových úseků, ve kterých z dosavadního projednání územně technických studií a dokumentace EIA nebyly předpokládány zásadní územní problémy. Jednalo se zejména o úseky:

- Strančice – Praha Hostivař
- Benešov u Prahy – Strančice
- Tábor – Sudoměřice u Tábora
- Doubí u Tábora – Tábor
- Ševětín – Veselí n. Lužnicí
- Horní Dvořiště – České Budějovice

Zadání tzv. problémových úseků bylo pozdrženo s odkazem na souběžně vyhodnocované dokumentace EIA.

V průběhu uzavírání obchodních veřejných soutěží ve smyslu zák. č. 199/94 Sb. v platném znění se projevila veškerá úskalí tohoto zákona, neboť veškerá rozhodnutí zadavatele byla napadena nevybranými uchazeči. Z tohoto důvodu byla do konce září t.r. zpracována pouze jediná PD Optimalizace trať. úseku Strančice – Praha Hostivař a v současné době je rozpracována PD Optimalizace trať. úseku Horní Dvořiště – České Budějovice.

Na věcně méně rozsáhlé trat' úseky, kde to předpokládaný objem umožňuje, použil zadavatel ve smyslu části III. zákona jiný způsob zadání veřejné zakázky. Výzva více zájemcům dle §49 zákona byla použita pro zajištění geotechnického průzkumu a PD následujících úseků:

- Tábor – Sudoměřice u Tábora
- Doubí u Tábora – Tábor

Z důvodu zrušení OVS na zhotovitele PD úseku Ševětín – Veselí n. Lužnicí a zejména z důvodu urychleného řešení povodňových škod z roku 2002, došlo též k rozdělení tohoto úseku a následně k zajištění PD formou samostatných výzev více zájemcům na úseky:

- Ševětín – Horusice
- Horusice – Veselí n. Lužnicí

Na základě výše uvedených skutečností jsme pro zajištění příprav IV. TŽK požádali MŽP o výjimku z procesu EIA s tím, že se uzavře proces na bezproblémové úseky a úseky, v nichž je třeba přehodnotit vedení nových tras, se projednají v pozdější době.

K rozdělení došlo na úseku České Budějovice – Veselí n. L., kde se odděluje projednání úseku České Budějovice – Ševětín z důvodů nesouhlasu občanů Hrdějovic s vedením trasy. Z úseku Veselí n. L. – Tábor se odděluje úsek Soběslav – Doubí u Tábora z důvodů prověření možnosti vedení těsného souběhu dálnice a železnice, které je vyvoláno názory obyvatel města Soběslav a některých přilehlých obcí a podpořeno MŽP, hejtmánem Jihočeského kraje a ochránci přírody.

Zkušenosti z přípravy staveb IV. TŽK

Jak se dalo předpokládat, po více než 10 letech života v demokratické společnosti, zkušenostech dotčených subjektů, zejména dotčených obcí a orgánů státní a veřejné správy, tak i fyzických osob, dochází k enormním požadavkům na tzv. vnucované požadavky. Jedná se zejména o množství konkrétních požadavků na řešení odstranění úrovnových křížení, odstranění historické bariery průchodu žel. tratě obcemi, dostupnosti pozemků a nemovitostí na úkor železniční investice. Většina těchto subjektů se snaží tímto způsobem řešit dlouhodobě odkládané vlastní problémy. Pouze v některých případech se podaří teprve s průkazem negativního dopadu na obec přesvědčit žadatele o nevhodnosti jeho požadavku. V každém případě prokazování nevhodnosti požadavku však stojí investora i projektanta drahocenný čas.

Samostatnou kapitolou je ochrana obyvatelstva a území před dopadem z hluku a vibrací vznikajícím železniční dopravou, případně silniční dopravou na přeložkách komunikací. Stále přísnější legislativní normy v této oblasti stavějí investora i projektanta někdy i do neřešitelné polohy. Přitom se jedná o ochranu objektů a využitého území, které vesměs vznikly historicky právě podél železniční trati. Naprostá absence posuzování hygienických norem při tvorbě územně plánovacích dokumentací a samotné výstavby v okolí dráhy se nyní obrací proti investorovi a nutí jej ochránit relativně novou výstavbu od škodlivých vlivů z provozu dráhy. V mnohých případech pak dochází k paradoxní situaci, kdy je nucen investor v rámci modernizace resp. optimalizace železniční trati řešit

její opuštění a přeložení mimo sídlo, nebo je hygienou absurdně doporučeno řešení problému snížením rychlosti vlaků na nižší úroveň než je v současnosti.

Z výše uvedených problémů vyplývá, že zákon č. 266/1999 Sb. o dráhách nedostatečně ošetřuje ochranné pásmo dráhy. Lze též konstatovat, že se projevuje i nedůsledné uplatňování potřeb ochrany dráhy v legislativě obecně. Jako příklad lze uvést řešení hluku v zákoně č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, § 31 odst. 2 a 3, které vymezují problém letišť vymezením ochranného hlukového pásma v souladu se stavebním zákonem § 120 a § 32 odst.1. bod c) rozhodnutí o ochranném pásmu nebo chráněném území. Dále se nedůsledně uplatňuje nedostatečně řešené odstraňování zdrojů ohrožení dráhy podle § 10 zákona o dráhách ve vazbě na divoce rostoucí náletové stromy. Zde je nutné požádat o rozhodnutí drážní správní úřad, který by měl vydat rozhodnutí po projednání se všemi dotčenými. Žádost podaná u správního orgánu na ochranu přírody nám činí problémy, které se projeví v letošním roce pádem stromů na trať u Přelouče.

Obecné závěry pro investiční činnost u obdobných velkých projektů

Na základě zkušeností z projednání EIA na IV. koridoru plynou následující doporučení:

1. Proces EIA zahájit jako koncepční pro celou trasu (zák. č.244/1992 Sb.)
2. V procesu EIA pokračovat podle novely zákona č.100/2001 Sb., formou oznámení pro jednotlivé stavby (stavební úseky)
3. Pro proces EIA je nutné změnit rozsah dokumentací pro ÚŘ. Tato dokumentace (DÚR) se stane rozhodující v projektové přípravě. Na základě požadavků procesu EIA je nutné znát „přesné“ zábory pozemků, „přesné“ objemy přesunu hmot (materiálů, odpadů atp.) a znát způsoby technické realizace staveb (stroje, dopravní a stavební technologie, trasy dopravy atp.). Na základě těchto informací se musí zpracovat emisní studie zatížení prostředí realizací stavby (zejména hluk, prašnost a exhalace ze spalovacích motorů stavebních strojů a dopravních prostředků atp.).

Príprava stavieb modernizovaných tratí

Ing. Ondrej Podolec, Ing. Ján Špánik, REMING Consult a.s.

Uznesením vlády SR č.166/93 „Dlhodobý program rozvoja železničných ciest“ aktualizovaný uznesením vlády SR č. 686/97 bola definovaná ako jedna z priorit modernizácia koridoru Bratislava – Žilina – Čadca – Skalité - hranice s Poľskom. Jej súčasťou je druhá stavba Trnava – Nové Mesto nad Váhom, tretia stavba modernizácie úseku trate Nové Mesto n/Váhom – Púchov, na ktorých je REMING Consult a.s. generálnym projektantom a štvrtá stavba Púchov – Žilina, kde je REMING Consult a.s. spracovateľom porovnávacej štúdie. Projektové dokumentácie sú v súčasnosti v rôznych stupňoch spracovania. Druhá stavba je na úrovni dokumentácie pre stavebné povolenie, tretia stavba je na úrovni dokumentácie pre územné rozhodnutie a štvrtá stavba je rozpracovaná na úrovni štúdie. Smerové vedenie trasy vychádzalo z už dávnejšie vypracovaných štúdií, ktoré ale neriešili úseky so zložitými smerovými pomermi, resp. ich ponechali v súčasnom stave, pri zachovaní nízkych rýchlostí. Prezentácia týchto úsekov a možnosti ich trasovania na rýchlosť 160 km/hod., resp. 140 km/hod. sú náplňou tohto príspevku.

Trasovanie železničnej trate tunelom medzi Novým Mestom n/Váhom a Trenčianskymi Bohuslavcami

V tomto úseku trate je v štádiu riešenia aj ucelená časť stavby Nové Mesto n/Váhom – Trenčianske Bohuslavice, kde v zložitých smerových pomeroch je v súčasnosti dosahovaná traťová rýchlosť 70 – 80 km/hod. Podľa predpisu ŽSR Ž11 „Všeobecné zásady a technické požiadavky na modernizované trate ŽSR rozchodu 1435 mm“ je cieľom modernizácie železničných tratí zvýšenie terajšej najvyššej traťovej rýchlosti do rýchlosti 160 km/hod. vrátane tak, aby rýchlosť 160 km/hod. bola dosahovaná v čo najdlhších úsekoch bez obmedzujúcich rýchlostných skokov, pričom za obmedzujúci rýchlostný skok sa považuje rozdiel rýchlostí medzi susednými úsekmi väčší ako 20 km/hod.

Počas spracovávania vedenia trasy v úseku Nové Mesto n/Váhom – Trenčianske Bohuslavice boli navrhnuté viaceré alternatívy trasovania. Ako podklad slúžila štúdia vypracovaná fy SUDOP Trade s.r.o. z roku 1995. Návrh trasy bol spracovaný v troch alternatívach. Prvá bola vypracovaná alternatíva vedenia trasy „odrezom“ okolo Tureckého vrchu. Jedná sa o dva protismerné oblúky polomerov $r = 1300$ m s prevýšením $p = 120$ mm. Pri tejto alternatíve, ktorá vychádza z riešenia v štúdiu je potrebné vybudovať zárubný múr v dĺžke 400 m s priemernou výškou 30 m, ale oproti štúdiu nie je potrebné preložiť št. cestu č. I/61. Riešenie trasovania odrezom v takto stiesnených pomeroch – súbeh železničnej trate, št. cesty č. I/61 a ochrannej hrádze Biskupického kanála, je technicky aj prevádzkovo veľmi náročné, výrazne zasahuje do prírodnej rezervácie Turecký vrch a vyžaduje si aj nemalé doplnujúce technické opatrenia. Ďalej si vyžaduje množstvo technologických medzistavov pri budovaní novej trasy, rozsiahle opatrenia na ochranu prevádzky ako na železničnej trati tak aj na št. ceste č. I/61 počas budovania zárubného múru a v neposlednom rade dlhodobú jednokoľajnú prevádzku v trvaní 18½ mesiaca. V konečnom dôsledku by bola dosiahnutá požadovaná rýchlosť 160 km/hod., ale s medznými hodnotami prevýšenia, ktoré by si v budúcnosti vyžadovali zvýšené prevádzkové náklady pri údržbe modernizovanej trate.

Druhou alternatívou trasovania bolo vedenie trasy tunelom cez Turecký vrch. Z hľadiska zásahov do prírodnej rezervácie Turecký vrch má návrh trasy minimálny dopad.

K zásahu do masívu Turecký vrch dôjde iba v oblasti portálov objektu tunela. Výhodou tejto alternatívy trasovania je fakt, že objekt tunela dĺžky cca 1500 m sa môže zrealizovať nezávisle, bez toho, aby obmedzoval dvojkolažnú prevádzku na predmetnom úseku trate a vyhneme sa komplikovanej ochrane št. cesty č. I/61, železnice a jednokolažnej prevádzke na pôvodnej trati pri budovaní zárubného múru. Ďalším pozitívom tohto návrhu sú aj jeho technické parametre trasovania výhľadovo pre rýchlosť nad 200 km/hod. Jedná sa o dva protismerné oblúky s polomerami $r = 2000$ m s prevýšením $p = 84$ mm. Pri takomto vedení trasy sa dosiahne priame zaústenie do žst. Trenčianske Bohuslavice bez ďalších väčších zmien v samotnej žel. stanici. Vzhľadom na relatívne stále klimatické podmienky, priaznivé smerové pomery novej trasy a konštrukciu železničného zvršku (pevná jazdná dráha), vytvárajú sa predpoklady na zníženie prevádzkových nákladov pri takto zrealizovanej trati.

Ako najvhodnejšia metóda realizovania tunela vzhľadom na dĺžku tunela a predpokladané geologické podmienky je razenie novou rakúskou tunelovou metódou, ktorej základným princípom je vytvorenie prirodzenej „horninovej klenby“ prenášajúcej horninové tlaky v okolí výrubu. Podľa výsledkov geologického a hydrogeologického prieskumu sa pristúpi k zhotoveniu tunela s drenážou – bez spodnej klenby alebo bez drenáže - so spodnou klenbou. Plocha výrubu drevín by sa pohybovala v rozmedzí od 100 do 120 m². Pre takto dlhý tunel bude navrhnutá v blízkosti stredu jedna úniková chodba. Je potrebné poukázať na to, že objem odťaženej zeminy z tunela spolu s portálovými výkopmi sa približne rovná objemu odťaženej zeminy z odrezu pre zárubný múr.

Pre úplnosť je treba spomenúť, že bola spracovaná aj 3. alternatíva trasy vedená taktiež okolo Tureckého vrchu dvoma protismernými oblúkmi s polomerami oblúkov $r = 1400$ m a s prevýšením $p = 116$ mm. V tejto alternatíve je potrebné nielen vybudovať zárubný múr v dĺžke cca 95 m s priemernou výškou 10 m, ale aj preložiť št. cestu č. I/61 v dĺžke min. 1150 m, resp. jej trasovanie navrhnuť vzhľadom na trasu železnice na estakáde v dĺžke cca 950 m. Je potrebné presunúť aj situovanie žst. Trenčianske Bohuslavice o 300 - 400 m, čo si vyžiada nové teleso železničného násypu a demolíciu objektov pred a v súčasnej stanici.

Na porovnanie celkových nákladov bolo vypracované ekonomické zhodnotenie jednotlivých alternatív a je prezentované v tab. 1.

Tab. 1
Ekonomické zhodnotenie

	I. alternatíva – odrez	II. alternatíva - tunel	III. alternatíva
Ekonomické náklady [tis. Sk]	1 263 508	1 552 356	1 262 785
Prevádzkové náklady počas výstavby	273 700	0	95 500
Náklady celkom [tis. Sk]	1 537 208	1 552 356	1 358 285

Na základe popisu jednotlivých alternatív vedenia trasy a ich vyhodnotenia ako kvantitatívnymi tak aj kvalitatívnymi ukazovateľmi, z pohľadu ochrany životného prostredia a vplyvu stavby na životné prostredie, sa dá konštatovať, že vedenie trasy tunelom cez Turecký vrch svojimi technickými a ekonomickými parametrami a celkovými ukazovateľmi je z dlhodobého hľadiska technicky a ekonomicky výhodnejšie. Okamžité vyššie predpokladané

ekonomické náklady sú kompenzované nižšími prevádzkovými nákladmi v čase užívania novej modernizovanej trate.

Po prerokovaní so zložkami ŽSR ako aj s GR ŽSR bola pôvodná štúdia prehodnotená a bol schválený tunelový variant vedenia trasy.

Trasovanie železničnej trate v meste Trenčín

Súčasťou tretej stavby modernizácie už spomenutého úseku trate Nové Mesto n/Váhom – Púchov je aj úsek Zlatovce – Trenčín – Trenčianska Teplá.

V súčasnosti je traťová rýchlosť v úseku Zlatovce – Trenčín vzhľadom na smerové pomery trate 70 km/hod. V dôsledku vyššie uvedeného predpisu ŽSR Ž11 „Všeobecné zásady a technické požiadavky na modernizované trate ŽSR rozchodu 1435 mm” bola spracovaná zjednodušená štúdia riešenia železničnej trate v uvedenom úseku na rýchlosť 140 km/hod. so zakomponovaním smerového vedenia do územného plánu mesta Trenčín, s možnosťou nového napojenia železničnej trate od Chynorian a s mimoúrovňovým krížením s uvažovaným cestným južným obchvatom mesta (v smere na Trenčiansku Teplú).

Železničná trať

Súčasný odchodový oblúk zo žst. Zlatovce o polomere 400 m bude nahradený oblúkom o polomere 1000 m. Týmto smerovým oblúkom sa novo navrhnutá trasa odkláňa od súčasného stavu, prechádza novým premostením cez rieku Váh a oblúkom o polomere 1000 m, ktorý nahradí dva protismerné oblúky o polomeroch 300 m, vchádza trať do žst. Trenčín v súčasných smerových pomeroch. Úsek trate medzi žst. Trenčín a žst. Trenčianska Teplá je rovnako ako predchádzajúci úsek navrhnutý na rýchlosť 140 km/hod. Táto smerová úprava si vyžiada preložku trate o dĺžke 900 m (medzi žkm 126,2 - 127,1). Taktiež prejazd vlakov cez žst. Zlatovce a žst. Trenčín je navrhnutý na rýchlosť 140 km/hod., čo umožní plynulú jazdu bez rýchlostných skokov.

Mostná konštrukcia cez rieku Váh

V rámci spracovanej štúdie bolo riešených viacero variant premostenia Váhu s ohľadom na možnosť použitia rôznych typov mostných konštrukcií. Dĺžka premostenia je cca 340 m, pričom most je smerovo v priamej, čo umožňuje návrh viacpoľového mostného objektu tak stredných rozpätí (30 – 50 m) ako aj veľkých rozpätí (viac ako 60 m), pri dodržaní podmienky zabezpečenia plavebnej dráhy min. šírky 50 m pre obojsmernú plavbu alebo 2 x 30 m v susedných poliach pre jednosmernú plavbu. Osová vzdialenosť koľají na moste je v závislosti na type nosnej konštrukcie v rozmedzí 4,1 – 7,1 m (spoločný most pre obidva smery, resp. samostatný most pre každý smer).

Všetky varianty sú v súlade s požiadavkou ŽSR pre modernizované trate navrhnuté s priebežným koľajovým lôžkom. Spodnú stavbu mostov tvoria masívne krajné opory a medziľahlé piliere z betónu s obkladom s prírodného kameňa. Spôsob zakladania je možné navrhnuť až na základe inžiniersko-geologického prieskumu. Predpokladá sa výskyt riečnych štrkov, na ktorých by konštrukcie mohli byť uložené plošne s prípadným zvýšením únosnosti v základovej škáre pomocou pilót, resp. mikropilót.

Výhody a nevýhody uvedeného riešenia

Vhodným presmerovaním železničnej trate v smere od Chynorian ku hrádzi a jej zapojením pred žst. Trenčín sa vytvorí v centre mesta priestor pre využitie na komerčnú

a občiansku zástavbu, resp. na rekreačno-športové účely (celá plocha pripadajúca na takéto využitie má 44715 m²).

Navrhované riešenie rešpektuje dopravné riešenie územného plánu mesta Trenčín s uvažovaným mimoúrovňovým krížením s cestným južným obchvatom Trenčína. Novonavrhané riešenie tiež obsahuje zrušenie všetkých jestvujúcich úrovňových priecestí a ich nahradenie nadjazdami resp. podjazdami, čím sa odstránia súčasné problémové kolízne body.

Konštrukcie súčasných mostov (priehradové oceľové konštrukcie) je možné využiť po technických úpravách napr. pre cestnú dopravu v smere na Bratislavu so zapojením do ul. Žabinskej a tým odľahčiť súčasný cestný most cez Váh. Rovnako sa súčasné mostné konštrukcie dajú využiť pre rekreačné účely – cyklistické a pešie trasy a ich zapojenie do súčasných trás pozdĺž koryta Váhu.

Nesporným negatívom navrhovaného riešenia je vedenie trasy jednak časťou mesta s individuálnou bytovou výstavbou na pravom brehu koryta Váhu a na druhej strane priestorom mestského kúpaliska, ktoré bude navrhovaným riešením vždy dotknuté. Pri realizácii navrhnutého riešenia by došlo k odstráneniu vonkajších bazénov, pričom krytý bazén by aj naďalej mohol plniť svoju funkciu. V tomto prípade by muselo prísť k vybudovaniu náhradného rekreačného areálu s otvorenými bazénmi v novej lokalite mesta, pričom zaujímavou by mohla byť oblasť ostrova v koryte Váhu, na ktorom sa už v súčasnosti nachádza lodenica a je miestom rekreácie obyvateľov mesta. Navyše uvedená lokalita nie je príliš vzdialená od dnešného areálu kúpalísk, čo sa javí priaznivo z hľadiska návyku obyvateľstva pri smerovaní za športom a oddychom. Toto riešenie by priaznivo ovplyvnilo možnosť rozvoja rekreačného areálu, nakoľko možnosti rozvoja súčasného areálu sa zdajú byť vyčerpané vzhľadom na jeho polohové ohraničenie železničnou traťou, Váhom a miestnou komunikáciou, za ktorou je situovaný futbalový štadión.

Z hľadiska zamedzenia negatívneho dopadu prevádzky žel. trate budú mosty opatrené po oboch stranách protihlukovými bariérami, ktoré budú chrániť okolie pred hlukom z dopravy a súčasne esteticky dotvoria vzhľad mostných konštrukcií. K zníženiu hlukových emisií do okolia dôjde aj vďaka modernizácii samotnej trate (pružné uloženie koľajníc na podvaloch), ďalej použitím priebežného koľajového lôžka na mostoch a navyše modernizáciou vozového parku určeného pre jazdu vyššími rýchlosťami.

ŽSR, Modernizácia železničnej trate Púchov – Žilina na rýchlosť do 160 km/hod. - štúdia

REMING Consult a.s. je spracovateľom porovnávacej štúdie. Pôvodnú štúdiu spracoval SUDOP Trade a mala obmedzujúce úseky s rýchlosťou 100 km/hod. Porovnávacia štúdia rieši zvýšenie traťovej rýchlosti na traťovom úseku Púchov – Žilina na rýchlosť do 160 km/hod. s max. poklesom na rýchlosť 140 km/hod. V súčasnej dobe predmetný úsek nespĺňa požadované kritéria pre modernizované trate. Z uvedeného dôvodu hlavnou úlohou tejto štúdie je preverenie a následný návrh trasy, ktorá bude spĺňať požiadavky v súlade s dohodou AGC a AGTC.

Štúdia nerieši zst. Púchov a železničný uzol Žilina. Modernizáciu železničného uzla Žilina, doporučujeme riešiť ako samostatnú stavbu s ohľadom na výhľadové sprevádzkovanie zriaďovacej stanice v obci Teplička nad Váhom. V oblasti železničného uzla Žilina je v tejto štúdii riešené možné zvýšenie rýchlosti v oblasti depa v smere na Čadcu a osobnú stanicu Žilina.

Jestvujúci stav

Traťový úsek Púchov – Žilina má dĺžku 44,1 km, začína za žst. Púchov a končí za mostným objektom cez potok Rajčanka. Dĺžka skutočného riešeného existujúceho úseku v tomto prípade je 42,3 km.

Železničná trať je v súčasnosti rozdelená na 5 medzistaničných úsekov:

- Žst. Púchov – Žst. Považská Bystrica
- Žst. Považská Bystrica – Žst. Považská Teplá
- Žst. Považská Teplá – Žst. Bytča
- Žst. Bytča – Žst. Dolný Hričov
- Žst. Dolný Hričov – Žst. Žilina

a 4 železničných staníc:

- Žst. Považská Bystrica
- Žst. Považská Teplá
- Žst. Bytča
- Žst. Dolný Hričov

Medzistaničný úsek Púchov – Považská Bystrica je v súčasnej dobe navrhnutý na rýchlosť do 100 km/hod. Na predmetnom úseku sa nachádzajú dve zastávky, zastávka Nosice a Miločov.

Žst. Považská Bystrica je navrhnutá v súčasnej dobe na traťovú rýchlosť 100 km/hod. (priebežné koľaje). Koľajové rozvetvenie je tvorené pomerovými výhybkami umožňujúcimi rýchlosť 50 km/hod. V žst. sa nachádza jedno ostrovné nástupište dĺžky 400 m a dve úrovňové nástupištia. Prístup na ostrovné nástupište je zabezpečený podchodom.

Medzistaničný úsek Považská Bystrica – Považská Teplá je v súčasnej dobe navrhnutý na rýchlosť do 100 km/hod., s miestnymi obmedzeniami na rýchlosť do 85 km/hod.

Žst. Považská Teplá je navrhnutá v súčasnej dobe na rýchlosť 90 km/hod. Výhybky umožňujú rýchlosť v odbočke 50 km/hod. V žst. sa nachádzajú 3 úrovňové nástupištia.

Medzistaničný úsek Považská Teplá - Bytča je v súčasnej dobe navrhnutý na rýchlosť do 120 km/hod., s miestnymi obmedzeniami na rýchlosť do 80 km/hod. Na predmetnom úseku sa nachádzajú dve zastávky, zastávka Plevník - Drieňové a Predmier.

Žst. Bytča je navrhnutá v súčasnej dobe na rýchlosť 120 km/hod. (v mieste púchovského zhlavia) a rýchlosť 100 km/hod. (v mieste žilinského zhlavia). Výhybky umožňujú rýchlosť v odbočke 50 km/hod.

Medzistaničný úsek Bytča – Dolný Hričov je v súčasnej dobe navrhnutý na rýchlosť do 100 km/hod., s miestnymi obmedzeniami na rýchlosť do 95 km/hod. Na predmetnom úseku sa nachádza zastávka Kotešová.

Žst. Dolný Hričov je navrhnutá v súčasnej dobe na rýchlosť 95 km/hod. (v mieste púchovského zhlavia) a rýchlosť 100 km/hod. (v mieste žilinského zhlavia). Výhybky umožňujú rýchlosť v odbočke 50 km/hod. V žst. sa nachádzajú 3 úrovňové nástupištia.

Medzistaničný úsek Dolný Hričov - Žilina je v súčasnej dobe navrhnutý na rýchlosť do 100 km/hod., s miestnymi obmedzeniami na rýchlosť do 90 km/hod. Na predmetnom úseku sa nachádza zastávka Horný Hričov.

Navrhovaný stav

Smerové vedenie železničnej trate je vypracované v troch variantných riešeniach (tab. 2). Tieto riešenia sa od seba výrazne odlišujú v traťovom úseku Púchov – Považská Bystrica. V nasledujúcich traťových úsekoch sú rozdiely jednotlivých trás minimálne. Riešené železničné stanice sa svojou predpokladanou dĺžkou jednotlivých variant nelíšia. Dĺžka žst. je určená v dĺžke od predpokladanej koľajovej spojky na začiatku stanice po koľajovú spojku na konci stanice.

- Varianta č. 1 (červená)
- Varianta č. 2 (zelená)
- Varianta č. 3 (modrá)

Tab. 2

Staničenie a dĺžka úseku podľa jednotlivých variant

	VARIANTA č. 1	VARIANTA č. 2	VARIANTA č. 3
nžkm	159,182	159,182	159,182
	–	–	–
	198,498	198,363	198,169
celková dĺžka úseku (km)	39,316	39,181	38,987

V traťovom úseku Púchov – Žilina je nutné v každej variante premostenie Nosického kanála a koryta rieky Váh. V tomto úseku je nutné vybudovať v každej variante dva tunely, ktorých dĺžka je v jednotlivých variantách rozdielna. Na predmetnom traťovom úseku sa nachádzajú zastávky Nosice a Milochovej. Z dôvodu preložky železničnej trate je nutná ich preložka do novej polohy.

V oblasti žst. Považská Bystrica sa uvažuje so smerovou úpravou vchodového a odchodového oblúka. Tieto oblúky sú s ohľadom na priestorové usporiadanie žst. navrhnuté na rýchlosť 140 km/hod.

V traťovom úseku Považská Bystrica – Bytča je vyvolaná preložka železničnej trate v oblasti nžkm 172,000. Skupina existujúcich za sebou nasledujúcich protismerných oblúkov v tomto mieste je nahradená jedným smerovým oblúkom. Navrhovaná preložka v každom variantnom riešení prechádza cez existujúcu sústavu jazier hl. do 2 m. Vo variante č. 1 sa predpokladá preložka jazera, t. j. vybudovanie nového jazera o celkovej ploche 14 000 m², hĺbky do 2 m.

V nžkm 176,000 navrhovaná preložka železničnej trate križuje nový návrh križovatky pri obci Vrtižer, ktorá je súčasťou stavby diaľnice D1 Vrtižer – Hričovské Podhradie. Návrh preložky železničnej trate v tomto mieste zohľadňuje smerovo aj výškovo návrh mostného objektu ktorý je súčasťou spomenutej križovatky. Za danou preložkou železničnej trate návrh trasy pokračuje na existujúcom železničnom telese až po žst. Bytča.

V predmetnom traťovom úseku sa v súčasnosti nachádza žst. Považská Teplá, ktorá je v navrhovanom stave zrušená a nahradená zastávkou Považská Teplá.

V oblasti žst. Bytča sa uvažuje so smerovou úpravou vchodového a odchodového oblúka.

V traťovom úseku Bytča – Dolný Hričov bola v r. 1995 naprojektovaná preložka železničnej trate, ktorá bola vyvolaná návrhom trasy diaľnice. Smerové vedenie a parametre tejto preložky boli stanovené pre traťovú rýchlosť 140 km/hod. Predkladaná štúdia rieši

preložku s prihliadnutím na požadovanú traťovú rýchlosť 160 km/hod. Z uvedeného dôvodu bolo nutné navrhnuť potrebné úpravy smerových oblúkov. Na predmetnom traťovom úseku sa nachádza zast. Kotešová. Táto zastávka je navrhnutá na zrušenie.

V oblasti žst. Dolný Hričov sa uvažuje so smerovou úpravou vchodového a odchodového oblúka.

V traťovom úseku Dolný Hričov – Žilina je vyvolaná preložka železničnej trate za obcou Horný Hričov.

Percentuálne vyjadrenie dĺžky preložiek k celkovej dĺžke železničnej trate podľa úsekov je v tab. 3.

Tab. 3

Percentuálne vyjadrenie dĺžky preložiek k celkovej dĺžke železničnej trate

Medzistaničný úsek, resp. žst.	VARIANTA č. 1	VARIANTA č. 2	VARIANTA č. 3
Medzistaničný úsek: Púchov – Považská Bystrica	78,5 %	63,7 %	93,4 %
Žst. Považská Bystrica	35,9 %	35,6 %	35,8 %
Medzistaničný úsek: Považská Bystrica – Bytča	35,6 %	35,6 %	35,6 %
Žst. Bytča	13,7 %	14,1 %	14,5 %
Medzistaničný úsek: Bytča – Dolný Hričov	73,0 % (6,0 %)	73,0 % (6,0 %)	72,8 % (5,73 %)
Žst. Dolný Hričov	38,8 %	38,5 %	21,16 %
Medzistaničný úsek: Dolný Hričov – Žilina	68,9 %	68,9 %	68,9 %
Preložky spolu	56,4 % (45 %)	52,8 % (41,3 %)	59,0 % (47,4 %)

Výškové pomery navrhutej trasy v miestach mimo navrhnutých preložiek, t. j. v miestach vedenia v pôvodnej trase železničného telesa rešpektujú vo väčšej miere existujúce výškové vedenie. Návrh výškového vedenia preložiek v miestach vybočenia a napojenia od existujúcej trate rešpektuje existujúci stav. V mieste preložiek ponad vodné toky je navrhnutá niveleta s ohľadom na požiadavku dodržať nutné rozmery pre plavebnú dráhu ako aj prietokový profil.

Stavby železničného spodku

Mostné objekty

V rámci záujmového územia sú rozhodujúcimi mostnými objektmi v priestore vodnej nádrže Nosice, dva novonavrhované mosty, ktoré sú situované ponad Nosický kanál a pôvodné koryto Váhu a tretí križuje samotnú vodnú nádrž Nosice.

Prvý most v smere staničenia železnice premostuje Nosický kanál v blízkosti jeho sútoku s korytom Váhu. Dĺžka mosta je cca 500 m. Nakoľko je most vo výške do 10 m nad terénom je možné použiť v podstate ľubovoľný typ nosnej konštrukcie s rozpätiami 30 – 60 m, pričom v mieste nad kanálom je potrebné vybudovať také polia nosnej konštrukcie, aby bola pod nimi zachovaná plavebná dráha výšky min. 7,00 m a šírky 50 m pre obojsmernú plavbu, prípadne 2 x 30 m pre jednosmernú plavbu.

Ďalší most sa nachádza vo vzdialenosti cca 1,50 km od predchádzajúceho a prekážku tvorí koryto Váhu. Dĺžka tohto objektu je cca 150 m pri výške okolo 25 m nad hladinou Váhu. Predpokladá sa vybudovanie mosta z predpätého betónu s nosnou

konštrukciou komorového prierezu spoločnou pre obidve koľaje s rozpätiami cca 20 + 30 + 50 + 30 + 20 m. Spodnú stavbu mosta tvoria dve krajné členené presypané opory a medziláhle štíhle piliere založené pravdepodobne hĺbkovo.

Technicky aj ekonomicky najnáročnejším je tretí mostný objekt prekonávajúci vodnú nádrž Nosice. Dĺžka objektu je do 700 m. Pre tento most sa javí ako najvhodnejšia kombinovaná nosná konštrukcia, ktorú tvorí predpätá, prípadne spriahnutá nosná konštrukcia spojená s dĺžkami polí 40 – 60 m, pričom stredné pole tvorí oceľová oblúková konštrukcia s dolnou mostovkou s rozpätím okolo 250 m, kde je zabezpečený požadovaný plavebný profil. Roviny hlavných oblúkových nosníkov sú naklonené tak, aby sa nosníky vo vrchole dotýkali, čím je zabezpečené ich pozdĺžne stuženie. Horeuvedené riešenie sa predpokladá použiť pri variantnom riešení č. 1 a variantnom riešení č. 2.

Pre variantné riešenie č. 3 je nutné vybudovať v mieste zastavanej časti Nosice premostenie dĺžky do 1140 m. Premostenie by bolo zabezpečené mostným objektom s jednotlivými rozpätiami cca 60 m. Predpokladá sa vybudovanie mosta z predpätého betónu s nosnou konštrukciou komorového prierezu spoločnou pre obidve koľaje.

Tunely

Na železničnej trati Púchov – Žilina sú v oblasti vodnej nádrže Nosice navrhnuté dva tunely. Prvý tunel prechádza poza kúpele Nimnica s dĺžkou 1080 m (varianta č. 1), 1040 m (varianta č. 2) a 640 m (varianta č. 3). V poradí druhý tunel je vedený poza obec Horný Milochovej v dĺžke 1280 m (varianta č. 1 a 2) a v dĺžke 2740 m (varianta č. 3).

Zárubné múry

V predmetnom traťovom úseku Púchov – Považská Bystrica sa nachádza v mieste medzi obcou Milochovej a Horný Milochovej zárubný múr. V tomto mieste nie je zabezpečené nutné priečné priestorové usporiadanie. Z tohto dôvodu a aj z dôvodu zriadenia zástavky Milochovej (varianta č. 1 a č. 2) sa existujúci oporný múr zrekonštruuje v nevyhnutnej dĺžke cca 340 m.

Inteligentní dopravní systémy a evropské tranzitní koridory

Ing. Kopecký František KPM CONSULT, a.s., Dr. Ing. Svítek Miroslav ČVUT FD

Inteligentní dopravní systémy nebo také **dopravní telematika** integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících vědních disciplín (systémové inženýrství, ekonomika, management, atd.) tak, aby se pro stávající infrastrukturu zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost, zvýšil se komfort a informovanost cestujících, vytvořil se nástroj státní kontroly, atd.

Pod pojmem dopravní telematika se prakticky rozumí informační a telekomunikační podpora dopravně-přepravního procesu. Je třeba jasně říci, že dopravní telematika je pouze nástrojem, nikoli prostředkem. Správná implementace dopravní telematiky musí nutně vycházet z detailní analýzy stávající dopravní situace (stávající stav a problémy) a stanoveného jasného cíle (dopravní politika regionu, státu, Evropy). Potom je možno využít nástrojů dopravní telematiky pro realizaci těchto cílů.

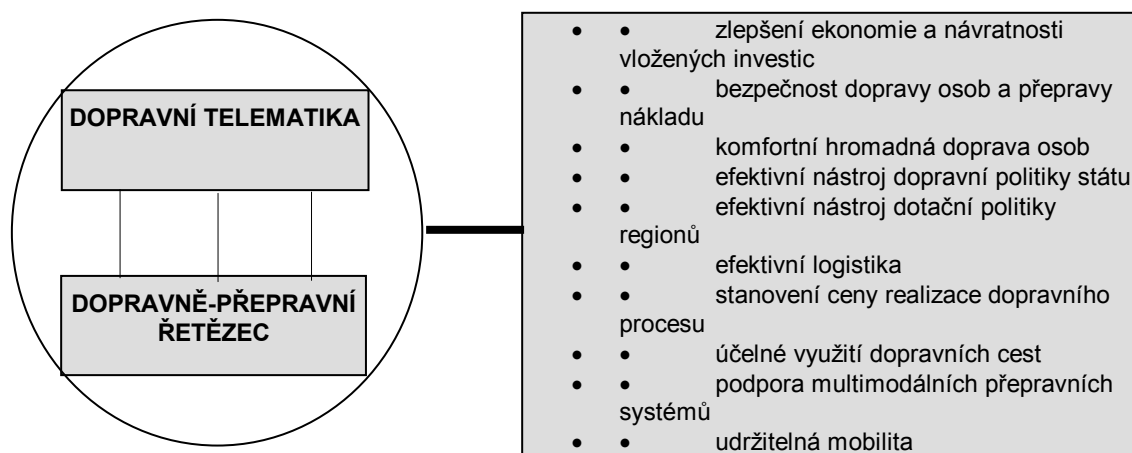
Je třeba upozornit, že pojem ITS se již dnes překládá jako inteligentní dopravní služby (Intelligent Transport Services), což plně reflektuje význam dopravní telematiky - nabízet uživatelům dopravy inteligentní služby, které je nutno sledovat v několika rovinách:

- služby pro cestující a řidiče (uživatelé) - například informace o dopravních cestách, o dopravních spojích, cenových relacích dopravců prezentovaných uživatelům prostřednictvím informačních systémů na dálnicích, Internetem, služby mobilních operátorů, rádiem, televizí, atd.
- služby pro správce infrastruktury (správci dopravních cest, správci dopravních terminálů) - sledování kvality dopravních cest, řízení údržby infrastruktury, sledování a řízení bezpečnosti dopravního provozu, ekonomika dopravních cest, atd.
- služby pro provozovatele dopravy - volba dopravních cest a nejvýhodnějších tras, řízení oběhu vozového parku, údržba vozidel, diagnostika vozidel, dodávka náhradních dílů, atd.
- služby pro státní a veřejnou správu - napojení systémů dopravní telematiky na veřejný informační systém (VIS), sledování a vyhodnocování přepravy osob a nákladů, řešení financování dopravní infrastruktury (fond dopravy), nástroje pro výkon dopravní politiky (region, stát, Evropa) atd.
- služby pro bezpečnostní a záchranný systém (IZS) - propojení ITS na integrovaný záchranný systém a bezpečnostní systémy státu zabezpečí lepší organizování prací při likvidaci havárií, nehod, ale i zvýší prevenci proti vzniku mimořádných událostí s ekologickými důsledky.

Základní informace o dopravních procesech jsou ukryty v inteligentních dopravních systémech (ITS) jednotlivých dopravních oborů. Komplexní znalost dopravních procesů lze však získat pouze informačním propojením dopravní telematiky jednotlivých dopravních oborů s veřejným informačním systémem (VIS) podporujícím činnost státní správy a územní samosprávy. Základem pro systémovou tvorbu dopravně-telematického systému je tzv. "architektura", která umožňuje optimalizovat telematický systém tak, aby se maximálně

využily vložené prostředky, snížily se provozní náklady a zabezpečila se informační interoperabilita v celém dopravně přepravním řetězci. Neméně důležitým hlediskem pro systémový přístup je začlenění národního dopravního systému do dopravního systému evropského, kdy klíčovým požadavkem tohoto procesu je zabezpečení informační interoperability v linii celého dopravně-přepravního řetězce (dopravní prostředek, dopravní infrastruktura, správa dopravní cesty, dopravce, státní správa a územní samospráva) v úrovni region, stát, Evropa. Tyto principy jsou zdůrazňovány v "Bílé knize" dopravní politiky EU. Výsledkem koncepčního propojení jednotlivých subsystémů dopravní telematiky vznikne informační deštník nad dopravou, který umožní nasadit stejné řídicí nástroje pro toto síťové odvětví, jako je tomu dnes např. u řízení výrobních podniků (sledování nákladů, vznik samostatných nákladových středisek, atd.). Znalost ekonomických procesů usnadní výkon státní dopravní politiky a investiční strategii. Znalost jednotlivých procesů usnadní také tvorbu jasných a transparentních pravidel pro vstup privátních investorů do dopravní infrastruktury nebo do tvorby vlastních prostředků ITS.

Následující obrázek ukazuje souvislost dopravní telematiky s výše definovaným dopravně-přepravním řetězcem včetně základních přínosů tohoto spojení.



Obr. 1: Přínosy systémového rozvoje ITS

Komponenty dopravní telematiky

Základem systémového přístupu je řádná dekompozice dopravně-telematického systému na jednotlivé komponenty (tématické okruhy):

- **telematické prostředky** - jsou komponenty zahrnující technická zařízení dopravního procesu, která lze definovat jako zařízení sloužící (nebo využitelná) k získávání statických a dynamických dat o dopravním procesu, nebo jako zařízení sloužící (nebo využitelná) k přímému ovlivňování dopravního procesu. Jinými slovy jsou telematické prostředky konkrétní fyzická zařízení, která je nutno umístit (nebo již umístěna jsou) na dopravní cestu, do dopravního prostředku nebo na objekt přepravy tak, jak žádá návrh dopravně-telematického systému. Z techniky dopravních cest jsou to například, světelné křižovatky a proměnné značky v silniční dopravě, senzory diagnostiky dopravních cest, monitorovací energetické aplikace, prvky zabezpečovací techniky atd. v železniční

dopravě a také lokální logika dopravního prostředku určující například polohu vozidla, řídicí bezpečný pohyb prostředku po dopravní cestě, atd.

- **telematické řízení dopravních procesů** - jsou komponenty, které přímo slouží k řízení, sledování či stanovení způsobu ovlivňování dopravního procesu. Řízení dopravních procesů je zde míněno v širším slova smyslu a zahrnuje procesy monitorování, on-line řízení procesů, on-line management, off-line management a off-line plánování. Z hlediska řídicích systémů železnic jsou to například aplikace typu ISOR, DOZ, AVV atd., v silniční dopravě například řízení tunelů, dálničních přivaděčů, regulaci dopravních proudů proměnným značením, sledování hustoty dopravy, atd.
- **telematické pasportní systémy** - jsou komponenty pro digitální evidenci veškerého majetku spojeného s dopravním procesem (dopravní cesta, dopravní prostředky, atd.) pomocí moderních telematických metod. Pasporty evidující veškerý majetek jsou velkým a cenným zdrojem informací o všech částech dopravního systému. Pasporty reprezentují důležitý segment dopravní telematiky mající základní synchronizační význam pro systémovou integraci spočívající v jednotném popisu dopravní cesty a dopravních prostředků, (údržby) prvků a jednotlivých objektů na dopravní cestě, ale i popis dějů například uzávěr dopravních cest, atd.
- **telematické ekonomické systémy** - jsou komponenty, které popisují dopravní a přepravní proces v ekonomické rovině (ekonomika dopravních cest, dopravních terminálů, dopravních prostředků, atd.). K vyhodnocení ekonomických parametrů dopravního procesu tyto systémy využívají informace z vlastních dílčích ekonomických systémů, informace z telematických prostředků, informace od komponent řízení dopravních procesů a informace z pasportních systémů. Vzájemnou integrací výše popsanych systémů vzniknou telematické systémy podporující management dopravního a přepravního procesu. Kromě základních stávajících systémů pro sledování ekonomiky procesů uvnitř správců dopravních cest lze předpokládat vznik nových manažerských nástrojů výrazně podporujících zejména požadavky evropské a národní dopravní politiky, jako je například vyčíslení externích nákladů, výpočty spojené s harmonizací dopravy, ale i extrakci informací pro tvorbu fondu dopravy, atd. Ekonomické systémy jsou základním stavebním kamenem pro tvorbu těchto znalostí, ale je však nutno tyto systémy doplnit informacemi ukrytými v telematických prostředcích, telematických řídicích a pasportních systémech.

Železniční doprava a dopravní telematika

Železniční doprava je nedílnou součástí dopravně-přepravního procesu. V poslední době však v celém evropském prostoru dochází k výraznému poklesu podílu železniční dopravy na dopravním trhu.¹ Příčin tohoto stavu je mnoho. V materiálech EU je položen důraz na nutnost orientace v nákladech železnic, zjišťování externalit s důrazem na zabezpečení informační interoperability systémů, aplikací, subsystémů atd. tak zvané dopravní telematiky. Cílem evropské dopravní politiky orientované na železnici je tedy kromě jiného zejména snížení nákladů realizace dopravně-přepravního procesu po železnici.

¹ V "Bílé knize" - 8 % objemu

Jednou z nejvyšších priorit v programu železničních společností je tedy minimalizovat náklady na výstavbu, užití a údržbu infrastruktury tak, aby železniční podnik byl konkurenceschopný. Dalším neméně důležitým atributem evropské dopravní politiky ve vztahu k rozvoji ITS je sledování externalit dopravního procesu tak, aby bylo možno uplatnit prvky harmonizace vedoucí k podpoře multimodálních a intermodálních dopravních systémů. K zabezpečení cílů evropské dopravní politiky musí být zajištěna informační interoperabilita v celém dopravně-přepravním řetězci (substrát, dopravní cesta, dopravní prostředek, dopravce, státní správa atd.). Proces musí být podpořen technickými nástroji realizace těchto cílů tak, aby byly technicky a informačně propojitelné architektury ITS jednotlivých druhů dopravy a veřejného informačního systému určeného pro dopravu a pro výkon státní správy a územní samosprávy. Celý proces musí být koncepčně a systémově řízen, proto rozvoj inteligentních dopravních systémů je na evropské, ale i národní úrovni podporován cílenými programy.

Evropské a národní programy podpory ITS

Standardem vybavení transevropských koridorů budou systémy ERTMS/ETCS a ERTMS/GSM-R (ERTMS – European Rail Traffic Management System - evropský systém řízení železničního provozu). Evropský standard pro řízení jízdy vlaku ERTMS/ETCS představuje inteligentní systém vlakového zabezpečení jízdy vlaku s informačními vazbami na systémy traťové i techniky mobilního prostředku. Projekt integruje inteligentní systémy dopravní cesty a dopravního prostředku zahrnující diagnostické systémy, energetiku, řízení režimu jízdy atd., systém bude rozvojově doplněn i ekonomickými úlohami typu EKOTRACK (sledování provozních nákladů infrastruktury). Důležitým technickým prostředkem rozvoje železniční telematiky je program GSM-R – evropský digitální rádiový systém zabezpečí důležité komunikační prostředí mezi mobilním prostředkem a pevnou sítí na transevropských koridorech.

V rámci programu e-Europe+ definujícího cestu k informační společnosti je podporována rozsáhlá oblast telematických aplikací v programech IST (Information Society Technology - technologie informační společnosti) zahrnující například hledání telematických technických systémů tratí s nižším provozem a orientované na snížení nákladů, rozvíjení diagnostických systémů tratí a jejich technického vybavení, podpora využití družicové lokalizace polohy s vazbou na evropský program GALILEO.

Rozvoj dopravně telematických systémů má však výrazně národní úroveň. Proto MDS v průběhu předchozích let vyhlásilo sérii rozvojových programů podpory vědy a výzkumu. K rozhodujícím programům MDS orientovaných na dopravní telematiku tedy i na železniční dopravu jsou:

- ITS v dopravně-telekomunikačním prostředí ČR - cílem projektu je tvorba národní architektury ITS v jednotlivých dopravních oborech, projekt řeší konsorcium ČVUT Praha FD a CDV Brno, doba řešení 2001- 2006.²
- Účast ČR v evropském projektu GALILEO - cílem řešení v segmentu doprava je uplatnění družicové lokalizace polohy v dopravních systémech, projekt řeší konsorcium ČVUT FEL, ČVUT FD, AŽD, ELTODO, doba řešení 2001-2006.

² Výsledky 1. roku řešení jsou k dispozici na webových stránkách MDS a ČVUT Praha FD.

- Plány rozvoje ITS ve vazbě na výkon státní správy - cílem projektu bylo analyzovat informační zdroje, analyzovat technické, technologické a legislativní bariéry vazeb mezi jednotlivými systémy a subsystémy ITS a informačních systémů státní správy a územní samosprávy, informačních systémů dalších organizací profesně spojených s dopravním procesem. Projekt řešil i návrh opatření k prolomení rizikových bariér, a to v metodické, legislativní, organizační a technické oblasti, včetně návrhu pilotních ověřovacích projektů. Projekt je uzavřen a byl řešen "Sdružením podpory rozvoje ITS" (KPM CONSULT Brno, a.s. a ČVUT Praha FD) v letech 2001-2002.³

Národní projekty jsou rozvinutím souvisejících evropských projektů na národní úrovni s cílem integrovat využitelné národní aplikace, systémy a subsystémy do evropských programů. Důležitým aplikačním nástrojem je stanovení architektury v jednotlivých dopravních oborech včetně tvorby architektury VIS určené dopravě. Podmínkou efektivního nasazování technických prostředků jsou pilotní projekty, které vycházejí či budou obsahovat výstupy všech výše uvedených projektů v návaznosti na obdobné evropské projekty.

Pilotní projekty a rozvoj ITS

České železniční koridory jsou součástí evropských tranzitních tras. Projekt "Plány rozvoje ITS ve vazbě na výkon státní správy" ve svých závěrech navrhuje státní správě realizaci pilotních projektů v celém řetězci dopravně-přepravního procesu a státní správy. Návrh postihuje i techniku koridorových tratí ČD tak, aby byla zajištěna informační interoperabilita v souladu s cíli evropské a národní dopravní politiky:

- GSM-R - návrh pilotu navazuje na návrh pilotní aplikace ČD s důrazem na realizaci vazeb mezi železniční dopravou a okolím (státní správa, bezpečnostní složky, atd.) pro podporu realizace například telematických aplikací podporující činnost IZS, přepravy nebezpečných látek atd.
- Systémová integrace telematických systémů tratě - transformace ERTMS do podmínek IS ČD (integrace s ISOŘ, ale i ISOP atd.) se zajištěním informační interoperability na výkon státní správy.
- Systémová integrace telematických systémů tratě - národní úroveň,
- Přístupové sítě telekomunikačního prostředí pro dopravní telematiku,
- Obrazová informace v dopravní telematice - železnice, pohyb cestujících ve stanicích, železniční přejezdy na koridorech, atd.

Závěr

Problematika inteligentních dopravních systémů (telematických dopravních systémů) je velmi široká a zahrnuje kromě výše uvedených základních atributů i další z oblasti systémového inženýrství, ekonomiky, ale také z oblasti legislativy a práva. Užité vlastnosti telematických systémů jsou velmi vysoké, podmínkou je však systémový a komplexní přístup k problematice. Ten je zajišťován množinou evropských a také národních programů podpory vědy a výzkumu. Vznikají i nové teoretické poznatky v novém atraktivním oboru,

³ Výsledky a závěry projektu jsou k dispozici na webových stránkách KPM CONSULT Brno, a.s. a MDS.

které budou mít racionální význam při tvorbě dopravně-přepravních koncepcí. Nové poznatky výrazně ovlivní i konečné řešení technického vybavení tratí (například evropský projekt GALILEO). Cílem tohoto příspěvku bylo podat základní informace týkající se dané problematiky.

Zavedení GSM–R u Českých drah

Ing. František Mráz, Ing. Josef Naništa, SUDOP BRNO, spol. s r.o.

V roce 2000 byla vypracována naší firmou SUDOP BRNO, spol. s r.o. studie proveditelnosti zavedení GSM–R u Českých drah na základě soutěže. Studii jsme odevzdali v srpnu roku 2000 a zajistili při tom seznámení se zásadami uvedenými v této studii vedení Ministerstva dopravy a spojů a Českých drah.

Studie respektuje mezinárodní telekomunikační a železniční normy, standardy, doporučení, dohody a závazky, které z těchto dohod vyplývají pro ČD. Dále respektuje stávající národní způsob řešení rádiových a telekomunikačních sítí, národní předpisy a normy a respektuje stávající stav realizovaných, rozpracovaných a plánovaných investic v oblasti rádiových sítí.

Zpracovatelé studie vycházeli z obecně známé skutečnosti, že zvýšení rychlosti, vyšší bezpečnost, lepší efektivnost, pohodlí, a tím samozřejmě vyšší konkurenceschopnost v dopravě je přímo podmíněna kvalitním, spolehlivým a rychlým komunikačním prostředím. Jinými slovy moderní (mobilní) výrobní prostředky nutně vyžadují moderní (mobilní) komunikační prostředí.

Seznámíme vás proto s obsahem a závěry studie, protože je to zatím jediný ucelený dokument k této problematice.

Předmětem studie bylo stanovení podmínek, předpokladů a způsobu implementace evropského standardu rádiového komunikačního prostředí pro železniční dopravu v České republice. Studie vycházela z evropského standardu EIRENE, který byl vypracován a schválen UIC a ETSI odpovídá evropským telekomunikačním normám.

Cílem studie bylo prokázat účelnost vynaložené investice, její návratnost a zvládnutelnost.

Studie je dělena do čtyř samostatných kapitol:

1. Analýza základních vstupů a dat
2. Technická část
3. Ekonomická část
4. Závěrečná doporučení

V tomto příspěvku se věnujeme prvním dvěma kapitolám.

Popis kapitol studie:

Ad.1 Analýza základních vstupů a dat

1.1 Historie a důvody vzniku GSM-R

Pro potřeby evropských železnic byly v minulosti vyvíjeny rádiové systémy z důvodu zabezpečení hovorové komunikace s obsluhou vlakových souprav. Rádiové systémy v různých národních verzích pracovaly v několika kmitočtových pásmech. Postupně se prosadilo pásmo 460 MHz dle doporučení UIC 751-3. Systémy v tomto pásmu jsou analogové pro hlasovou komunikaci převážně bez přenosu dat. Přenos dat v pásmu 460 MHz se v podmínkách ČD začal v jednoduché formě uplatňovat až u systému TRS.

Rádiové systémy byly dříve u ČD budovány dle východoevropských standardů OSŽD, současně implementovaný TRS vyhovuje závazným doporučením UIC 751-3 i OSŽD.

V evropském měřítku byly jednotlivé rádiové systémy vzájemně kompatibilní pouze v omezené míře, existovalo a existuje mnoho národních variant, které mají za následek problémy při mezinárodní dopravě.

Pro zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy (ve vztahu k dopravě silniční a letecké) se v západní Evropě začalo v minulosti s výstavbou nových vysokorychlostních tratí a modernizací stávajících. V této souvislosti se projevil velký nedostatek stávajících komunikačních systémů ve vzájemné kompatibilitě a v absenci přenosu dat, a proto začaly první práce na standardizaci radiové sítě již v r. 1989 u německých železnic v rámci národního projektu DIBMOF. O něco později, v r. 1992, byly na základě požadavků některých železničních správ v rámci UIC zahájeny práce na mezinárodním standardu pro technicko-provozní podmínky v mezinárodním provozu a pro rádiovou komunikaci. Práce byly zahájeny v rámci projektu ERTMS/ETCS, jehož dílčí součástí byl projekt EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), projekt standardu nové evropské integrované traťové rádiové sítě.

V rámci projektu EIRENE byl v r. 1993 zvolen standard GSM jako základní technologický prvek systému. Ve spolupráci s evropskou správou pro využití kmitočtů CEPT bylo r. 1994/5 zvoleno kmitočtové spektrum v pásmu 900 MHz pro potřeby železničního provozu, označované nadále akronymem GSM-R. Jednou ze základních aplikací nového standardu je služba přenosu hovorových a datových signálů pro podsystém EURORADIO Evropského systému řízení jízdy vlaků (ETCS).

Na financování projektu EIRENE se od roku 1994 podílejí i ČD, kromě toho jsou na jeho řešení aktivně zapojeny účastí svých zástupců v projekčním týmu a v tzv. User Group. Posloupnost vývoje standardu a národních sítí GSM-R je graficky znázorněno na obr. č.: 1.1.

V lednu 1996 bylo 7 železničními správami 3 výzkumnými pracovišti a 11 výrobci založeno konsorcium MORANE, jehož úkolem bylo vyvinout, testovat a schválit prototypy systému dle standardu EIRENE. Výsledkem konsorcia byla realizace několika pilotních projektů a ověření prototypového zařízení.

Dalším krokem bylo vydání společného memoranda 19. 6. 1997, tzv. Memorandum of Understanding MoU (Protokol o společném stanovisku), který v ten den podepsalo 21 železničních správ a ve kterém se signatáři zavazují k zavedení společného standardu tak, jak je definován v EIRENE. Jedním ze signatářů jsou i ČD a v současné době toto stanovisko podepsalo již celkem 32 evropských železnic – viz obr. 1.2.

V r. 1999 začala v rámci UIC pracovat skupina ERIG, která se zabývá publikací závazných dokumentů, koordinuje proces schvalování a homologace technologických částí systému a koordinuje přípravu pilotních projektů a implementací na jednotlivých železnicích. Zasedání skupiny ERIG se pravidelně zúčastňují i ČD. Implementací standardu EIRENE se u ČD zabývá Národní koordinační tým EIRENE (NKT-E).

V současné době jsou dokončeny a provozovány pilotní projekty u některých železničních společností (DB, SBB, NS, FS, SNCB) a u jednotlivých železnic se v dohledné době připravuje rozsáhlá výstavba sítě GSM-R. Analogové systémy dle standardu UIC 751-3 se u zahraničních železnic již několik let nebudují ani nemodernizují a postupně se nahrazují novým digitálním standardem.

ČD byly v posledním desetiletí nuceny řešit problém nevyhovující rádiové komunikace mimo jiné i na nátlak vnějších okolností (velké železniční nehody, opožděnost v zavádění rádiových systémů oproti jiným železnicím, tlak na zvýšení bezpečnosti, politické tlaky aj.) a vzhledem k absenci vhodných systémů na počátku 90. let byl vyvinut vlastní analogový systém TRS (Traťový Rádiový Systém) v pásmu 460 MHz. Bohužel se tak stalo v době, kdy se nový mezinárodní standard teprve tvořil a jiná možnost než použití analogového systému v národní verzi nebyla. V současné době tak dochází k situaci, kdy u ČD se na mnoha tratích (cca 32 %) zavedl a zavádí rádiový systém v technologii, která je u většiny vyspělých železnic již amortizována a nahrazována a ve své podstatě je již cca 10 let morálně zastaralá. Přestože TRS vyhovuje současným požadavkům ČD na hlasovou komunikaci, nevyhovuje již současným mezinárodním standardům a nelze jej využít pro mezinárodní dopravu ve smyslu požadavků UIC a standardů EIRENE a ETCS. Jedná se o uzavřený systém bez záruky dalšího rozvoje, který je navíc podporován jediným výrobcem.

Hlavní rozdíl mezi současnými analogovými systémy a novým digitálním systémem je v tom, že oproti dosud používaným rádiovým sítím je síť GSM-R radiotelefonní síť. Z pohledu uživatele má mnohem blíž k síti telefonní než rádiové. Elektromagnetické vlnění představuje fyzickou vrstvu dle modelu OSI. Ostatní vrstvy OSI jsou víceméně totožné se sítí telekomunikační. Systém GSM-R umožňuje připojit všechny své účastníky k ostatním telefonním sítím pevným nebo mobilním bez jakéhokoliv omezení (omezení jsou dána pouze na základě přidělených služeb, priorit a kategorií a připojovaným systémem).

1.2 Analýza výchozího stavu rádiových sítí u ČD

Pro mobilní komunikaci využívají ČD jednak své vlastní analogové rádiové systémy a jednak mobilní spojení ve veřejných digitálních sítích GSM.

V současné době využívají ČD kmitočtová pásma 150 MHz a 460 MHz, ve kterých pracují následující typy radiostanic nebo rádiových systémů:

- Pásmo 150 MHz:
 - pevné radiostanice typu SELECTIC (výrobce bývalá TESLA Pardubice),
 - přenosné radiostanice typu PR 20 (21) (výrobce bývalá TESLA Pardubice)
 - přenosné radiostanice P110, GP300 (výrobce MOTOROLA)
- Pásmo 460 MHz:
 - pevné radiostanice ZUGFUNK (výrobce Funkwerk Kolleda – bývalá NDR)
 - pevné radiostanice ASCOM (výrobce ASCOM)
 - přenosné radiostanice firem KENWOOD, ASCOM, MOTOROLA
 - pevné radiostanice TRS (výrobce HTT Pardubice do roku 1999, TESLA Pardubice od roku 2000)

Radiostanice a rádiové systémy pracují v rádiových sítích, pro potřeby jednotlivých provozních složek ČD. Síť pracují bez vzájemného propojení.

Nejužívanější rádiové sítě ČD v pásmu 150 MHz jsou:

- VOS – všeobecná operativní síť
- MOS – místní operativní síť
- SPZ – síť přepravního zabezpečení
- STH – síť traťového hospodářství

- SSZ – síť sdělovací a zabezpečovací techniky
- STE – síť technologické
- SMV – síť manipulačních vlaků
- SOE – síť odvětví energetiky

Sítě v pásmu 460 MHz jsou určeny pro nasazení na trať pro komunikaci výpravčího nebo dispečera s hnacími drážními vozidly. Tyto sítě se souhrnně nazývají „traťové rádiové sítě“, bližší označení sítí je dáno použitým systémem (SELECTIC, KOLLEDA, ASCOM, TRS, atd.). Žádné stávající analogové systémy nemají datový kanál. Traťové rádiové sítě slouží především pro hovorové spojení bez přenosu dat, u systému TRS se aplikuje velmi omezený systém přenosu jednoduchých zpráv.

Výroba analogových rádiových systémů používaných u ČD s výjimkou TRS je v současné době v útlumu a nepočítá se s jejich dalším rozvojem. Některé tyto systémy se již vůbec nevyrábějí, případně jejich výrobce zanikl.

1.3 Analýza vstupních podmínek pro realizaci

1.3.1 Technické podmínky

- *stav koridorových a významných hlavních tratí*
- *návaznost na zahraniční GSM-R*
- *stav podpůrných technických prostředků (optické kabely, přenosová zařízení)*
- *vazby na jiné sítě (služební síť ČD, veřejné sítě)*

1.3.2 Kapacity

Při stanovení kapacit, se kterými je potřeba kalkulovat při návrhu sítě byly zjištěny nebo odhadnuty následující údaje:

- *počet uživatelů stávajících analogových rádiových sítí ČD*
- *počet drážních uživatelů sítí veřejných operátorů GSM*
- *plánovaný počet uživatelů analogových rádiových sítí ČD za předpokladu dokončení rozpracovaných projektů TRS*
- *potenciální počet uživatelů GSM-R*

1.4 Rekapitulace výchozích podmínek pro zavedení GSM-R

Právní a technologické výchozí podmínky pro zavedení GSM-R u ČD jsou následující:

- GSM-R je v hlavních kategoriích jako standard dokončen a připraven na mezinárodní úrovni
- systém a princip GSM-R je dostatečně odzkoušený a spolehlivý, jeho spolehlivost je prověřena v provozu evropských železnic
- technologická základna je vyvinuta, odzkoušena a provozována u sousedních železnic, pokračuje vývoj dalších komponentů, technologií se zabývají téměř všichni rozhodující výrobci telekomunikační techniky

- všechny sousední železnice tento standard postupně zavádějí a budují své sítě, nejdále ze sousedních států jsou německé dráhy včetně tratí navazujících na ČD
- kmitočtové pásmo pro GSM-R je u ČTÚ rezervováno pro ČD
- pásmo pro GSM-R je v podstatě volné až na nepatrné výjimky, které využívá armáda a které se dle sdělení ČTÚ uvolní do r. 2003
- na většině koridorových a významných tratích je a nebo do konce r. 2001 bude připraven optický kabel (v rámci staveb ČDT) – základní technologické médium pro přenos signálů k základnovým stanicím
- pozemky a budovy, na kterých by docházelo ke stavební činnosti v souvislosti s výstavbou sítě jsou ve vlastnictví ČD
- návaznost na pevnou služební telekomunikační síť ČD je realizovatelná bez větších problémů v analogové úrovni (při omezení, která jsou dána analogovou pevnou sítí)
- malá dostupnost vlastních finančních zdrojů, nevýhody při cizím financování
- existence podpůrných mezinárodních finančních programů

Celkově shrnuto jsou výchozí podmínky pro výstavbu sítě dobré, jak po stránce legislativní, tak po stránce technologické, včetně návaznosti na jiné sítě. Podmínky pro financování sítě jsou rovněž řešitelné.

1.5 Argumenty pro zavedení sítě

Pro zavedení sítě GSM-R do infrastruktury ČD hovoří kromě mezinárodních závazků následující argumenty:

- zajištění mezinárodní interoperability v dopravě na úrovni komunikace a přenosu dat
- vytvoření prostředí pro zavedení evropského systému pro řízení vlaků – ETCS
- vytvoření rádiového prostředí pro datové přenosy
- finanční úspory za provoz mobilních terminálů ve veřejných systémech (do 20 mil. Kč ročně)
- úspory za výstavbu analogových zařízení pro posun (rádia pro posun, rozhlas pro posun)
- vytvořením přenosového prostředí se umožní přenosy dat signalizující odběry el. energie v trakční soustavě, mohou vzniknout úspory za penále, placené energetickým společnostem ve výši až 100 mil. Kč ročně
- diagnostika vozidel
- úspory za výstavbu nehodových a pracovních spojů, traťových telefonů, následně úspory za jejich údržbu
- bezkonkurenční rychlost, bezpečnost, včasnost, operativnost a spolehlivost telekomunikačního spojení
- zvýšení bezpečnosti dopravy
- zvýšení dosažitelnosti účastníků

- možnost zvýšení průjezdnosti tratí a tím zvýšení hustoty provozu
- nižší provozní náklady systému
- zavedení nových a vylepšení stávajících služeb pro cestující
- výrazná racionalizace práce a nákladů na všech tratích (snížení pracnosti, nákladů, úspora mzdových prostředků)
- snížení nákladů u staveb koridorů a jiných investičních akcích, odpadá nutnost realizovat provizorní stavy – kabelizace, provozní sdělovací zařízení, rádiové sítě atd., stavební objekty se nemusí vůbec realizovat
- GSM-R je v současné době jediný mezinárodní radiokomunikační standard pro žel. aplikace, který je podporován jak železničními orgány (UIC), tak i ostatními evropskými telekomunikačními a radiokomunikačními institucemi (ETSI, CEPT)
- výstavba a provoz systému GSM-R jsou po technologické stránce plně zabezpečeny včetně servisu, náhradních dílů, doplňování, rozšiřování sítě a také dohledu a údržby sítě, stávající analogové systémy tuto podporu nemají
- závazek ČD vůči zahraničním partnerům, který vznikl podpisem závazných dokumentů – EIRENE a MoU

Podpisem materiálů MoU a EIRENE bylo učiněno závažné rozhodnutí o začlenění ČD mezi evropské železnice, které budují svou síť s vizí panevropské železnice pro zabezpečení dopravy v mezinárodních měřítcích tak, aby byla plně konkurenceschopná dopravě letecké a silniční. Vybudování mezinárodního komunikačního standardu je bezpodmínečně nutné pro plnou kompatibilitu rádiových systémů v Evropě.

1.6 Využitelnost sítě

Systém GSM-R je jedním z prvků, kterým je možné velmi efektivně zvýšit konkurenceschopnost železniční dopravy mezi ostatními druhy dopravy (automobilová, letecká, lodní). Zavedení jednotného rádiového prostředí s vysokým stupněm zabezpečení a možností obousměrného přenosu dat lze využít pro řadu aplikací v jednotlivých oborech železniční dopravy (a to v rámci celé Evropy) a pro zefektivňování ostatních investičních akcí:

- Osobní doprava
- Nákladní doprava
- Vlaková cesta
- Provoz
- Administrativa
- Železniční telekomunikace
- Investice vložené do koridorů
- Komerční využití

Ad.2. Technická část

2.1 Služby a aplikace GSM-R

Spektrum služeb a aplikací sítě GSM-R tak, jak je definováno ve standardu EIRENE, je založeno na množině služeb převzatých ze systému pro veřejné užití (to je definováno ve standardu GSM phase 2, phase 2+ a phase 2++), rozšířené o specifické železniční aplikace a vlastnosti. Standard EIRENE dále umožňuje toto spektrum rozšířit o další národní a jiné mezinárodní aplikace.

Základ služeb, které poskytuje síť GSM-R tvoří tedy standardy pro veřejné užití. V průběhu vývoje standardu GSM-R se objevovaly snahy zajišťovat železniční požadavky plně nebo částečně veřejným systémem. Hlavní principiální rozdíl mezi veřejnými systémy a profesními systémy spočívá v rozdílném přístupu ke službám. Zatímco základním atributem veřejných systémů je rovnost v přístupu ke službám, základním atributem profesních systémů je bezpečnost spojení, podřízenost, nadřízenost, priority a skupinovitost tzn. nerovnost v přístupu ke službám, okamžitá dostupnost služeb a co nejvyšší kvalita spojení. Tyto atributy profesních systémů přímo podmiňují další články řetězce bezpečnosti činnosti uživatele a nelze je poskytnout u veřejných systémů ani vytvořením speciální skupiny účastníků. Veřejná síť může sloužit pouze pro zabezpečení základních hovorových a případně datových služeb v místech bez signálu GSM-R, a to bez specifických železničních požadavků.

2.2 Specifikace mobilních stanic (MS)

Standard EIRENE specifikuje obecnou architekturu mobilní stanice sítě GSM-R, která je společná pro všechny typy stanic a definuje tři základní typy mobilních stanic (MS), a to dle povahy prostředí, ve kterém mají být nasazovány a dle účelu použití.

Obecná architektura MS je tvořena následujícími stavebními prvky:

- část GSM-MT (GSM Mobile Termination) – obsahuje kartu SIM a tvoří vlastní rozhraní pro spojení do sítě GSM
- DM-MT (Direct Mode Mobile Termination) – zajišťuje rádiové rozhraní při použití tzv. přímého módu v místech bez pokrytí systémem GSM
- blok GSM a DM aplikace zajišťují pro různé typy MS volbu EIRENE aplikací, u mobilních stanic pro lokomotivu se jedná o samostatný blok
- blok MMI (Man Machine Interface) zprostředkovává styk sítě GSM-R s uživatelem, liší se podle typu MS

Standard EIRENE definuje pro každý typ MS základní sortiment služeb, příslušenství a vlastností.

Základní typy uživatelských mobilních stanic jsou dle obr. 2.4:

- **mobilní stanice pro použití na lokomotivě** (zásuvný modul GSM-R) ve spojení s dalšími systémy (ERMTS/ETCS), slouží pro spojení strojvedoucího s disp. pracovištěm a pro přenos dat mezi palubními a pevnými informačními systémy
- **mobilní stanice pro obecné použití železniční veřejností, tzv. GPH** (běžný „handy“ aparát)

- **mobilní stanice pro účely provozu, tzv. OPH** (např. posun, údržba tratí apod.)

Kromě uživatelských MS existují ještě systémové MS – tzv. **speciální mobilní stanice**, které slouží např. pro servis sítě, testování apod.

Výše uvedené 3 základní kategorie MS mají celou řadu různých podvariant, které beze zbytku splňují náročné požadavky železničního provozu na tyto prostředky. V každé kategorii je v současné době poměrně velký výběr stanic v různém fyzickém provedení. MS od různých výrobců technologie GSM-R jsou použitelné v jakékoliv síti GSM-R.

Frekvenční rozsah MS pro GSM-R zahrnuje pracovní pásmo GSM-R, GSM-E a GSM-P tj. 876-915 MHz (Uplink) a 921-960 MHz (Downlink) – viz obr. 2.5. Pokrytí celého pásma GSM je důležité pro možnost roamingu ve veřejných sítích.

Všechny MS musí splňovat podmínku spolehlivého provozu při rychlostech do 500 km/hod.

Na MS jsou kladeny i velmi přísné fyzikální požadavky, které nejsou vzhledem k povaze železničního provozu (vibrace, prach a písek, elektromagnetické pole pod střídavou trakcí, kolísání napájení, tlakové rázy při průjezdech tunely apod.) zanedbatelné a zejména dostatečná mechanická odolnost a celková robustnost MS pro posun a traťovou údržbu jsou většinou prvořadými fyzikálními požadavky. Nezanedbatelná je samozřejmě i dostatečná kapacita baterií MS v typicky drážních aplikacích (např. posun se značnou četností volání). Na zřeteli je nutno mít i skutečnost, že každá MS má svou vlastní vysílací část a stává se tedy sama zdrojem vř. záření. Toto vř. pole nesmí žádným způsobem narušovat normální provoz jak vlakových systémů, tak i stávající stacionární železniční infrastruktury (ss obvody, zabezpečovací relé a kontakty, napěťové regulátory, přepínané zdroje, telekomunikační obvody, indikátory horkoběžnosti, elektronický autoblok apod.). Všechny tyto požadavky je nutné zohlednit při homologačním drážním procesu.



ETCS na Českých drahách, s.o.

Ing. Libor Lochman, Ph.D., České dráhy – Výzkumný ústav železniční

Úvod

Diskutovat problematiku ETCS u Českých drah si žádá objasnit celoevropské důvody pro uvedení systému ERTMS. Tím základním je zajištění interoperability evropských železnic.

Interoperabilita je v současné době velmi používaným pojmem. Zásadním krokem Evropské komise směřujícím k železniční interoperabilitě – provozu bez hranic – bylo vydání direktivy 96/48 o interoperabilitě na síti vysokorychlostních tratí (tratě s rychlostmi nad 200 km/h). Vykonavatelem této direktivy se pak staly technické specifikace interoperability (TSI), které pro všechny obory železniční dopravy (dopravní cesta, trakce, zabezpečovací zařízení, železniční vozidla atd.) závazně určují základní parametry, které musí být dodrženy, má-li trať či vozidlo dosáhnout klasifikace „interoperabilní“ a stanovují „stavební kameny“, které interoperabilitu garantují.

Pokud obrátíme pozornost na Česko, na první pohled se zdá, že uvedená direktiva se nás netýká, a to hned ze dvou důvodů – nejsme členy Evropské unie a vysokorychlostní tratě nemáme už vůbec. Takový názor je však příliš zjednodušující a do budoucna velmi škodlivý (členským státem EU se dříve či později nejspíše staneme) a – což je podstatnější – v minulém roce byla schválena Směrnice 2001/16 pro tratě konvenční, jež opět vyžaduje vypracování TSI. Tyto TSI budou jednoznačně – aby byla zajištěna interoperabilita mezi vysokorychlostními a konvenčními sítěmi – v maximální možné míře kopírovat TSI pro vysokorychlostní tratě. Nelze tedy jinak než pečlivě sledovat, co TSI obsahují a snažit se jejich požadavky co nejrychleji aplikovat v prostředí naší železnice.

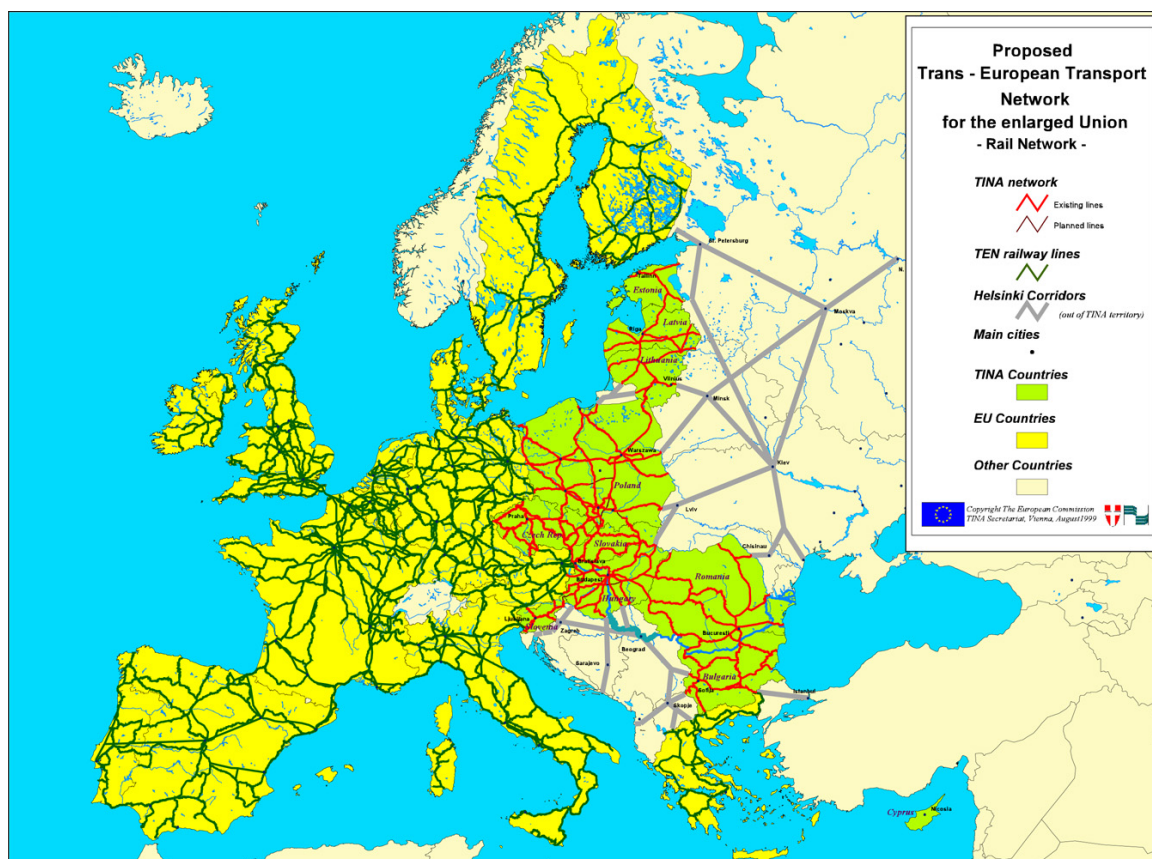
Směrnice 2001/16

Směrnice 2001/16 stanovuje základní požadavky na budoucí interoperabilitu systému konvenčních tratí. Původní záměr zavázat do tohoto systému pouze tratě transevropských koridorů (TEN - Obr. 1) bude rozšířen tak, že po roce 2008 se budou TSI velmi pravděpodobně vztahovat na všechny kategorie tratí.

V současné podobě Směrnice zahrnuje veškeré tratě TEN, stanice i tratě spojovací, veškerá kolejová vozidla, která se budou smět na takových tratích pohybovat.

Technické specifikace pro interoperabilitu na konvenčních tratích budou postupně vypracovány pro následující železniční subsystémy:

- Infrastruktura
- Napájecí systémy
- Řídící a zabezpečovací systémy
- Provoz
- Kolejová vozidla
- Údržba
- Telematické aplikace



Obr. 1: Síť transevropských koridorů

ERTMS/ETCS

TSI stanovují zákonné požadavky na jednotlivé obory železniční techniky, mají-li být tyto prohlášeny za interoperabilní. Je tedy zřejmé, že přesně stanovené požadavky se nemohly vyhnout ani oblasti řídicí a zabezpečovací techniky (Control and Command and Signalling).

Vzhledem ke skutečnosti, že obor zabezpečovací techniky byl jedním z nejvíce postižených izolací ve 20. století, nebylo pro zajištění přechodnosti železničních vozidel mezi jednotlivými sítěmi možno postupovat jinak, než zvolit zcela nový systém, systém který bude v sobě slučovat požadavky na inteligentní zabezpečovací integrovaný

systém s možnostmi, jež nabízí nejmodernější technologie. Takovým systémem se stal European Traffic Management Systém (ERTMS), jehož dvěma hlavními částmi jsou European Train Control System (ETCS) a European Traffic Management Layer (ETML). Základním komunikačním prostředkem je přitom radiový systém GSM-R.

Uvedením ERTMS/ETCS v TSI pro zabezpečovací techniku se ETCS stal jediným systémem, který je povoleno instalovat na nově budovaných nebo rekonstruovaných tratích vysokorychlostního systému. Jak přitom již bylo uvedeno, vzhledem k očekávanému přejetí maxima TSI i pro tratě konvenční, bude tato povinnost od ca. 2004 platit i zde.

ERTMS/ETCS nám tedy slouží k zajištění tzv. technické interoperability - vlaky jsou schopné bezpečné jízdy na základě nutných informací, přijímaných od traťové části zabezpečovacího zařízení. Tato poněkud strohá věta nám říká, že pokud je infrastruktura schopna poskytovat vozidlu informace o jízdě v daném standardním formátu, je vlak, disponující odpovídajícím palubním zařízením, schopen bezpečného pohybu nezávisle na tom, na které železniční síti se právě pohybuje. Technická interoperabilita je přitom předpokladem pro interoperabilitu obecnou, při které je řízení vlaku založeno na ucelené informaci zobrazované v kabině strojvedoucího v souladu s obecně platnými pravidly definovanými pro síť transevropských tratí. To znamená, že nejenže si vlak rozumí s kteroukoliv tratí, ale i strojvedoucí vede vozidlo podle jednotných předpisů.

Základní principy ETCS

Prvním a naprosto neopominutelným principem nebo snad lépe zákonem ETCS je, že vlak (vozidlo) se smí pohybovat jen a jen tehdy, disponuje-li platným oprávněním k jízdě. Bez povolení musí být vozidlo v klidu, musí být automaticky zastaveno, pokud by se začalo pohybovat samovolně, a musí být taktéž zastaveno, je-li oprávnění k jízdě odvoláno nebo skončila jeho časová platnost.

Povolení k jízdě pro vlak je vymezeno především koncem jízdě cesty. Má-li ovšem být palubní zařízení schopno skutečně bezpečně dohlížet na dodržování mezí, určených vlastnostmi cesty a traťovým zabezpečovacím zařízením, musí vlak disponovat celým souborem údajů, zejména:

- vzdálenost ke konci jízdě cesty
- rychlostní omezení v jízdě cestě
- sklonové poměry
- charakteristiky vlaku (délka, brzdící vlastnosti, ...)

Teprve na základě všech těchto dat je palubní zařízení ETCS schopno přesně vypočítávat aktuální povolenou rychlost, a to jak vzhledem ke statickým omezením rychlosti v cestě, tak i vzhledem k brzdícím křivkám, souvisejícím se změnami rychlosti a s koncem jízdě cesty.

ERTMS/GSM-R

GSM-R je nedílnou součástí ERTMS, zajišťující komunikaci jednotlivých železničních subsystémů. Systém musí respektovat požadavky funkčních a systémových specifikací GSM-R, formulovaných v projektu UIC EIRENE a ověřovaných konsorciem MORANE pro hlasovou komunikaci a přenos dat ETCS.

Základní aplikací GSM-R v oblasti datových přenosů je samozřejmě přenos údajů pro účely ETCS. Vzhledem k širokému spektru služeb, jež může GSM-R nabízet, je ovšem

možné jej využít i v mnoha dalších oblastech. V oboru zabezpečovací techniky se jedná například o:

- Datové přenosy pro zjednodušené zabezpečovací zařízení využitelné na vedlejších tratích a pro aplikace kombinované městské a příměstské kolejové dopravy.
- Nouzové zastavení vlaku z dispečerského centra.
- Ovládání sběrače elektrických hnacích vozidel výstupem zabezpečovacích zařízení.

Široké možnosti využití nabízí GSM-R spolu s dalšími prostředky telematiky jakožto ITS v oblasti kolejových vozidel:

- Provozní diagnostika technického stavu vozidel - Přenos informací o poruchových stavech dílčích uzlů elektrické a mechanické části vozidel s cílem včas zajistit efektivní nápravná opatření ve vratných stanicích, příp. v DKV těchto stanic.
- Evidence provozních výkonů kolejových vozidel - Přenos informací směrodatných pro statistickou evidenci a hodnocení provozních výkonů kolejových vozidel
- Kontinuální monitoring stavu trati - Přenos provozně důležitých informací o překročení limitních stavů směrodatných geometrických parametrů koleje na základě dynamické reakce vozidla
- Omezování odběrového diagramu elektrické energie pro trakční účely - Překročení čtvrt hodinového výkonového maxima je spojeno s penalizací ze strany dodavatele elektrické energie a může negativně ovlivnit hospodářský výsledek železničního podniku
- Mnohočlenné řízení trakčních vozidel
- Regulace napětí v trakční síti - možnost regulace výstupního napětí tak, aby napětí na sběrači jednotlivých trakčních vozidel v daném napájecím úseku dosahovalo optimální hodnoty
- Monitoring chodových vlastností vybraných kolejových vozidel - speciálně zaměřený diagnostický systém koncipovaný z pohledu bezpečnosti vozidel, resp. výskytu provozně nebezpečných stavů v pojezdové části vozidla
- Monitoring stavu brzdového systému kolejových vozidel a dat o vedení vlaku
- Dálkové řízení posunovacích lokomotiv - Pro určité provozní podmínky se jeví účelné dálkové řízení posunovací lokomotivy ze stacionárního řídicího stanoviště. Tento problém byl u ČSD na jiné bázi řešen před cca 20 lety.

ERTMS/ETML

ETML, přestože je součástí ERTMS, již v principu není zabezpečovacím zařízením. Jedná se o úroveň manažerského řízení, tj. úroveň, ve které dochází k výměně informací o pohybu vlaků a jejich charakteristikách za účelem optimalizace jejich jízdy.

ETML získává informace z traťové části ETCS, jakož i z ostatních infrastrukturních zabezpečovacích zařízení. To co by mělo ETML skutečně „evropským“ systémem, je globální přístup k datům všech správců infrastruktury a operátorů vlaků, kteří jej budou využívat. Tento přístup bude pak zajišťovat všestranně výhodnou vzájemnou informovanost

a možnost skutečně optimálního využívání vlastností vlaků i kapacit infrastruktury. Nedílnou součástí ETML bude i podpůrný systém pro řešení konfliktních situací, vyplývajících z nedodržování grafikonu nebo různých poruch.

V rámci 5. rámcového programu Evropské unie je problematika ETML řešena jako projekt OPTIRAILS.

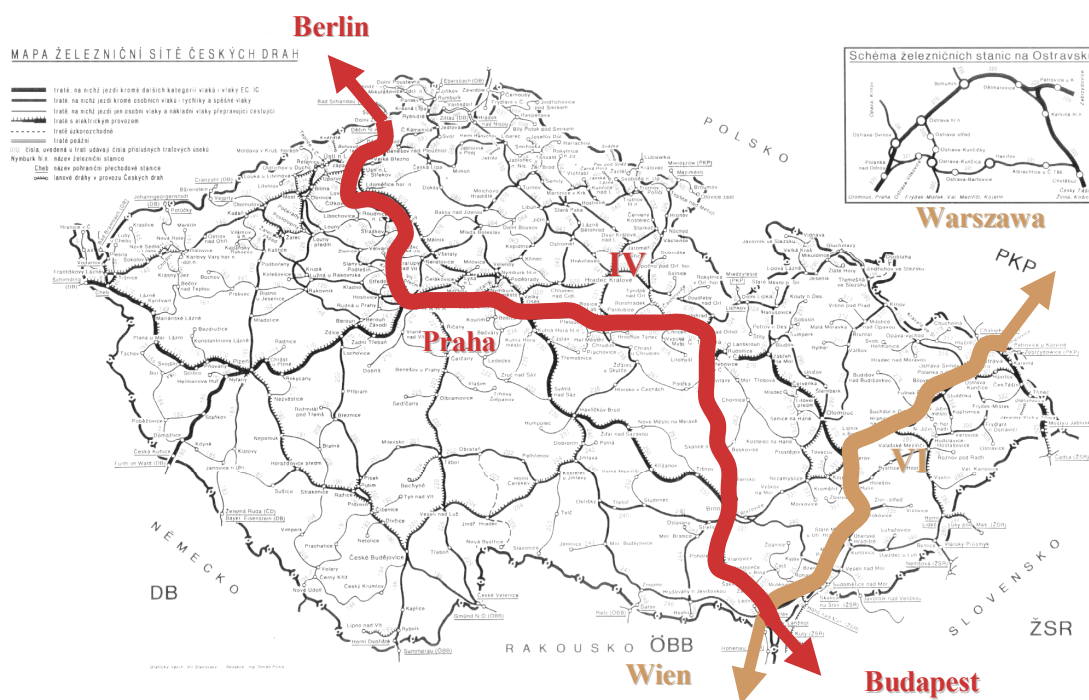
Podíl Českých drah na vývoji ETCS

České dráhy, přesněji jejich předchůdce, ČSD, se na vývoji ETCS podílely od samotného počátku projektu (1991), a to jak ve formě finančních příspěvků, tak i ve formě expertní spolupráce odborníků Výzkumného ústav železničního (VÚŽ). Specialisté ČD-VÚŽ připravovali například některé části systémových specifikací ETCS, ČD-VÚŽ zajišťoval zkoušky balíz (EUROBALISE) a antén od různých výrobců apod. V roce 2001 odborníci ČD-VÚŽ vypracovali v rámci projektu UIC ETCS studii, týkající se uplatnění ETCS na konvenčních tratích.

V současné době jsou České dráhy zastoupeny v týmu pro zpracování technických specifikací interoperability (TSI) v oblasti řídicích a zabezpečovacích zařízení.

Uplatnění ETCS u Českých drah

Po několika neúspěšných pokusech o spolufinancování úvodní studie ETCS pro ČD z fondů EU (PHARE) bylo na konci roku 2000 zahájeno zpracování studie implementace ETCS do podmínek ČD Výzkumným ústavem železničním, financované z vlastních zdrojů Českých drah. Velký důraz byl přitom kladen na spolupráci se zástupci sousedících železničních správ, aby byly operativně řešeny případné názorové neshody, neboť ETCS bude přednostně instalován na transevropských koridorech (obr. 2).



Obr. 2: IV. a VI. transevropský koridor

Hlavními důvody pro uplatnění ETCS u ČD jsou zejména tyto:

- zvýšení úrovně bezpečnosti jízdy vlaků
- soulad s požadavky na interoperabilitu
- základ komplexního řízení dopravy
- základ pro efektivní řízení dopravy i na vedlejších tratích

Prvním krokem k postupné instalaci ETCS u ČD bude realizace pilotního projektu, který ověří implementační úpravy související s navázáním stávajícího zabezpečovacího zařízení na ETCS, které bude nutno na systému ETCS provést a bude též sloužit pro technické schválení ETCS v České republice. V dalším kroku bude dále potřeba vypracovat související předpisy jak pro provoz, obsluhu zařízení, tak také pro jeho údržbu v obou hlavních částech – traťové a palubní.

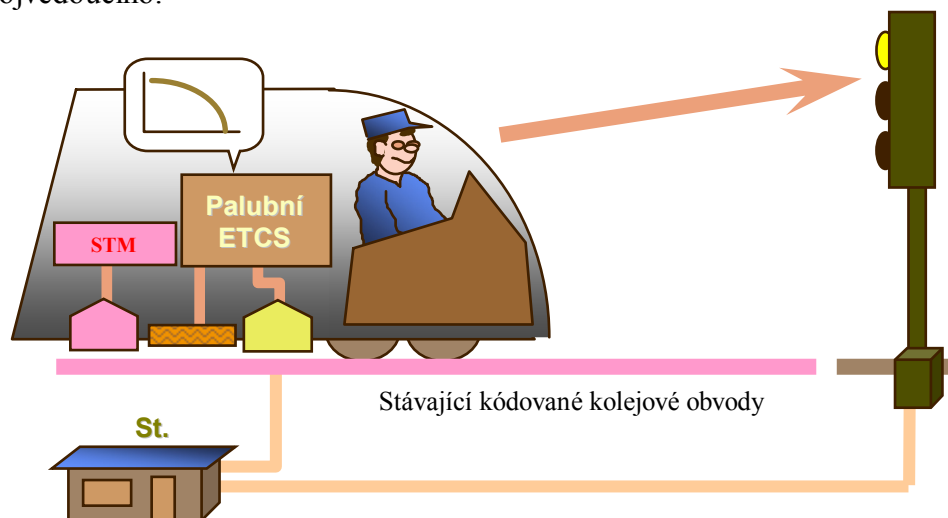
Vzhledem ke skutečnosti, že České dráhy zahájí v roce 2003 postupnou výstavbu radiových sítí GSM-R a že v obdobném termínu bude téměř dokončena výstavba hlavních tranzitních koridorů, bylo rozhodnuto, že základní úroveň ETCS, která bude u ČD implementována, bude úroveň druhá, tj. obousměrný přenos informací mezi palubní a traťovou částí ETCS datovým rádiem.

Základní aplikační úroveň ETCS u ČD

Systém ETCS je konfigurovatelný podle potřeb správce železniční infrastruktury. V závislosti na požadované propustnosti tratě, na stávající vybavenosti zabezpečovacím a sdělovacím zařízením, se nabízejí různé možnosti aplikačních úrovní ETCS. Pro sériové uplatnění ETCS na Českých drahách je uvažováno s následujícími úrovněmi:

ETCS úroveň STM

Pro dosažení alespoň existující úrovně zabezpečení jízdy vlaků je palubní systém ETCS doplněn o tzv. STM modul, který je schopen zpracovávat informace přicházející z traťové části LVZ ve formátu stávajícího zařízení a přeložit je do formátu dat ETCS. Palubní ETCS je přitom vybaveno software, schopným emulovat činnost existujícího vlakového zabezpečovacího zařízení (LS 90) včetně ovládání brzd a zobrazení pro strojvedoucího.

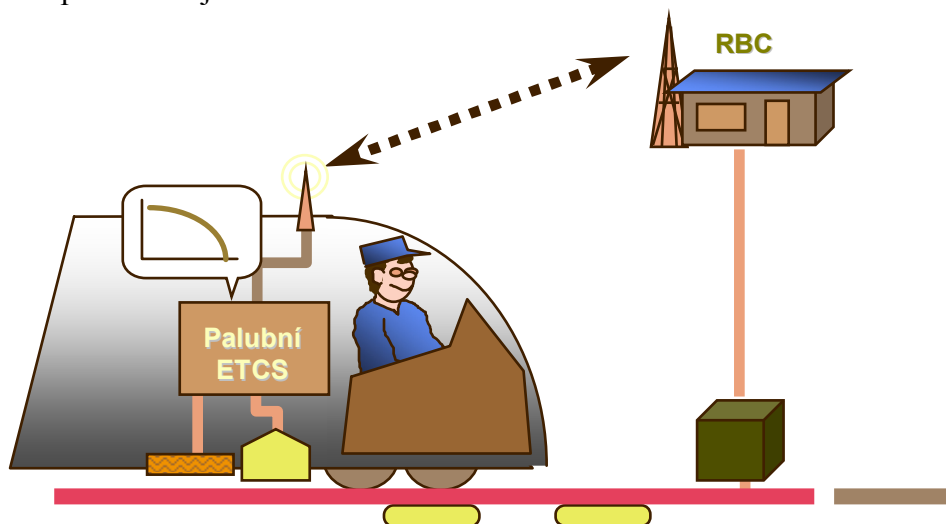


Obr. 3: ETCS úroveň STM

Trat'ové funkce ETCS	Palubní funkce ETCS
<ul style="list-style-type: none"> • Nejsou 	<ul style="list-style-type: none"> • Čtení balíz pro detekci přechodu do jiné úrovně a speciálních povelů; ostatní zprávy jsou ignorovány • Řízení činnosti STM pro LS • Emulace činnosti LS 90 • Zobrazení návěstního opakovače LS

ETCS úrovně 2

Tato úroveň ETCS se od předcházejících významně liší tím, že oprávnění k jízdě je nyní přenášeno na vlak prostřednictvím rádiového spojení, které zajišťuje možnost komunikace s vlakem v téměř libovolnou dobu. Přenos dat je přitom obousměrný, jak z trat'ové části ETCS (RBC) na vlak, tak i v opačném směru, ve kterém palubní ETCS informuje o charakteristikách vlaku, jeho poloze, rychlosti atd. Veškeré dostupné informace jsou v RBC zpracovávány a ve spolupráci se stavědly, jež zapevňují vlakové cesty a zjišťují jejich volnost, je RBC schopno řídit pohyb vlaků v definovaném úseku i optimalizovat jednotlivá oprávnění k jízdě.



Obr. 4: ETCS úroveň 2

Jak je z Obr. 4 patrné, tato úroveň ETCS již nevyžaduje existenci optických návěstidel podél tratě; veškeré nutné informace pro individuální řízení jízdy vlaků jsou předávány rádiem – sítí GSM-R. Pro zajištění přechodné fáze do vybavení všech vozidel palubní částí ERTMS bude ovšem nutné umožnit smíšený provoz, důsledkem čehož je skutečnost, že optická návěstidla budou i na tratích ERTMS po jistou dobu zachována (případ ČD).

Trat'ové funkce ETCS	Palubní funkce ETCS
<ul style="list-style-type: none"> • Registrace každého vlaku vybaveného ETCS v RBC • Sledování polohy každého ETCS vlaku v RBC • Určení povolení k jízdě v souladu s údaji od zabezpečovacího zařízení (stavědla,...) individuálně pro každý vlak • Přenos povolení k jízdě na každý vlak individuálně 	<ul style="list-style-type: none"> • Vlak vysílá svou polohu vztaženou k balíze do RBC • Výpočet dynamického rychlostního profilu • Porovnání aktuální rychlosti vlaku s povolenou rychlostí a příp. aplikace brzd • Palubní signalizace pro strojvedoucího

Pilotní projekt Poříčany - Velim

Věcnou náplň pilotního projektu tvoří realizace trat'ové části ERTMS 2. úrovně pro cca. 20 km dvoukolejně trati včetně RBC a tří palubních zařízení, vybavených GSM-R. Systém ERTMS bude instalován na úseku Poříčany – Velim včetně železničního zkušebního okruhu v Cerhenicích. Na ŽZO bude instalována taktéž RBC. Tento přístup umožní realizovat velkou část potřebných zkoušek implementace ERTMS bez jakéhokoliv narušování provozu na koridorové trati.

Hlavními mezníky pilotního projektu jsou následující termíny:

2001- dokončení studie ETCS pro ČD

2003 - uzavření kontraktu s dodavatelem technologie a příprava realizace

2004 - výstavba pilotního úseku

2005 - testy zařízení a schvalovací procedury

2006 - zahájení sériové výstavby systému na koridorech ČD

Vlastní pilotní projekt bude muset řešit množství souvisejících technických problémů – rozhraní mezi palubním ETCS a zařízeními na vozidlech ČD (pohonné a brzdové systémy, řídicí systémy apod.), vývoj STM pro český vlakový zabezpečovací systém LS, rozhraní mezi stávajícími infrastrukturními zabezpečovacími zařízeními a trat'ovou částí ETCS (RBC, LEU) a další, které mohou významně ovlivnit celý průběh projektu.

Projekt Katowice – Bohumín

Druhým projektem, který bude sloužit k ověření implementace ERTMS na území České republiky, je projekt na VI. koridoru TEN v úseku Katowice – Bohumín. Úvodní studie k tomuto projektu byla zpracována Výzkumným ústavem železničním Praha a CNTK Varšava v první polovině roku 2002. Studie byla financována z prostředků projektu UIC ETCS. Cílem projektu Katowice – Bohumín je vybudovat přeshraniční trať ERTMS, kde by bylo možno prakticky demonstrovat propojení dvou správců infrastruktury (PLK a SŽDC) na bázi interoperabilního zařízení.

Studie primárně předpokládá instalaci ERTMS ve 2. úrovni. Tento záměr je v současnosti zcela ojedinělý (Wien – Budapest je v 1. úrovni) a jako takový má velké šance na spolufinancování z evropských fondů.

Vlak CDT 680 a ERTMS

Velmi důležitým projektem Českých drah v oblasti ERTMS je implementace ETCS 2. úrovně na palubách nových jednotek řady 680. Jednotky řady 680, tak jako každý jiný vlak, který se má pohybovat na síti Českých drah a také tratích sousedních železnic, musí být samozřejmě vybaven odpovídajícím sdělovacím a zabezpečovacím zařízením na palubě. Odpovídajícím se pochopitelně myslí takové zařízení, které je v souladu s traťovou částí těchto zařízení, která jsou na určených tratích v provozu.

Celou situaci kolem sdělovacích a zabezpečovacích systémů přitom činí komplexnější časové období, do kterého vlaky 680 přicházejí. Na rozdíl od původních předpokladů, že vlaky budou v provozu od roku 2000, budou podle současných záměrů k dispozici na přelomu let 2003 a 2004. To je však období, do kterého spadá taktéž začátek přísného vyžadování shody s požadavky technických specifikací interoperability (TSI) pro síť

transevropských vysokorychlostních tratí. Z hlediska sdělovacích a zabezpečovacích zařízení se tak jedná o komerční nástup systémů ERTMS – GSM-R a ETCS.

Vlaky 680 jsou určeny pro rameno Berlin - Praha - Wien. Úsek Berlin - Dresden je zařazen do systému transevropských vysokorychlostních koridorů a jako takový bude v letech 2006 – 2008 rekonstruován na rychlost 200 km/hod. a vybaven zařízeními v souladu s požadavky TSI včetně GSM-R a ETCS. Aby se vlaky 680 mohly bez omezení na takto vybavené trati pohybovat, je nutné je těmto novým požadavkům přizpůsobit.



Obr. 5: Určená trasa vlaku řady 680

Vybavenost tratí zabezpečovacím a sdělovacím zařízením v ČR

Hlavní tratě jsou vybaveny systémem vlakového zabezpečovače LS. Maximální rychlost je 160 km/hod. Pro provoz jednotek s naklápečími skříněmi, umožňující průjezd oblouky většími rychlostmi, nebude před implementací ETCS použito žádného technického systému pro bezpečnou kontrolu rychlosti. Odpovědnost za korektní vedení vlaku bude spočívat na strojvedoucím, jenž bude vybaven příslušným jízdním řádem.

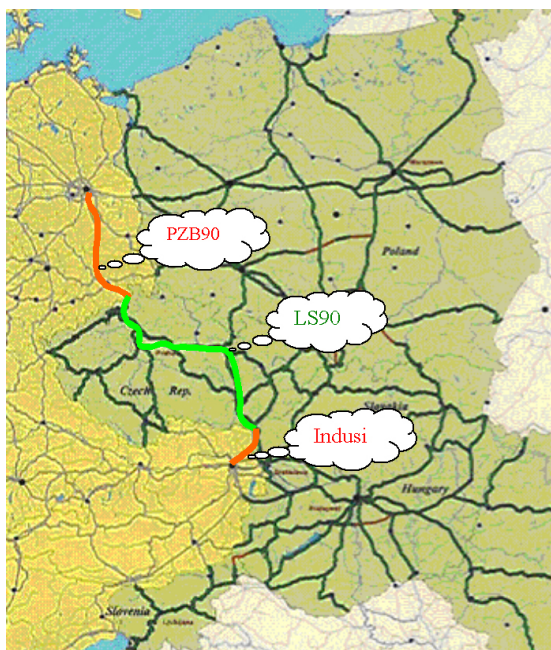
Situace se zásadně změní instalací ETCS; informace, které budou mezi traťovou částí a vlakem přenášeny, budou palubní části ETCS soužit ke kontinuální bezpečné kontrole rychlosti po celou dobu jízdy.

Současná vybavenost tratí v celé trase vlaku a střednědobý výhled

Následující tabulka shrnuje současný stav tratí z hlediska jejich vybavenosti vlakovým zabezpečovacím zařízením.

	Tratě v ≤ 160 km/h (klasický provoz)	Obloukovité tratě v ≤ 160 km/h (s naklápěcími skříněmi)	Tratě v > 160 km/h (s/bez nakláp.)	Hranice drah (automatické přepnutí systému)	Střednědobý výhled
DB	PZB 90 (Indusi)	PZB 90 + ZUB 262	LZB nebo ETCS Level 2	Eurobalízy	PZB 90 + ETCS AL2
ČD	LS	LS	nejsou	Eurobalízy	ETCS AL2
ÖBB	Indusi	Nejsou relevantní	LZB	Eurobalízy	Indusi + ETCS AL1

Tab. 1: Vybavenost sítí vlakovými zabezpečovacími zařízeními



Představitelé železnic DB a ÖBB potvrdili, že v souladu se strategickým záměrem Evropské komise bude na páteřních evropských tratích instalován systém ERTMS/ETCS + GSM-R. Do doby realizace ERTMS bude ovšem nutné komunikovat se stávajícími zařízeními.

Obr. 6: Současné zabezpečovací systémy

Na jednotlivých úsecích trasy vlaku 680 je současná situace tato:

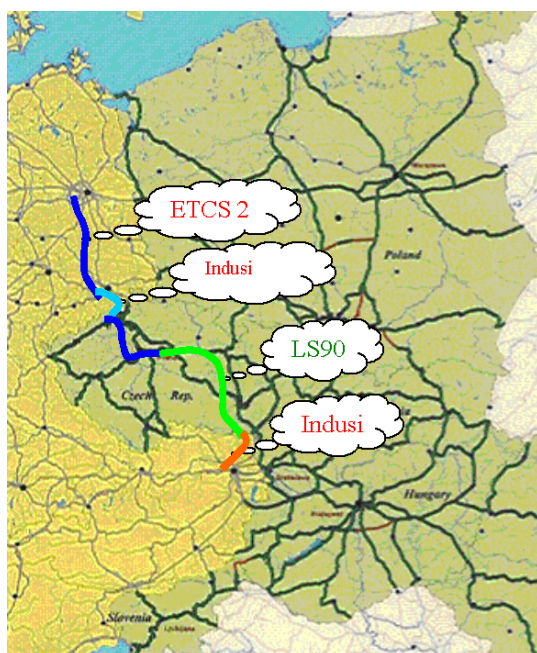
Traťový úsek	Zabezpečovací zařízení	Sdělovací zařízení
Berlin – Schöna st. hr.	Indusi	Köllda
Schöna st. hr. – Kolín Kolín - Břeclav st. hr.	LS	dosluhující Köllda bez traťového radia
Břeclav st. hr. – Wien	Indusi	Kapsch

Tab. 2: Současný stav sdělovacích a zabezpečovacích zařízení na trase vlaku 680

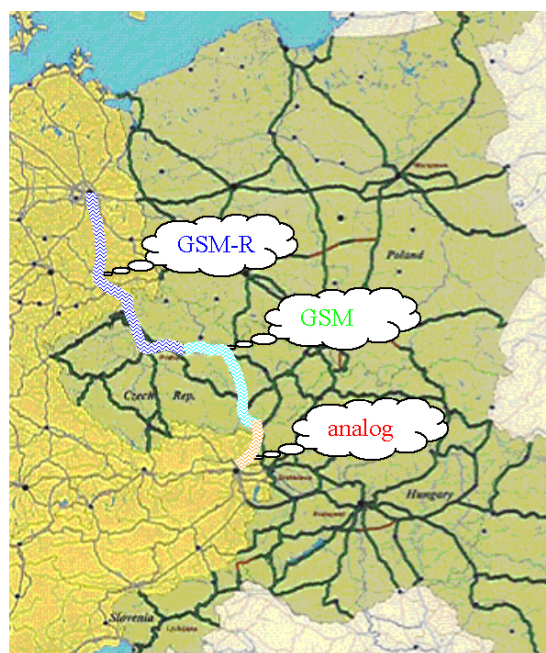
Výhled do roku 2008 je následující:

Traťový úsek	Zabezpečovací zařízení	Sdělovací zařízení
Berlin – Dresden	ETCS 2. úrovně ⁴	GSM-R
Dresden – Schöna st. hr.	Indusi (ETCS 2. úrovně) ⁵	GSM-R
Schöna st. hr. – Kolín	ETCS 2. úrovně	GSM-R
Kolín – Břeclav st. hr.	LS	GSM-R + GSM
Břeclav st. hr. – Wien	Indusi (ETCS 1. úrovně) ⁶	Kapsch

Tab. 3: Očekávaný stav vybavenosti trasy vlaku 680 v roce 2008



Obr. 7: Zabezpečovací systémy v roce 2008



Obr. 8: Sdělovací systémy v roce 2008

⁴ Pouze v případě, že by ETCS nebyl schválen do konce roku 2006 a současně by DB byla nucena dodržet termín modernizace 2008, by mohlo dojít k instalaci LZB. Vzhledem k současnému stavu projektů ETCS se ovšem tento vývoj nepředpokládá.

⁵ DB nevyklučuje možnost vybavit úsek Pirna – Schöna ETCS 2. úrovně v rámci implementace ETCS na konvenčních tratích.

⁶ Zástupci ÖBB se vyjádřili, že v nejbližších měsících se budou nově určovat prioritní tratě z hlediska implementace ETCS 1. úrovně.

Sestava palubních zařízení vlaku řady 680

Z výše uvedených údajů je zřejmé, že bylo nutno pečlivě zvážit strukturu sdělovacích a zabezpečovacích systémů na palubě 680. Finálně dohodnutá sestava je následující:

- a) Sdělovací zařízení:
 - a. 2 moduly GSM-R pro datový přenos ETCS
 - b. 1 modul GSM-R pro hlasovou komunikaci na sítích DB a ČD s roamingem do sítě veřejného operátora v ČR do ukončení výstavby GSM-R podél I. koridoru
 - c. analogové rádio Kapsch pro provoz na ÖBB
- b) Vlakové zabezpečovací zařízení
 - a. ETCS 2. úrovně pro DB a ČD
 - b. PZB 90 (Indusi)⁷ pro DB a ÖBB
 - c. LS pro ČD

České dráhy přitom budou perspektivně požadovat instalaci STM pro LS-90, jehož vývoj bude součástí dodávek pilotní sekce ETCS. ČD předpokládají uplatnění STM pro LS na většině hnacích vozidel včetně vlaků 680. Z toho důvodu bude vlak 680 disponovat prostorem pro umístění STM a potřebnou kabelizaci.

Závěrem

České dráhy, jakožto železnice ve středu Evropy, si velmi dobře uvědomují zásadní důležitost aplikace požadavků na interoperabilitu a tedy i nutnost uplatnění zařízení s tím souvisejících. Implementace Směrnic 96/48 a 2001/16 a vlastního zařízení ERTMS je proto jednou z hlavních priorit ČD v současné době.

Ve dnech 24. a 25. dubna 2002 se pod záštitou generálního ředitele Českých drah a prezidenta Mise Východ - Západ při Mezinárodní železniční unii (UIC) Ing. Dalibora Zeleného uskutečnila v Olomouci konference s mezinárodní účastí s názvem Aplikace ERTMS u Českých drah. České dráhy ústy vrcholných představitelů jednotlivých divizí na této konferenci deklarovaly řadu zásadních stanovisek, mezi nimi:

- Management ČD považuje implementaci ERTMS jednoznačně za prioritní včetně výhledu jeho rozšíření na tratě vedlejší
- Příprava pro aplikaci ERTMS bude zajištěna u všech nových koridorových staveb (zejména 3. a 4. národní tranzitní koridor)
- V souladu se studií pro výstavbu center dálkového ovládání a řízení na koridorech, jakožto základního předpokladu efektivního řízení provozu i implementace ERTMS, bude postupně zajišťována jejich realizace
- V zájmu zajištění homologace interoperabilního palubního systému – ERTMS jednotek 680 budou podniknuty všechny kroky vedoucí k realizaci pilotních staveb ERTMS
- Pro všechny výše uvedené kroky zajistit odpovídající výchovu odborníků profesí dotčených zaváděním systému ERTMS

⁷ PZB 90 je vlaková část zařízení Indusi, vybavená přídatnými funkcemi, požadovanými u DB

- ČD rozhodly o vybavování všech nově dodávaných hnacích vozidel systémem ERTMS
- Návazně na postup prací souvisejících s implementací ETCS na koridorových tratích budou připravovány kroky k uplatnění ETCS na dalších kategoriích tratí, včetně tratí vedlejších.

Záměr aplikace systému ERTMS je přitom v souladu i se záměry dopravní politiky Ministerstva dopravy a spojů vyjádřené jak v dokumentech „Dopravní politika České republiky“ a „Státní informační politika“, tak i ve sdělení adresovaném v minulém roce DG TREN Evropské komise.

Implementace ERTMS samozřejmě není levnou záležitostí. Její postupnou instalaci u Českých drah si však vynucují dva rozhodující faktory: potřeba provozovat interoperabilní systém a nutnost nahradit nevyhovující LS.

Uplatnění ETCS na palubách 680 bude první komerční instalací palubního ETCS firmy ALSTOM (ATLAS) na palubě vlaku typu „pendolino“ firmy ALSTOM Ferroviaria. ČD i ALSTOM proto usilují a budou usilovat o dosažení úspěšné realizace tohoto ambiciózního projektu v určených termínech.

Rozšířením instalace traťové části ETCS a GSM-R na celý 1. a 2. koridor ČD dojde okolo roku 2010 k propojení ČD s DB a ÖBB (předpoklad je i u PKP a ŽSR) na bázi unifikovaného sdělovacího a zabezpečovacího systému ve smyslu Směrnice 2001/16 o interoperabilitě konvenčních tratí transevropského železničního systému.

Nové zabezpečovací systémy AŽD Praha pro ČD

Karel Višnovský, Antonín Faran, Vlastimil Polach, Jiří Houser, AŽD Praha s.r.o.

1. Úvod

Vývoj v oblasti železniční zabezpečovací techniky u ČD v posledních deseti letech lze, bez nadsázky, hodnotit jako přelomový. V souvislosti s výstavbou železničních koridorů došlo k významné modernizaci všech rozhodujících zabezpečovacích systémů pro staniční, traťová i přejezdová zabezpečovací zařízení. Hlavním jmenovatelem a urychlovačem prudkého rozvoje byl a stále zůstává rychlý rozvoj procesorové techniky a informačních technologií.

Významnou úlohu při této kvalitativní změně, ve většině technik spojenou i s průkopnickou činností, nutno přiznat i firmě AŽD Praha s.r.o., která vyvinula nové systémy, jež jsou v dnešní době plně k dispozici ČD jak na modernizovaných koridorových, tak i dalších tratích.

Jednalo se především o tyto systémy:

- staniční zabezpečovací zařízení elektronického typu:
 - ETS - hybridní elektronické stavědlo s bezpečnou reléovou částí a spolehlivým počítačovým ovládáním (první aktivace v žst. Úvaly v roce 1994, uvedeno do trvalého provozu v roce 2001),
 - ETB - elektronické stavědlo s bezpečnou reléovou částí a bezpečným počítačovým ovládáním (první aktivace v žst. Lysá nad Labem v roce 1996, vydáno technické schválení v roce 2000),
 - ESA11 - elektronické stavědlo s reléovými rozhraními k venkovním prvkům (první aktivace v žst. Stará Boleslav v roce 1997, vydáno technické schválení v roce 2002),
 - ESA22 - elektronické stavědlo s elektronickými rozhraními k venkovním prvkům (první aktivace v žst. Moravský Písek v roce 1999, v provozním ověřování),
- traťové zabezpečovací zařízení elektronického typu:
 - ABE-1 – centralizovaný, plně elektronický, automatický blok s elektronickými rozhraními k venkovním prvkům (první aktivace v mezistaničním úseku Moravský Písek - Bzenec přívoz v roce 2000, vydáno technické schválení v roce 2001),
- přejezdové zabezpečovací zařízení elektronického typu:
 - PZZ EA – elektronické přejezdové zabezpečovací zařízení s reléovým rozhraním k venkovním prvkům (první aktivace v zastávce Bartoňov v roce 1993, technicky schváleno 1997),
- napájecí systémy elektronického typu:
 - ZKO1 – zdroj pro napájení kolejových obvodů tvořený statickými měniči s digitálním řízením (první aktivace v žst. Stará Boleslav v roce 1997, technicky schváleno v roce 1998),

- UNZ – univerzální napájecí zdroj pro napájení zabezpečovacích zařízení (první aktivace v žst. Moravský Písek v roce 1999, technicky schváleno v roce 2000),
- DAK – měnič trakčního napětí 3 kV na 2 x 230 V DC (první aktivace v žst. Polom v roce 2002, provozně ověřováno)
- systémy dálkového ovládní elektronického typu:
 - DOZ1 – dálkové ovládní staveidel AŽD elektronického typu (první aktivace v rámci úsekového ovládní Moravský Písek – Rohatec v roce 2000, technicky schváleno v roce 2002).

Z uvedeného výčtu lze vysledovat i další důležitý aspekt související s dosavadním rozvojem elektronických systémů u ČD, tj. velký důraz na prokazování bezpečnosti všech nových systémů ve smyslu evropských norem CENELEC. A právě z důvodu náročnosti prokazování bezpečnosti nových systémů je nutné současně hledat nové aplikační možnosti, které jsou v technicky schválených systémech k dispozici. To může přinášet rychlá a ekonomicky zajímavá řešení.

V následujícím textu se pokusíme zdůraznit, případně naznačit některé aplikační možnosti na bázi vybraných stávajících systémů.

2. Možnosti decentralizace staveidel AŽD Praha pro ČD – Traťové staveidlo AŽD Praha pro vedlejší tratě

2.1. Dálkové ovládní zabezpečovacího zařízení

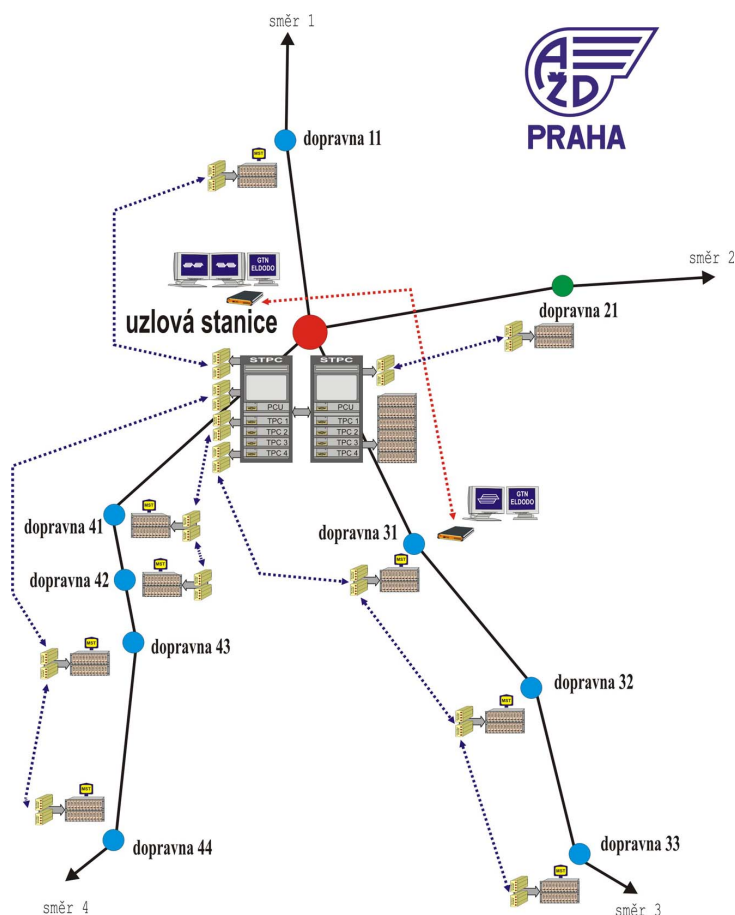
Řízení souvisejících traťových celků s možností bezprostředně ovládat zabezpečovací zařízení a přímo tak působit na jízdy jednotlivých vlaků přináší skutečnou optimalizaci dopravních procesů, neboť jen takový model řízení může zahrnovat všechny ovlivňující se dopravní elementy.

To platí nejen na hlavních „koridorových“ tratích, ale i na tratích vedlejších. Vedlejší tratě však pro svou povahu nevyžadují tolik komfortní zařízení, což umožňuje nabídnout zabezpečovací zařízení jednodušší a přitom s vysokými užitnými vlastnostmi.

2.2. Staniční zabezpečovací zařízení s distribuovanou částí

Traťové staveidlo je z hlediska řízení dopravy standardním dálkovým ovládním stanic stejně jako AŽD DOZ 1. Z hlediska zabezpečovací techniky jde ale o rozprostření jednoho staničního zabezpečovacího zařízení elektronického typu přes více stanic. Systém má jedno technologické jádro, které může být umístěno v kterékoliv ze stanic řízené oblasti (v tzv. mateřské stanici) a do každé z přidružených stanic je rozprostřena jedna z větví komunikační sítě nižší úrovně. V ovládaných stanicích je umístěn jen vzdálený prováděcí panel a místně příslušná část staničního SZZ.

Mateřská stanice je vybavena dispečerským pracovištěm s JOP, na monitorech se zobrazuje reliéf celé řízené oblasti, tj. včetně okolních ovládaných stanic. Součástí dispečerského pracoviště může být také graficko-technologická nadstavba (GTN) pro vedení elektronické dopravní dokumentace, tvorbu výhledové dopravy, komunikaci s nadřazenými informačními a řídicími systémy železniční dopravy.



V dálkově ovládaných stanicích není umístěno z pohledu SZZ autonomní zařízení, ale jen část technologického celku. Takovou stanicí v případě poruchy spojení s mateřskou stanicí nelze plnohodnotně ovládat. Stanice jsou vybaveny pouze deskou nouzové obsluhy s ovládacími prvky a indikacemi výhybek, přivolávacích návěstí a PZZ. V ovládaných stanicích jsou zpravidla pomocná stavědla (PSt), neboť předat stanici na místní provoz znamená, v případě traťového stavědla, ovládat stanici pouze z desky nouzové obsluhy a tedy jízdy vlaků na přivolávací návěst.

Do stanice s distribuovanou částí SZZ lze za určitých podmínek doplnit pracoviště JOP.

Základní výhoda tohoto systému spočívá v tom, že za cenu jednoho technologického jádra SZZ lze pokrýt více stanic současně a současně využitím logických závislostí definovaných uvnitř technologického jádra počítačového ovládání lze bezpečně realizovat jízdy mezi dopravami bez budování samostatných traťových zabezpečovacích zařízení.

Je zřejmé, že traťové stavědlo je vhodné:

- pro dálkové ovládání stanic na regionální či vedlejší trati,
- pro ovládání středně velkých uzlových, úsekových, odbočných stanic, kdy jsou do jejich SZZ připojeny okolní dopravní jako jejich nedílné součásti.

Formou traťového stavědla je od roku 2000 ovládána žst. Milovice z žst. Lysá nad Labem, odbočka Kanín z žst. Velký Osek. Dále je traťové stavědlo navrženo pro ovládání odboček Koukolná a Závada ze žst. Dětmarovice.

Distribuované SZZ pokrývající celou oblast může být dále začleněno jako jedna ze stanic do systému klasického dálkového ovládání AŽD DOZ 1. Tím vznikne kombinované dálkové ovládání, které může pokrývat rozsáhlou oblast. Lze si tedy představit, že část sítě tvořící provozně-technologický celek, např. železniční doprava ve vztahu k dopravní obslužnosti mikroregionu, bude řízena z jednoho centra.

3. Systém elektronického automatického bloku ABE-1, další příklady použití u ČD.

Systém elektronického automatického bloku ABE-1 (systém ABE-1) je interně pětiznakový centralizovaný systém elektronického automatického bloku s tříznakovou optickou návěstní soustavou ČD. Vzdálenosti mezi stavědlovými ústřednami mohou být v rozmezí 15,2 km, aniž by bylo nutné budovat jakýkoliv mezilehlý objekt pro lokalizaci předmětného zařízení. Systém ABE-1 je tedy plně centralizovaný, což znamená, že na trati (s výše specifikovanými vzdálenostmi) mimo venkovní části výstroje kolejových obvodů a oddílových návěstidel není lokalizována žádná další vnitřní technologická část systému ABE-1.



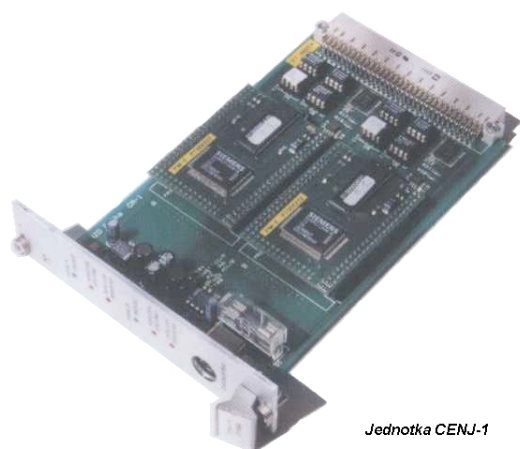
3.1. Popis architektury systému

Po HW i SW stránce je systém uspořádán konjunktivně dvoukanalově. Bezpečnost funkce je v rozhodující části systému, zejména na řídicí úrovni, zajištěna redundantními prostředky. U rozhodujících periférií je zajištěna bezpečnost funkce navíc i prostředky, které aplikují vnitřní bezpečnost.

Technologie systému ABE-1 se umísťuje zpravidla do navazujících stanic, které se označují jako stanice „X“ a „Y“. Obě části systému jsou spolu spojeny přenosovým systémem o kapacitě $2 \times 64 \text{ kb}\cdot\text{s}^{-1}$ s rozhraním X.21. Komunikace je zálohovaná.

Systém ABE-1 je tvořen výměnnými jednotkami, které se zasouvají do kazety. V žádné z těchto jednotek není použit adresný SW, tedy jednotky shodného typu jsou vzájemně záměnné.

Systém ABE-1 je charakterizován vysokým stupněm modularity HW a SW vybavení. V podstatné míře je použita povrchová montáž (SMD) elektrických dílů.



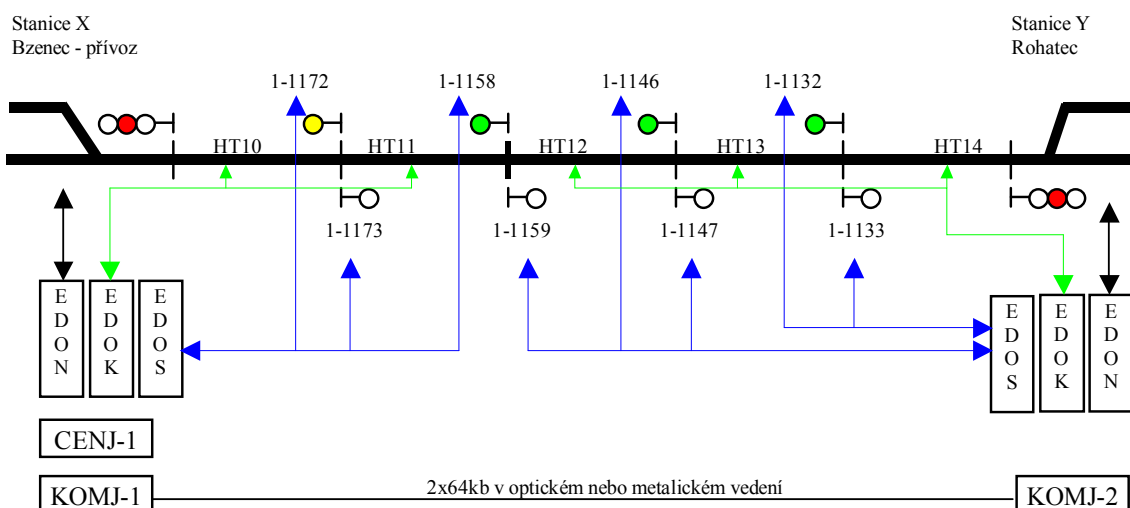
Jednotka CENJ-1

Jádrem systému je centrální jednotka CENJ-1, která řídí celý systém ABE-1. Konfigurační data, která popisují geografii daného mezistaničního úseku, jsou uložena v paměti lokalizované na zadní desce kazety.

K periferním jednotkám patří návěstní jednotka EDOS-1, která zajišťuje dohled a ovládání až tří oddílových návěstidel, dále kódovací jednotka EDOK-1, která zajišťuje dohled a ovládání kódování až čtyř traťových kolejových obvodů a současně snímá polohu pracovních i klidových kontaktů příslušných traťových kolejových relé a ještě napěťová jednotka EDON-1, která zajišťuje příjem nebo vysílání až osmi bezpečných stejno-směrných napětí 24 V.

Návěstní jednotky EDOS-1 a kódovací jednotky EDOK-1 nevyžadují pro generování přerušovaných napětí žádné externí kodéry, tato napětí se vytvářejí uvnitř jednotlivých jednotek pomocí bezpečného SW vybavení. Komunikační jednotky KOMJ-1 a KOMJ-2 zajišťují přenos informací mezi stanicemi „X“ a „Y“.

3.2. Příklad rozložení jednotlivých prvků v systému



3.3. Vnitřní části systému ABE-1

Základním modulem systému ABE-1 je procesorový modul PM-2, případně PM-2K, jehož ústředním a rozhodujícím prvkem je šestnáctibitový procesor Siemens typu SAB 80C166.

3.4. Vnější části systému ABE-1

Vnější části systému ABE-1 tvoří:

- návěstních obvodů: kabelová vedení, nový návěstní transformátor ST-4 a standardizovaná žárovka 12 V/20 W;
- spolupracující zavedené kolejové obvody KO-3103;



Jednotka EDOS-1

3.5. Diagnostika

Systém ABE-1 umožňuje lokální a centrální diagnostiku. Centrální diagnostika je založena na snímání dat systémové komunikace (provozních i diagnostických), jejich ukládání a třídění. Protože je HW prostředky zajištěno, že data ze systémové komunikace lze pouze monitorovat, lze diagnostické počítače připojovat do vyšších stupňů diagnostiky bez omezení.

3.6. Rozměry

Jedno zaústění dvoukolejné trati vyžaduje vždy zařízení systému ABE-1 lokalizované v jedné skříni se zvýšenou odolností proti důsledkům EMC a EMI o rozměrech 1000 mm x 2370 mm x 500 mm a jednu rozměrově stejnou skříň pro lokalizaci výstroje navazujících kolejových obvodů.

3.7. Uvažovaný rozvoj systému

Je předána ke schválení další varianta systému ABE-1, která obsahuje modulární přenos dat. Modulární přenos zajišťuje přenos bezpečných informací mezi až 16 různými lokalitami. Lze ho použít jako samostatný datový přenos, nebo jako doplňující službu ABE-1.

Současně je připraveno elektronické rozhraní mezi systémem ABE-1 a stavědlem ESA 11, které umožní i jednoduchý způsob ovládání zařízení malých přilehlých stanic.

Připravuje se systém komunikace v otevřených komunikačních systémech, případně i automatické hradlo.

4. Dálkové ovládání II. úrovně

4.1. Dálkové řízení dopravních procesů

Budoucnost automatizační techniky na železnici lze spatřovat zejména ve třech základních oblastech: provozněřídící centrály, diagnostické systémy, systém ETCS. Tím je sledován současný trend požadavků železnic:

- operativnost a pružnost řízení dopravy,
- zvyšování rychlosti na hlavních tratích,
- na tratích v ČR sdílení dopravní cesty moderními rychlými expresy osobní dopravy se stávající dopravou nákladní a osobní – nesegregovaný provoz,
- minimalizace personálních potřeb určených pro řízení jednotlivých SZZ.

Tyto požadavky nelze nijak jinak operativně zajistit než s podporou systémů dálkového ovládání. Provozněřídící centrály s dálkovým ovládáním elektronického zabezpečovacího zařízení umožňují maximální koncentraci a centralizaci řízení železničního provozu, využitím synergického efektu se zvyšuje agregovaná produktivita celé železniční dopravy.

Dálkové řízení železničního provozu tedy představuje souhrn všech dostupných technických a technologických prostředků pro řízení dopravy na souvislých traťových úsecích, případně v uzlech.

Soustředění řízení a ovládání jednotlivých mezilehlých, odbočných a úsekových stanic přináší provozem ověřené výhody v řízení dopravního provozu - operativnější průběh technologických provozních procesů stanice, zlepšení dynamiky jízdy vlaku (zvláště podstatně v souvislosti se zvyšováním rychlostí), úsporu provozních zaměstnanců a další.

Pokud má řídicí zaměstnanec přehled o delším traťovém úseku, může lépe rozhodovat o technologii jízdy jednotlivých vlaků s respektováním jejich přednosti a důležitosti. Na dvou a vícekolejných tratích se lépe využije souběžných jízd po traťových kolejích. Při provozování jedné koleje vícekolejné trati lze účinněji minimalizovat nepříznivé dopady výluky. Na jednokolejné trati je možno případné zpoždění eliminovat vhodným přeložením křižování.

Klíčovým momentem je:

- a) nalezení vhodného způsobu řízení daného celku, včetně personálního obsazení řídicího pracoviště,
- b) nasazení souboru zařízení pro podporu rozhodování jako např. přenos čísel vlaků, graficko-technologická nadstavba zabezpečovacího zařízení (GTN).

Rádiové spojení dispečera se strojvedoucími vlaků a vedoucími pracovních čet v kolejišti je přitom základní podmínkou dálkového řízení.

Pro další výklad problematiky je nutné precizovat pojmy řízená oblast a řízená zóna:

Řízenou oblast tvoří stanice vybavené SZZ AŽD Praha elektronického typu s přenosem čísel vlaků, které jsou zastřešeny úsekovým ovládním AŽD DOZ 1 a doplněné GTN. Řízenou oblast může tvořit i jen jediná izolovaná stanice vybavená SZZ AŽD Praha elektronického typu s přenosem čísel vlaků a GTN. SZZ elektronického typu se rozumí staniční zabezpečovací zařízení s počítačovou částí, tedy konkrétně SZZ-ETB, RZZ AŽD 71 s JOP, ESA 11, ESA 22. Stanice nevybavená SZZ AŽD Praha elektronického typu (přenosem čísel vlaků), pokud vede dopravní dokumentaci manuálně v GTN, může být součástí přílehlé řízené oblasti nebo může tvořit samostatnou řízenou oblast.

Řízenou zónu tvoří soustava řízených oblastí vzájemně provázaných GTN, přičemž nemusí jít nutně o propojení na úrovni ZZ (přenos čísel vlaků) ani o bezprostředně navazující řízené oblasti. GTN v rámci řízené zóny umožňuje kterémukoli uživateli GTN sledovat dopravní situaci v libovolné řízené oblasti zapojené do řízené zóny, všechny GTN v řízené zóně společně využívají tvorbu výhledové dopravy v reálném čase.

4.2. Trati a uzly

Dálkově ovládané zabezpečovací zařízení (DOZZ) v dnešní podobě provozované v ČR (s výjimkou tratě Plzeň – Cheb) je řešeno jako tzv. I. úroveň DOZZ - úsekové řízení, kdy jsou z jednoho centra ovládány 2 až 4 dopravní – řízená oblast. Řídicí pracoviště je umístěno v jedné z řízených stanic. Ovládní se děje na jednom či dvou pracovištích dispečera dálkového ovládní (DDO) a je v plném rozsahu funkcí jednotlivých staničních zabezpečovacích zařízení.

Vhodným DOZZ pro I. úroveň řízení může být jak AŽD DOZ 1, tak traťové stavědlo – SZZ s distribuovanou částí.

Na základě zkušeností z na ČD provozovaných úseků s I. úrovní DOZZ a poznatků z jiných zemí a obecně z požadavků současných trendů však vyplývá, že úsekové řízení není zcela dostačující pro potřeby operativního řízení ucelených tratí, tj. řízení liniových procesů, zejména ne koridorů. A to i přesto, že existuje posloupnost řízených oblastí I. úrovně zastřešených vzájemně propojeným GTN do řízené zóny. Je zřejmé, že efektivní řízení liniových procesů na koridorových tratích vyžaduje vyšší stupeň řízení, čemuž odpovídá II. úroveň DOZZ.

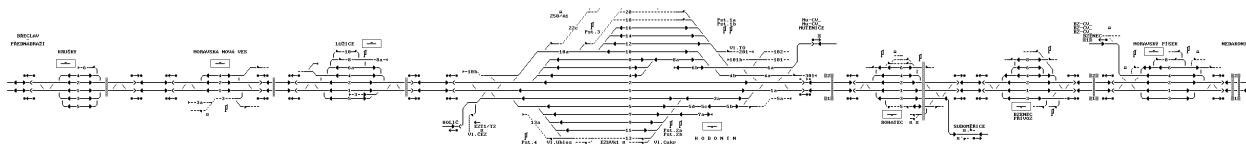
Na druhou stranu se ukazuje, že řízení v I. úrovni je výhodné pro vybrané velké a složité uzly, a to zejména díky jejich provozně-technologickým procesům.

Koridorovou síť lze tedy z hlediska řízení rozdělit na:

- řízení ucelených traťových úseků, kde se preferuje II. úroveň DOZZ s AŽD DOZ 1 nebo AŽD DOZ 2, jednotlivé stanice úseku jsou ovládány z centrálního

dispečerského pracoviště dálkově buď celé (stanice mezilehlé, jednoduché odbočné) nebo jen částečně – hlavní a předjízdňé koleje (stanice úsekové, odbočné),

- řízení významných uzlů, kde se preferuje I. úroveň DOZZ s SZZ elektronického typu, AŽD DOZ 1 nebo SZZ s distribuovanou částí, případně místní klasické řízení, pokud není instalováno elektronické zabezpečovací zařízení.



Obr. 1: Reliéf kolejistě řízené oblasti na dispečerském zadávacím počítači JOP

4.3. Centralizované řízení traťových úseků

Pro II. úroveň DOZZ je charakteristická existence centrálního dispečerského pracoviště (CDP). Z provozněřídící centrály se dálkově ovládá zabezpečovací zařízení tratě či tratí v rozsahu několika desítek stanic a stovek km tratí. Trať řízená z provozněřídící centrály jsou rozděleny do řízených zón, jedna provozněřídící centrála může zahrnovat více řízených zón. **Řízenou zónou** rozumíme část koridoru tvořící provozně-technologický celek, obvykle trať mezi dvěma významnými uzly.

Z hlediska zabezpečovací techniky použité k dálkovému ovládní zabezpečovacího zařízení z provozněřídící centrály se nabízejí dvě možnosti, přičemž volba jedné z nich přísluší provozovateli dráhy:

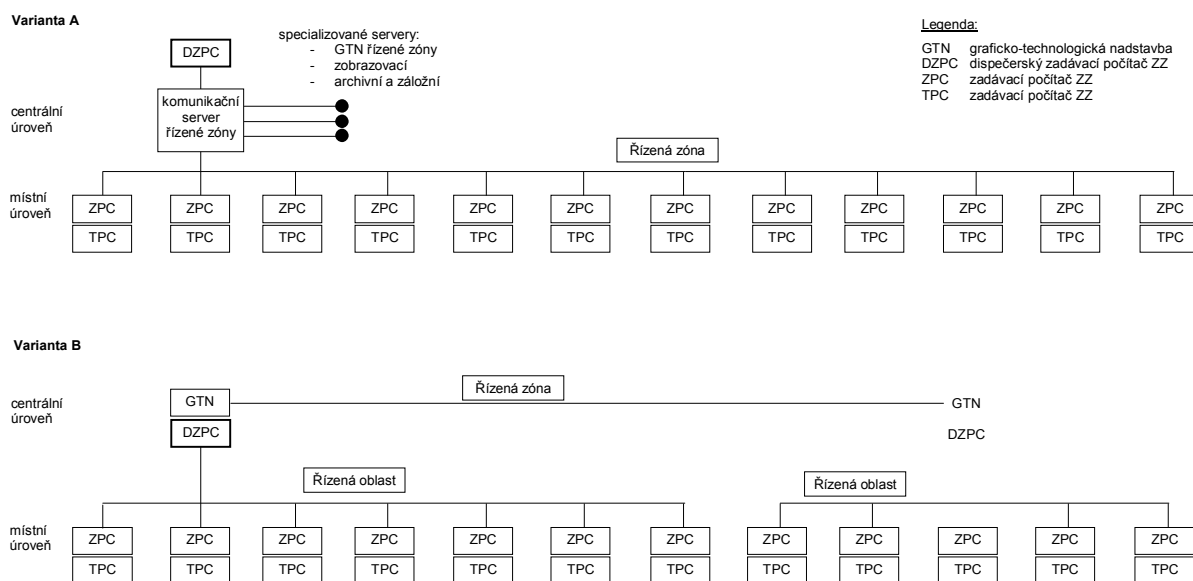
- spolehlivé ovládní - dálkové ovládní **neřeší** otázky bezpečnosti železničního provozu,
- bezpečné ovládní - dálkové ovládní **řeší** otázky bezpečnosti železničního provozu.

Ve variantě „A“ je provozněřídící centrála naprosto samostatným autonomním systémem dálkového ovládní, vybavená vlastní technologií a zcela nezávislá na staničním zabezpečovacím zařízení.

Technologické jádro sestává z několika specializovaných serverů a samostatně řešeným dispečerským stanovištěm s přístupem pracovních stanic – zadávacích počítačů – na bázi klient-server. Komunikace s ovládaným zařízením se realizuje samostatnými logickými komunikačními kanály a využívá specializovaného komunikačního protokolu událostního typu doplněného stavovým slovem s předávaným oprávněním k vysílání dat. Z tohoto vyplývá, že tento systém pouze poveluje ovládaná zařízení a zajišťuje zabezpečení přenášených dat a povelů, nikoliv jejich bezpečnost. Za bezpečné provedení vydaných povelů plně odpovídá pouze ovládané SZZ, což je vůči variantě „B“ silnou předností tohoto řešení, zejména z hlediska nároků na dálkový přenos dat.

Na druhou stranu pro takto koncipovanou architekturu dálkového ovládní ale **neplatí zachování všech bezpečnostních funkcí i na úrovni dálkového ovládní**. Na úrovni dispečerského pracoviště provozně řídící centrály nejsou data v okamžicích vydávání nouzových obsluh bezpečně zobrazována a nelze je na základě těchto informací vydat (z řídicího centra nelze např. rozsvítit přivolávací návěst). Tato skutečnost významně zasahuje – silně negativně - do provozních procesů dopravy. Pro řešení nouzových situací je nutná přítomnost zaměstnance se zkouškou výpravčího na místní úrovni, který po splnění příslušných podmínek sám zadá potvrzovací sekvenci „asď“.

Pro tuto variantu jsou ČD v současné době upřesňovány základní technické požadavky, jejichž řešení je firmou AŽD Praha označováno jako AŽD DOZ 2.



Obr. 2: Blokové schéma zabezpečovacího zařízení řízené zóny podle variant

Varianta „B“, umožňující zachování všech bezpečnostních funkcí i na II. úrovni DOZZ, je dispečerské ovládací pracoviště, které je plně funkčním vzdáleným místním pracovištěm společným pro více stanic současně. Technická architektura systému, zejména komunikační prostředky a technologické jádro, je shodná s řešením použitým u I. úrovně, tedy AŽD DOZ 1. Celý systém se však liší konfigurací řízené oblasti (až 10 stanic) a pak zejména tím, že celá řízená zóna je řízena z jednoho místa – centrálního dispečerského pracoviště. Dopravní provoz v jedné řízené oblasti může řídit i více dispečerů DO, což závisí na rozsahu a charakteru řízené oblasti. Soustava vzájemně provázaných řízených oblastí pak tvoří řízenou zónu. Pro řešení nouzových situací v případě varianty „B“ postačuje na místní úrovni pouze přítomnost zaměstnance s dopravní kvalifikací, který pouze zajistí splnění příslušných podmínek. Potvrzovací sekvenci „asdf“ vydá dispečer DO z centrálního dispečerského pracoviště (např. pro rozsvícení přivolávací návěsti).

Varianta „B“ je proto vůči variantě „A“ příznivá z hlediska mzdových nároků a navíc výrazně zkracuje dobu potřebnou k zajištění provozu v nouzové situaci. Na druhou stranu však jde o technicky náročné řešení - bezpečný přenos dat mezi centrem a místní úrovní.

Výše uvedené dvě varianty určují architekturu dispečerského pracoviště, kde kromě dispečerů DO bude také umístěno pracoviště provozního dispečera - do působnosti jednoho provozního dispečera může náležet více řízených zón, případně pracoviště další, např. operátorka řízené oblasti obsluhující hlasová a vizuální informační zařízení pro cestující.

4.4. Závěr

Dopravní procesy na koridorových tratích vyžadují nový styl řízení. Dálkové ovládání zabezpečovacího zařízení a systémy pro podporu rozhodování dispečerů významně přispívají k jejich efektivnímu provozování.

Uvedený příspěvek je pouze úvodem do problematiky řízení dopravních procesů na koridorových tratích, zabývá se dálkově ovládaným zabezpečovacím zařízením z provozně-technologického hlediska. Za klíčové pro II. úroveň DOZZ je nutné považovat rozhodnutí, zda ovládání zabezpečovacího zařízení z centrálního dispečerského pracoviště bude z technického hlediska řešeno jako **bezpečné** nebo pouze **spolehlivé**.

5. Nové možnosti napájení systémů zabezpečovací techniky

5.1. Důvod změny systému napájení

Dosavadní způsob napájení zabezpečovacích zařízení pomocí vedení 6 kV, 50 Hz (resp. 6 kV, 75 Hz) je morálně zastaralý a ve srovnání s níže popsaným systémem napájení podstatně investičně i provozně levnější a spolehlivější.

5.2. Přeměna jednofázového trakčního napětí 25 kV, 50 Hz na jednofázové napětí 400 V, 50 Hz

Tato přeměna se provádí standardním transformátorem 25 kV/0,4 kV 50 Hz příslušného výkonu. Zpětné připojení tohoto transformátoru ke zpětnému kolejnicovému vedení se musí provádět v souladu s podmínkami, které jsou stanoveny v příslušných technických podmínkách.

5.3. Přeměna stejnosměrného trakčního napětí 3 kV na stejnosměrné napětí 2 x 230 V DC

5.3.1. Základní vlastnosti

Přeměna stejnosměrného trakčního napětí 3 kV na napětí 2 x 230 V se provádí pomocí měničů typu DAK-2. Tyto měniče mění uvnitř s omezenou mírou stabilizace (výstupní napětí se stabilizuje zejména při překročení horní hranice trakčního napětí) stejnosměrné napětí na obdélníkové napětí o jmenovitém kmitočtu 300 Hz. Tento kmitočet byl zvolen proto, aby komutační kmitočet ve zpětném kolejnicovém vedení byl 600 Hz, což je harmonická složka trakčního proudu. Toto napětí se usměrní a vytvoří se napětí 2 x 230 V DC v soustavě IT nebo TT. Usměrněné napětí není jinak dále stabilizováno a výstupní filtr omezuje jen vliv výstupního proudu na rádiové rušení. Nestabilizované napětí 2 x 230 V DC je určeno jak pro napájení zdrojů UNZ, tak pro napájení topných tyčí elektrického ohřevu výměn.

5.3.2. Měnič 3 kV DC/2 x 230 V DC typu DAK-2.1

Tento měnič je určen výlučně pro napájení zdrojů typu UNZ.

5.3.3. Měnič 3 kV DC/2 x 230 V DC typu DAK-2.2

Tento měnič je určen výlučně pro napájení elektrického ohřevu výměn firmy AŽD Praha s.r.o. (EOVA).

5.3.4. Měnič 3 kV DC/2 x 230 V DC typu DAK-2.3

Tento měnič je určen jak pro napájení zdrojů typu UNZ, tak pro napájení EOVA.

Po celý rok tento měnič v příslušné stanici napájí zdroj UNZ a v zimním období se aktivují jeho výstupní stykače pro napájení topných tyčí EOVA. Automatika EOVA se napájí ze zdroje UNZ vyhlazeným a stabilizovaným napětím 230 V, 50 Hz.

5.4. Nízkonapěťová část – univerzální napájecí zdroje (UNZ)

Univerzální napájecí zdroje UNZ jsou zařízení, která plní následující funkce:

- Vstupní napětí přemění na stejnosměrné napětí, které napájí nabíječe baterií a všechny měniče.
- Tvoří zálohovaný zdroj (horká záloha) spolehlivého, bezpečného a stabilizovaného napětí 3 x 400 V/230 V, 50 Hz pro napájení zabezpečovacího zařízení a pro napájení systému dálkového ovládnání transformačních stanic (DRŤ),
- Tvoří zálohovaný zdroj (horká záloha) spolehlivého, bezpečného a stabilizovaného napětí 24 V DC – zdroj tohoto napětí nahrazuje dosavadní nabíječ a staniční baterii 24 V – viz dále
- Tvoří zálohované zdroje (studená záloha) napětí 2 x 230 V, 275 Hz a 2 x 230 V, 75 Hz
- Vytváří stabilizované napětí 3 x 400 V/230 V, 50 Hz omezeného výkonu, které je určeno pro situace, kdy veřejná síť je mimo činnost, ale současně je zdroj UNZ napájen z trolejového napětí. Toto napětí je určeno pro nouzové osvětlení perónů, schodišť atp.

5.4.1. Možné kombinace vstupních napětí zdroje UNZ

Dosavadní zdroje UNZ mohou být napájeny:

- z veřejné sítě napětím 3 x 400 V/230 V
- z kabelového vedení 3 x 6 kV, 50 Hz napětím 3 x 400 V/230 V, 50 Hz
- z kabelového vedení 3 x 6 kV, 75 Hz napětím 3 x 400 V/230 V, 75 Hz
- z transformátoru 25 kV/0,4 kV napětím 1 x 400 V, 50 Hz
- z měniče typu DAK-2.1 nebo DAK-3.2 napětím 2 x 230 V DC

5.4.2. Možné kombinace počtu nabíječů, počtu baterií a zdrojů napětí 24 V DC

Původně budované zdroje UNZ obsahovaly jen jeden nabíječ baterií 384 V a jednu baterii 384 V. Vedle toho se ve stavědlové ústředně zřizovaly nabíječe 24 V a baterie 24 V. Když došlo k výpadku nabíječe této baterie, po vybití baterie 24 V přestalo být příslušné zabezpečovací zařízení funkční. To vždy znamená dopravní problémy.

Vzhledem k tomu, že zdroj UNZ obsahuje zpravidla také baterii (s vyšším napětím), jevílo se být vhodným kapacitu baterie zdroje UNZ zvětšit o 1/16 původní baterie 24 V a stabilizované napětí 24 V DC odvozovat od měničů kmitočtu prostřednictvím usměrňovačů ADK-1. Usměrňovač ADK-1 je tvořen transformátorem s jedním sekundárním vinutím zapojeným do hvězdy a jedním sekundárním vinutím zapojeným do trojúhelníku. Následně připojené dva šestiřázové usměrňovače vytvářejí dvanáctipulsní usměrnění. Výstupní napětí je filtrováno a chráněno výstupní tlumivkou před vlivy na sběrnici 24 V.

Usměrňovače ADK-1 jsou dimenzovány na výkon 5 kW a jsou přes diodu o hodnotě 1000 V ve dvojici nebo ve větším počtu připojeny ke sběrnici 24 V DC. Jeden instalovaný usměrňovač ADK-1 musí vždy být navíc pro zajištění vyšší dostupnosti tohoto napájení.

Na základě požadavků zástupců ČD (Ing. M. Klegy a Ing. J. Švestky) bylo rozhodnuto, že je rozdělena baterie na dvě stejné části a každá baterie má samostatný dobíječ. Uvedenými úpravami došlo k řádovému zvýšení dostupnosti systému napájení.

5.4.3. Provedení

Zdroje UNZ se instalují do skříní s atributy EMC. Počet a typy skříní závisí na konfiguraci zdroje UNZ a na velikosti baterií.

Měniče ADK-1 se umísťují do skříně záložního počítače o půdorysu 600 mm x 600 mm. Jeden usměrňovač ADK-1 na výšku odpovídá modulu 270 mm – nevyžaduje žádný další přídatný prostor.

5.5. Reference

Měniče DAK-2 a usměrňovače ADK-1 ve zdrojích UNZ jsou v ověřovacím provozu v žst. Polom a Jistebník. V etapě realizace jsou měniče DAK-2.1 pro žst. Suchdol n. O. Studénka, Polanka n. O. a Petrovice u K.

T. č. je v provozu na ČD více než 35 zdrojů UNZ různých typů. Významná na jejich provozu je ta okolnost, že zdroje UNZ jsou až dosud odolné proti vlivům atmosférických výbojů a přechodovým jevům na trakčním vedení.

Usměrňovače ADK-1 byly prvně nasazeny do ověřovacího provozu na trati Polom – Ostrava Svinov. Ověřovací provoz probíhá bez problémů.

Co je spolehlivější? Elektronika, nebo člověk?

Ing. Miroslav Hartmann, Skanska ŽS a.s.

Situace v tuzemsku

Jedním z mnoha pozitivních rysů modernizace a optimalizace železničních koridorů je skutečnost, že práci získalo velké množství firem i lidí. Mnozí z nich pracují na železnici zcela poprvé. Po krátkém bezpečnostním školení v kabinetu práce jsou bez velkých zkušeností posláni pracovat do provozované koleje či její blízkosti. Ani netuší, jak snadné je v pracovním nasazení přehlédnout příjezdící vlak. Naštěstí je však hlídá spolehlivá bezpečnostní hlídka, která je upozorní na každý příjezdící vlak. Nebo snad ne?

Všichni víme, že tržní hospodářství staví finanční prostředky až na 1. místo. Co to znamená? To znamená, že zruční, zkušení pracovníci tvrdě pracují a železniční nováček je hlídá. Vždyť je to tak snadné. Kouká a houká. A v případě, že bezpečnostní školení neprospal, je schopen i zastavit vlak, zůstane-li porouchaný stavební stroj v profilu provozované koleje. Zkušenosti ze staveb, a to i zahraničních, dokazují, že činnost bezpečnostní hlídky není vůbec jednoduchá. Stačí krátký pohled stranou, či zapovídání se s kolegou a neštěstí je hotovo. V nejméně očekávané chvíli se zčista jasná objeví železniční vozidlo několik metrů před pracovištěm. Než se hlídka nadechne k varování pracovního stroje či pracovní čety, je nehodová událost na světě. V zahraničních odborných člancích se uvádí, že spolehlivost bezpečnostní hlídky se pohybuje někde mezi 60 – 80 %. Co s tím?

Není dávno doba, kdy se tvrdilo, že bezpečnostní hlídka je stoprocentně spolehlivá, a že elektronika jí nemůže konkurovat. Ty doby jsou již pryč, a tak přichází ke slovu systém automatického varování pracovních čet a těžkých mechanismů pojmenovaný pracovně AVYS. Těkavé oči bezpečnostní hlídky jsou nahrazeny kolejovými čidly evidujícími každé projaté kolo. Informaci o blížícím se vozidle předá radiově centrále a ta bezprostředně informuje prostřednictvím generátorů výstražných signálů pracovní četu či osádku pracovního stroje. Protože žijeme v zemi, kde některým našim spoluobčanům není nic cizího cizí, jsou jednotlivé prvky chráněny před krádeží či poškozením neustálou vzájemnou komunikací. V případě ztráty komunikace spustí systém automaticky režim „Porucha“ (viz popis AVIS v příspěvku společnosti ÚVAR-Servis, a.s.)

Bezpečnostní hlídka má však ještě jeden úkol. V případě poruchy stroje musí umět zastavit příjezdící vozidlo. I s tím si AVYS umí poradit.

- 1) V kabině stavebního stroje je kromě zvukového generátoru umístěna i světelná signalizace informující obsluhu o směru, z něhož kolejové vozidlo přijíždí. Obsluha pak může vyběhnutím směrem proti vozidlu a navěštěním příslušné návěsti vlak zastavit.
- 2) Do budoucna se ve spolupráci s O11 DOP připravuje řešení, jež umožní v případě potřeby (např. zkolabování obsluhy stroje, či porucha stroje v poloze zasahující do provozované koleje) zastavit kolejové vozidlo pomocí světelné návěsti u vjezdových detektorů.

Vysoká spolehlivost popisovaného zařízení není jeho jedinou předností. Relativně vysoká pořizovací cena (výrazně nižší než u obdobných zařízeních vyráběných v zahraničí) se postupně vrací v úsporách mzdových nákladů bezpečnostních hlídek, neboť v případě nasazení AVYS je pro krytí úseku o délce 800 až 1500 metrů nutný pouze jeden pracovník

obsluhující centrální jednotku systému. V případě, že AVYS zachrání lidský život či zabrání nehodové události, je návratnost okamžitá.

Situace v DB AG

U DB AG má oblast bezpečnosti stavebních prací vysokou prioritu. Na ní se podílí jak zadavatelé a dodavatelé prací, tak i provozovatelé dráhy.

Provozovatel německých drah společnost DB Netz AG je odpovědna při práci v kolejišti za opatření proti nebezpečím z provozu. Povinnost zabezpečit provoz vyplývá z občanského zákoníku a z dalších speciálních zákonů SRN, uvádějících, že DB Netz AG jako provozovatel dráhy drážní provoz povoluje a provádí a tím i nebezpečí z drážního provozu vyvolává. V důsledku toho je také jako provozovatel povinen stanovit, nařídít nebo sám provádět potřebná opatření proti nebezpečím z drážního provozu a na jejich dodržování dohlížet.

Bezpečnostní opatření

Práce v kolejišti smějí podniky provést teprve tehdy, když jsou zaměstnanci zajištěni proti nebezpečí vyvolanému pohybujícími se vozidly.

Bezpečnostní opatření se člení do čtyř skupin:

- *Organizační opatření*
 - ◆ vyloučení koleje,
 - ◆ zavedení pomalých jízd ve spojení s bezpečnostními hlídkami,
 - ◆ způsob uvědomění pracovišť o jízdě vlaků nebo posunu s potvrzením zprávy o uvědomění před povolením jízdy
- *Technická zařízení*
 - ◆ staveništní bezpečnostní zařízení závislé na návěstidlu (SAS)
 - ◆ zařízení vlakového zabezpečení
 - ◆ automatická výstražná zařízení (AWS)
 - ◆ výhybky zamčené v odbočné poloze
 - ◆ pevné zábrany (zabezpečení před jízdami v sousední nebo souběžné koleji.)
- *Bezpečnostní hlídky, uzavírací hlídky*
- *Kombinace výše uvedených opatření*

Pořadí v jakém jsou jednotlivá bezpečnostní opatření uvedena, představuje i jejich hodnotu. Od technických opatření nebo technických zařízení lze upustit jen je-li jejich použití nemožné, nebo není oprávněné. Opatření není oprávněné např. tehdy, je-li časová náročnost při montáži a demontáži automatických výstražných zařízení a pevných zábran větší než při prováděných pracích.

Z předchozích řádků vyplývá, že zabezpečení pracovišť v kolejišti DB AG bezpečnostními hlídkami nesmí už být používáno jako standardní bezpečnostní opatření.

Volbu nejvhodnějšího bezpečnostního opatření pro konkrétní pracoviště provede jednoznačně **jen místo příslušné pro drážní provoz**.

I u DB zjistili počátkem 90. let, že zabezpečení pracovišť bezpečnostními hlídkami neodpovídá požadavkům doby, protože nezaručuje ve všech případech potřebný efekt. Po sérii úrazů stavebních dělníků počátkem 90. let rozhodlo představenstvo Německých drah o inovaci bezpečnostních opatření a nasazení automatických varovných systémů. Byl tak vyloučen nejméně spolehlivý prvek bezpečnostního systému – člověk. Zlepšila se i účinnost výstrahy, neboť akustická výstraha byla doplněna i optickou.

V případě použití našeho systému AVYS se výrazně zlepší i varování posádek stavebních strojů, které obdrží akustickou i optickou výstrahu do kabiny stroje.

Díky vstřícnému přístupu i podnětným připomínkám ze strany Českých drah se podařilo dokončit vývoj prototypu automatického varovného systému AVYS, který je v současnosti v provozním ověřování v podmínkách ČD.

V případě úspěšného schválení příslušnými útvary ČD bude zahájena sériová výroba. Schválením do běžného užívání vývoj systému nekončí. Předpokládáme, že ve spolupráci s ČD bude systém dále modernizován a doplňován tak, aby jeho nasazení bylo zárukou maximální bezpečnosti.

Zájemcům z řad dalších stavebních organizací budeme počátkem příštího roku připraveni nabízet systém nejen formou prodeje, ale i formou služby zabezpečení jejich pracovišť.

Věříme, že nasazení systému na stavbách Českých drah zamezí vzniku zbytečných nehodových událostí zaviněných liknavostí bezpečnostních hlídek, či jejich špatnou komunikací s hlídanými pracovními četami či posádkami stavebních strojů.

Automatický výstražný systém AVYS pro zabezpečení pracovišť v kolejích

Ing. Aleš Rudolf, CSc., Ing. Mojmír Krejčířik, ÚVAR - Servis, a.s., Brno

Ochrana pracovníků před ohrožením železničním provozem při práci v kolejích, nebo jejich bezprostřední blízkosti, je pro zaměstnavatele úkolem prvořadého významu. Ale i ochrana majetku a zajištění bezpečnosti a plynulosti drážního provozu při stavebních akcích na železničních tratích jsou aspekty, kterým musí jak železnice, tak zhotovitelé firmy věnovat mimořádnou pozornost. U nás jsou zatím běžné bezpečnostní hlídky, často ve spojení s technickými nebo organizačními opatřeními (výluky, pomalé jízdy apod.). V zahraničí se ve stále větší míře uplatňují automatické výstražné systémy (AVS). Např. v Německu je těmito systémy chráněno cca 40 % staveb. Použití AVS je u nás mj. dáno ustanovením §133b Zákoníku práce („nelze-li riziko ohrožení života nebo zdraví zaměstnanců odstranit nebo dostatečně omezit technickými prostředky nebo opatřeními v oblasti organizace práce, je zaměstnavatel povinen ... zavést signály, které poskytují informace nebo instrukce týkající se BOZ při práci“). Důvody, proč se stále častěji dává přednost AVS před bezpečnostními hlídkami jsou jak bezpečnostní, tak ekonomické. V systému člověk - stroj představuje člověk vzhledem k nebezpečí, vyvolanému jeho chybným jednáním nejslabší článek. Následné škody na zdraví pracovníků a na majetku, vzniklé v důsledku selhání lidského činitele v případě havárie, a náklady na bezpečnostní hlídky převyšují vyšší počáteční pořizovací náklady AVS.

Zejména těmito důvody byl motivován vývoj automatického výstražného systému AVYS, realizovaného firmou ÚVAR – Servis, a.s. ve spolupráci s Železničním stavitelstvím Praha a.s. Jeho účelem je varovat s dostatečným časovým předstihem pracovníky v kolejích nebo jejich blízkosti nebo osádky pracovních strojů před blížícími se kolejovými vozidly, zvýšit bezpečnost pracovníků během stavebních nebo rekonstrukčních prací a omezit materiální škody způsobené případnými kolizemi stavebních strojů s projíždějícími vlaky. Systém je řešen podle požadavků Vyhlášky UIC 730 - 3R - "Automatické varování traťových čet" a odpovídá požadavkům ČD D1 - " Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy" a ČD Op 16 - "Pravidla o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci". Systém je určen pro zajištění určeného úseku jedno nebo dvoukolejné tratě pojižděné jedním nebo oběma směry. Kolejové vozidlo, souprava nebo vlak vjíždějící do zajišťovaného úseku jsou systémem zjištěny a je automaticky vydána návěst (akustický výstražný signál) pokrývající dosahem určený úsek trati (pracoviště). Zajišťovaný úsek je uveden do obsazeného stavu signalizovaného optickou návěstí podél pracoviště. Systém registruje až 8 vlaků v zajišťovaném úseku. Poté, co poslední vozidlo posledního vlaku opustí zajišťovaný úsek, je stav výstrahy zrušen, je ukončeno vydávání optických výstražných signálů a zajišťovaný úsek je uvolněn. Systém je navržen pro rychlost vozidel od 1 do 200 km/hod. Po instalaci a uvedení do provozu stačí k jeho obsluze jeden pracovník. Ten plní pouze funkci dozoru nad funkcí systému. Předpokládá se, že jedním systémem je zajišťováno jedno kompaktní pracoviště. Podle jeho rozsahu se zvolí konfigurace systému. Navazuje-li několik pracovišť na sebe, lze použít odpovídající počet výstražných systémů aniž by hrozilo jejich vzájemné ovlivňování. Ale lze zajistit vzájemné předávání informací mezi nimi pro předběžné upozornění na blížící se vlak.

Systém umožňuje vydávání těchto výstražných signálů (návěstí):

- VS1 - "Vlak se blíží"
s významem vyklidit pracovní kolej (používá se, blíží-li se kolejové vozidlo po koleji sousedící s vyloučenou pracovní kolejí) - akustický signál předepsaného spektra v délce trvání 2 s vydaný jednorázově na začátku stavu výstrahy.
- VS2 - "Vyklid'te pracoviště"
s významem vyklidit všechny koleje (blíží-li se kolejové vozidlo po pracovní nevyložené koleji nebo po sousední koleji) - dva akustické signály předepsaného spektra o délce 2 s s prodlevou mezi nimi 1 s vydané jednorázově na začátku stavu výstrahy.
- VS3 - "Vyklid'te urychleně pracoviště"
s významem nejvyšší nebezpečí - vyklidit všechny koleje okamžitě - 5 akustických signálů předepsaného spektra s prodlevami 0,5 s mezi nimi vydaných jednorázově na začátku stavu výstrahy.
- "Vlak v zajištěném úseku"
optická návěst - cyklicky rozsvěcovaná záblesková červená světla na pracovišti, vydávaná po celou dobu trvání stavu výstrahy zakazující zaměstnancům opustit místo, určené vedoucím práce po vystoupení z koleje.

Při automatickém provozu se používá pouze návěst VS1 nebo VS2. Osoba odpovědná za bezpečnost pracoviště nastaví VS1 nebo VS2 podle druhu pracoviště. Výstražný signál (návěst) VS3 s významem nejvyšší nebezpečí - vyklidit všechny koleje okamžitě - se spouští ručně z pracoviště dozoru a má přednost před signály VS1, VS2. Kromě automatického vydávání výstražných signálů je možné uvést výstražné signály do chodu manuálně z pracoviště dozoru.

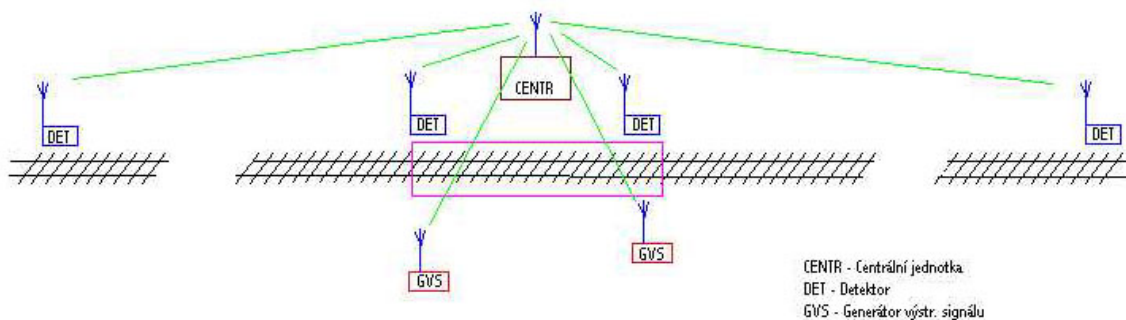
Systém je vybaven trvalou kontrolou provozuschopnosti. Jakákoli porucha uvede systém do stavu výstrahy a spustí poruchový signál na pracovišti dozoru. Tento signál slouží pro informaci obsluhy, která podle charakteru poruchy přijme odpovídající náhradní opatření k zajištění bezpečnosti.

Kromě hlavní funkce, kterou je varování pracovních čt před blížícím se vlakem umožňuje systém i opačnou funkci - varovat osádku vlaku před překážkou způsobenou stavební činností (např. v případě havárie stavebního stroje). Osádka stavebního stroje v takovém případě uvede systém do stavu nouze. Informace o tom se přenese na hranice zajišťovaného úseku, kde umožní zapnutí odpovídající návěsti.

Jeden systém zajišťuje krytí jednoho uceleného pracoviště. Tvoří-li stavbu několik pracovišť, mohou být zajišťována buď všechna jedním společným systémem výstrahy nebo může mít každé pracoviště vlastní. Záleží na vzdálenosti pracovišť a možnosti zajištění radiového spojení. Nezanedbatelná je rovněž doba, po kterou je pracoviště ve stavu výstrahy. V případě dlouhého úseku mohou tak narůstat ztrátové časy. Optimálnější pak zřejmě bude zajistit každé pracoviště vlastním systémem výstrahy. V dosahu radiového spojení může být nasazeno až 10 systémů výstrahy, aniž by docházelo k jejich vzájemnému rušení. Jednotlivé systémy musí být odlišeny adresou. Všechny části téhož systému musí mít nastavenou tutéž adresu. Přepínač adresy je pro běžnou obsluhu nepřístupný.

Systém se skládá z kolejových čidel, vjezdových a výjezdových detektorů, centrální jednotky a generátorů výstražných signálů (viz obr. 1). Minimální sestava pro obousměrný

provoz obsahuje dva vjezdové a dva výjezdové detektory, centrální jednotku, alespoň jeden generátor výstražných signálů a příslušný počet kolejových čidel. Vjezdové detektory se umísťují v dostatečné vzdálenosti před zajišťovaným úsekem pracoviště. Výjezdové detektory se umísťují bezprostředně za pracovištěm. Generátory výstražných signálů jsou dvojího provedení. Provedení pro traťové čety je určeno k umístění v terénu, strojová varianta se instaluje do pracovních strojů. Centrální jednotka je pro každý systém jedna a umísťuje se uprostřed pracoviště. Spojení mezi centrální jednotkou a jednotlivými částmi systému může být buď bezdrátové (pomocí radiomodemů) nebo pomocí kabelů. Vjezdové detektory a generátory výstražných signálů pro pracovní stroje komunikují s centrální jednotkou bezdrátově. Centrální jednotka je vybavena pro oba způsoby komunikace.



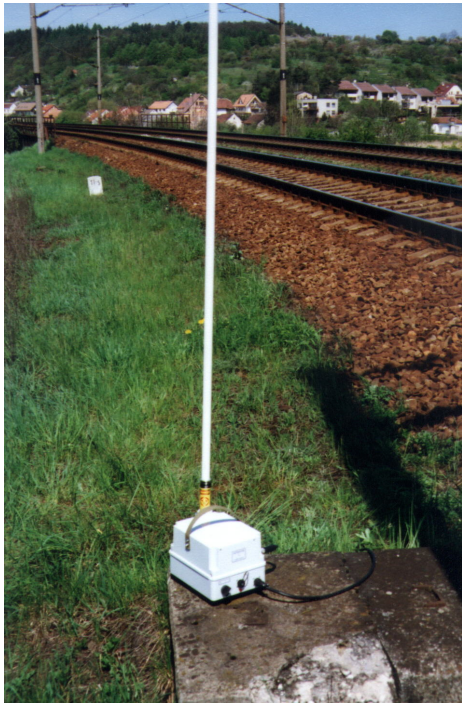
Obr. 1: Sestava systému

Počet kolejových čidel závisí na počtu zajišťovaných kolejí - pro jednu kolej je třeba mít pro vjezdový detektor dvě kolejová čidla a pro výjezdový detektor jedno. Pro jednu zajišťovanou kolej v obou směrech je tedy zapotřebí 6 kolejových čidel. Kolejová čidla se upevňují ke kolejnici pomocí upevňovací soupravy bez nutnosti vrtání do profilu kolejnice. Kolejová čidla jsou bezkontaktní. Upevňovací souprava umožňuje nastavení polohy čidla vzhledem ke kolejnici tak, aby byla zajištěna jeho funkce a přitom nedošlo k jeho poškození koly projíždějících vozidel. Umožňuje montáž na všechny používané typy kolejnic. Na obr. 2



jsou zobrazena dvě kolejová čidla vjezdového detektoru upevněná ke kolejnici. Detektor je zobrazen na obr. 3.

Obr. 2: Kolejová čidla vjezdového detektoru upevněná ke kolejnici



Obr. 3: Vjezdový detektor



Obr. 4: Generátor výstražných signálů

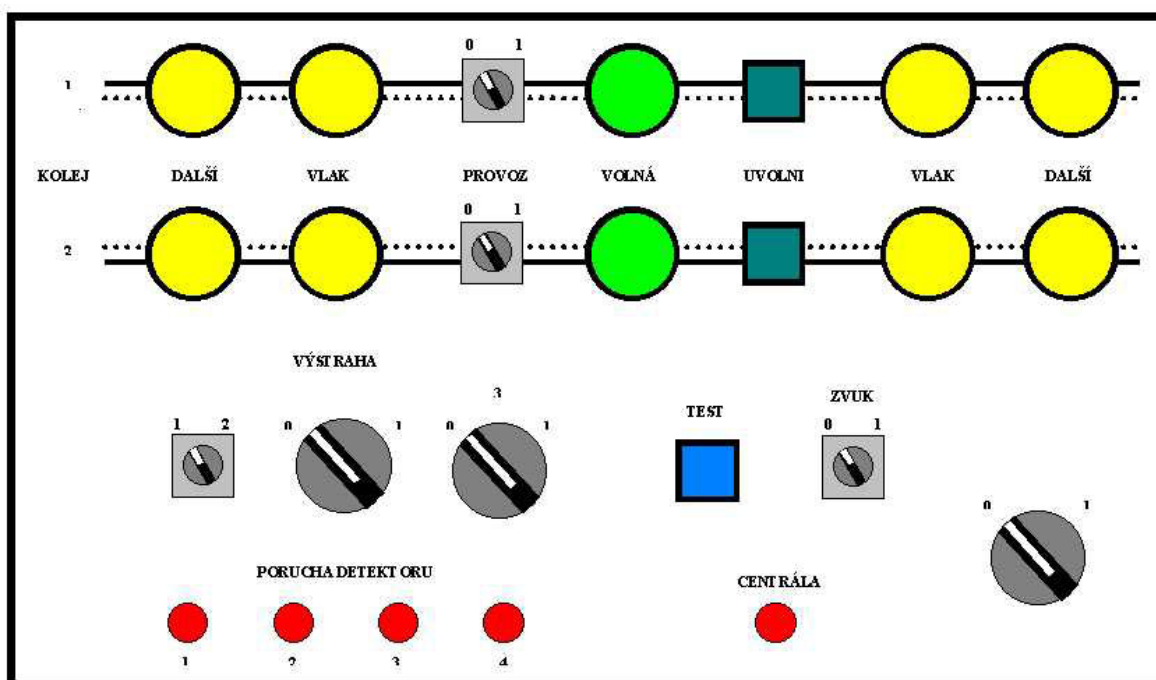
Počet generátorů výstražných signálů pro traťové čety (obr. 4) závisí na délce zajišťovaného úseku. Předpokládá se, že ke krytí pracovního úseku traťové čety je třeba více generátorů rozmístěných ve vzdálenostech cca 25 až 30 m od sebe. Počet generátorů výstražných signálů pro stavební stroje je dán počtem stavebních strojů na pracovišti. Centrální jednotka je na obr. 5.

Obr. 5: Centrální jednotka



Systém je po nainstalování a uvedení do provozu obsluhován jedním pracovníkem, který plní pouze funkci dozoru u centrální jednotky. Sleduje dopravní situaci a podle údajů na kontrolním a ovládacím panelu centrální jednotky (obr. 6) dohlíží na provoz systému. Na panelu se mu pro každou kontrolovanou kolej indikuje, zda je volná, nebo zda se v zajišťovaném úseku nachází jeden nebo více vlaků a z kterého směru. Z panelu centrální jednotky lze pomocí přepínače **VÝSTRAHA 1 2** nastavit typ výstražného signálu

VS1/VS2. V případě poruchy je pracovník dozoru upozorněn zvukovou signalizací centrální jednotky (sirénou) a podle údajů na kontrolním panelu může identifikovat příčinu poruchy a přijmout odpovídající opatření. Na panelu jsou indikovány případné poruchy hlášené z detektorů (**PORUCHA DETEKTORU 1 2 3 4**) a porucha centrální jednotky (**CENTRÁLA**). Do indikace poruch jsou zahrnuty i případné výpadky spojení přes radiomodemy. Na panelu jsou přepínače provozované koleje (**PROVOZ 0 1**), tlačítka uvolnění koleje (**UVOLNI**), tlačítko testu signalizace (**TEST**) a vypínač sirény centrální jednotky (**ZVUK 0 1**). Tímto přepínačem lze povolit/zakázat spuštění sirény pro signalizaci poruchy umístěné na centrální jednotce. Za provozu musí být přepínač v poloze zapnuto. Vypnout jej lze jen výjimečně během uvádění systému do provozu nebo při poruše systému po přijetí odpovídajících opatření k zajištění bezpečnosti.



Obr. 6: Kontrolní a ovládací panel centrální jednotky

Generátory výstražných signálů vydávají optický signál (blikající světlo) a zvukový signál. Jsou řízeny povely z centrální jednotky. Ztráta spojení způsobí spuštění výstražného signálu. Generátor výstražných signálů v provedení pro stavební stroje slouží především k varování osádky tohoto stroje. Akustická a optická signalizace je umístěna uvnitř kabiny. Optickou signalizací modré barvy je indikováno spojení s centrální jednotkou, červená signalizace umístěná na levé, resp. pravé straně kabiny indikuje vlak zleva, resp. zprava (ve smyslu podle centrální jednotky). Pokud je třeba varovat i další pracovníky pohybující se kolem stroje, umístí se na střechu kabiny vnější akustická signalizace a optický maják. Osádka stroje může navíc spustit na omezenou dobu (po dobu držení tlačítka **VÝSTRAHA**) výstrahu i z panelu ovládání generátoru v kabině. Na panelu je dále přepínač **NOUZE**. Je-li nutné např. v důsledku havárie stavebního stroje zastavit provoz na trati, zapne obsluha tento přepínač. Zpráva o stavu nouze je předána do centrální jednotky a potvrzena blikající modrou signalizací spojení v kabině stroje. Centrální jednotka zobrazí stav nouze na panelu obsluhy (rozsvícením signalizací poruch detektorů) a předá zprávu

vjezdovým detektorům, které na základě toho sepnou kontakt pro zapnutí signalizačního zařízení. To ale není součástí systému AVYS. Výstražná funkce systému není zapnutím stavu nouze narušena.

Situace v každé koleji je vyhodnocována a zobrazována na panelu centrální jednotky samostatně. Zajišťovaná kolej musí být povolena příslušným přepínačem **PROVOZ** na panelu centrální jednotky. Pokud není v kontrolovaném úseku (mezi vjezdovým a výjezdovým detektorem v každém směru a v každé zajišťované koleji) žádné kolejové vozidlo, je systém v klidovém stavu (bez výstrahy). Světla generátorů výstražných signálů jsou zhasnutá, není vydáván žádný akustický signál, na panelu centrální jednotky svítí u příslušné povolené koleje signalizace volná kolej (**VOLNÁ**). Vjede-li do úseku kolejové vozidlo, vjezdový detektor to zjistí a předá zprávu centrální jednotce. Ta spustí generátory výstražných signálů, které vydají příslušný akustický signál (podle nastaveného typu výstrahy) a zahájí vydávání světelného signálu (blikání světel). Na panelu centrální jednotky zhasne signalizace volná kolej a podle koleje a směru, odkud se vlak blíží, se rozsvítí příslušná signalizace (**VLAK**) indikující vlak v zajišťovaném úseku. Vjezdový detektor zjistí počet náprav, které vjely do úseku a předá jej do centrální jednotky. Centrální jednotka předá zjištěný počet náprav příslušnému výjezdovému detektoru, který zjistí, zda z úseku vyjel stejný počet náprav, který do něj vjel. Pokud ano, předá zprávu do centrální jednotky, která ukončí stav výstrahy, vypne generátory výstražných signálů a na panelu zhasne signalizace vlak v koleji a rozsvítí signalizaci volná kolej. Vjede-li do již obsazeného úseku další vlak, rozsvítí se na panelu centrální jednotky signalizace (**DALŠÍ**). Stav výstrahy zůstává, dokud úsek neopustí poslední vlak. V zajišťovaném úseku může být v každé koleji maximálně 8 vlaků. Při větším počtu vlaků je signalizována porucha na panelu centrální jednotky (**CENTRÁLA**).

Pracovník dozoru u centrální jednotky má možnost ručního spuštění výstrahy z panelu centrální jednotky bez ohledu na signály z detektorů. Pomocí přepínače **VÝSTRAHA 1/2** lze ručně spustit nastavený výstražný signál (VS1 nebo VS2), pomocí přepínače **VÝSTRAHA 3** lze spustit výstražný signál VS3 (zvýšený stupeň výstrahy). Zvýšený stupeň výstrahy může spustit i tehdy, trvá-li již stav výstrahy spuštěný automaticky (VS1 nebo VS2). To může být vhodné např. když pracovníci na automaticky vydaný signál nereagují, nebo v případě jiného nebezpečí.

Mimo popsané automatické funkce systému je možná i ruční funkce (např. při poškození kolejových čidel, kabelů ap.). Spojení s centrální jednotkou ale musí být v provozu. V tom případě je u vjezdového detektoru pracovník, který při vjezdu vlaku do úseku stiskne tlačítko **VJEZD VLAKU** na detektoru. Signál je předán centrální jednotce, která přejde do stavu výstrahy stejně jako v automatickém režimu. Stav výstrahy skončí buď aktivací výjezdového detektoru, nebo ručně pracovníkem dozoru u centrální jednotky.

Spolehlivost a bezporuchový provoz je jedním ze základních požadavků, kladených na výstražné systémy. V systému AVYS probíhá trvalá kontrola provozuschopnosti jak jednotlivých částí systému autonomně, tak i spojení mezi nimi pomocí systému dotaz - odpověď pod řízením centrální jednotky. Při zjištění poruchy je systém uveden do stavu poruchy. Na panelu centrální jednotky jsou rozsvíceny signalizace obsazení koleje, jsou spuštěny generátory výstrahy a je spuštěna signalizace poruchy (siréna). V tomto případě je třeba úsek považovat za nezajištěný a je třeba přijmout odpovídající opatření k zajištění bezpečnosti. Stav poruchy může obsluha zrušit tlačítky uvolnění koleje na panelu centrální jednotky. K tomu by ale měla přistoupit až po zjištění, že v zajišťovaném úseku není žádný

vlak. Stav poruchy nelze zrušit pokud trvá příčina, která ho vyvolala. Kontrolní systém zajišťuje, že čas od vzniku poruchy do automatického spuštění výstrahy nepřesáhne 3 s.

Systém je koncipován tak, aby jej bylo možno nainstalovat před začátkem směny, a po jejím skončení opět demontovat a odvézt z pracoviště. Systém musí obsluhovat patřičně vyškolený pracovník. K jeho povinnostem patří správná instalace systému před zahájením prací, kontrola jeho správné funkce a případné řešení mimořádných situací, které by v provozu mohly nastat a ohrozit tak bezpečnost pracoviště. Systém je plně autonomní, napájený z vlastních baterií. K povinnostem obsluhy patří dohled nad jejich stavem a pravidelné dobíjení. Kapacita baterií zajišťuje cca týdenní jednosměnný provoz bez dobíjení.

Příprava k nasazení systému na novém pracovišti spočívá ve volbě míst pro umístění centrální jednotky, vjezdových a výjezdových detektorů. Centrální jednotka by měla být umístěna uprostřed zajišťovaného pracoviště tak, aby pracovník obsluhy stojící před jejím ovládacím panelem měl výhled na obě strany trati a na celé pracoviště. Vzdálenost vjezdových detektorů od pracoviště závisí na traťové rychlosti v daném úseku a na době potřebné k vyklizení pracoviště po spuštění výstražného signálu. Umístění vjezdových detektorů a centrální jednotky rovněž ovlivňují podmínky radiového spojení mezi nimi. Místa pro rozmístění traťových generátorů výstražných signálů (pokud jsou součástí systému) je třeba vybrat co nejbližší pracovníků, k jejichž varování jsou určeny a aby přitom generátory netvořily překážku pro stavební práce. Podle orientace centrální jednotky vzhledem k trati se pak určí, kde je z pohledu obsluhy vlevo a kde vpravo. V případě jedné zajišťované koleje je tato považována pro tento účel za první kolej. V případě dvou zajišťovaných kolejí je za první kolej považována ta vzdálenější z pohledu od centrální jednotky na trať a druhá kolej ta bližší.

Do kabiny stavebního stroje určeného k instalaci generátoru výstražných signálů musí být předem upevněny signalizační prvky a kabely. Jedná se o nenáročnou operaci zvládnutelnou i v prostoru stavby. Instalace generátoru výstražných signálů do takto připraveného stroje pak spočívá v upevnění skříňky generátoru výstražných signálů pomocí magnetického držáku na určené místo v kabině stroje a zapojení kabelu do konektoru. Pokud je třeba mimo vlastní obsluhy stroje varovat ještě pracovníky pohybující se kolem stroje, umístí se pomocí magnetického držáku na střechu stroje rampa s majákem, houkačkou a anténou a zapojí se kabel k ní do odpovídajícího konektoru na skřínce generátoru.

Po uvedení do provozu pracuje systém dále automaticky. Obsluha u centrální jednotky pouze kontroluje jeho činnost a řeší případné mimořádné situace. V případě potřeby (např. pokud pracovníci nereagují na výstražný signál vydaný automaticky) může spustit ručně výstražný signál VS3 z panelu obsluhy. Pomocí tlačítek uvolnění koleje může naopak stav výstrahy zrušit, pokud byl vyvolán neoprávněně (např. vozidlo po vjezdu do zajišťovaného úseku opět vycouvalo nebo po poruše). Uvolnit kolej může teprve tehdy, když se ujistí, že zajišťovaný úsek je opravdu volný. Dojde-li k poruše spojení s vjezdovými detektory nebo k jejich vyřazení z činnosti, může být ze systému využita jeho výstražná část. Střežení je třeba zajistit pomocí hlídek, ale signály výstrahy mohou být spuštěny z panelu centrální jednotky.

Vývojem automatického výstražného systému AVYS se Česká republika stala třetí zemí v Evropě (po Švýcarsku a Německu), která má takový systém z vlastní produkce. Jeho řešitelé doufají, že i důležitost a vážnost systému ochrany a bezpečnosti pracovníků na stavbách se postupně dostane na úroveň, kterou má v uvedených zemích. Snad k tomu přispěje i zavedení systému AVYS do praxe.

Nové spojení

Praha hl. n., Masarykovo n. – Libeň, Vysočany, Holešovice

Ing. Ivan Pomykáček, SUDOP PRAHA a.s.

Popis a charakteristika stavby

Stavba "ČD DDC, Nové spojení Praha hl. n., Masarykovo n. – Libeň, Vysočany, Holešovice" (dále jen „Nové spojení“) je dopravní liniovou stavbou umístěnou v intravilánu hlavního města Prahy, sloužící potřebám dálkové, příměstské a městské osobní železniční dopravy. Stavba je navrhována pro dosažení základních cílů **přestavby železničního uzlu Praha**, tj. pro osobní dopravu zkapacitnit přírodní železniční tratě do železniční stanice Praha hlavní nádraží ze směrů Praha Libeň, Praha Vysočany a Praha Holešovice, zapojit žst. Masarykovo n. do systému příměstské a městské železnice a následnou resp. současně probíhající modernizací západní části žst. Praha hl. n. završit přestavbu pražského železničního uzlu. V současnosti zpracovává generální projektant stavby SUDOP PRAHA a.s. dokumentaci ve stupni PSŘ (projektové souhrnné řešení stavby), která bude po projednání a schválení sloužit dle interních předpisů Českých drah k vydání stavebního povolení a následně pro výběr zhotovitele stavby. Konečný termín odevzdání dokumentace je 31. 3. 2003.

Rozsah stavby

Stavba je umístěna na pozemcích Prahy 2, 3, 8, 9 a 10 v prostoru železniční stanice Praha hl. n., vrchu Vítkov a území mezi nimi, a dále západně od Vítkova na Balabence až po nádraží Praha Libeň - tj. v úseku ohraničeném ulicemi Italskou, Wilsonovou, Husitskou, Pernerovou, Sokolovskou, Českomoravskou, Novovysočanskou, Pod Krejčárkem, Koněvovou a Husitskou a dále v železničním tělese dráhy mezi hlavním nádražím a vršovickým nádražím (kabel).

Stávající stav

Rozmach automobilizmu na konci minulého století a výstavba rychlostních tranzitních železničních koridorů v České republice potvrdily nezastupitelnost železniční dopravy, zejména při rychlosti a pohodlnosti hromadné přepravy osob; a to jak na dlouhé vzdálenosti (mezi jednotlivými centry aglomerací a regionů v rámci České republiky u vnitrostátní dopravy a mezi jednotlivými metropolemi v mezinárodním měřítku), tak na krátké vzdálenosti (mezi jednotlivými cílovými body v rámci pražské aglomerace a středočeského regionu). S touto skutečností kontrastuje stávající stav železničních tratí od severu a východu republiky v úseku Balaběnka (ze směrů Holešovice, Vysočany, Libeň) – do žst. Praha hl. n. resp. Masarykovo nádraží. V současnosti vyhovuje kapacitně a částečně i technicky pouze dvoukolejné propojení mezi Libní a Masarykovým nádražím. Mezi hlavním nádražím, Vysočany, Holešovicemi a Libní existuje v současnosti jednokolejné spojení tzv. *Vítkovskou tratí*. Od Libně je pak spojení možné ještě po jednokolejné *Hrabovské spojce*. Obě tato spojení jsou s ohledem na jejich jednokolejnost a na stávající směrové a sklonové poměry dané dobou jejich vzniku (r. 1872) nekapacitní a technicky nevyhovující. Důkazem toho je v současnosti provozovaná rychlost. Obě trati jsou pojížděny rychlostí 50 km/hod. s omezeními na 30 km/hod. až 10 km/hod.

Na *Hrabovské spojce* jsou navíc z důvodu sklonových poměrů vyloučeny jízdy některých rychlíkových souprav. Mezi Vysočany a Masarykovým nádražím přímé spojení dnes není.

Navrhovaný stav

Z výše uvedených důvodů je tedy nutno mezi žst. Praha hl. n. a Praha Masarykovo n. na jedné straně a odbočkou Balabenkou a žst. Praha – Libeň na druhé straně vybudovat nová traťová spojení v rychlostních parametrech 80 – 100 km/hod. Obsahem stavby „Nového spojení“ jsou tři nové úseky dvojkolejných tratí **Praha – Turnov** (v úseku Praha hl. n. – Balabenska společně pro směr Praha hl. n. - Holešovice), **Praha hl. n. - Praha Libeň** a **Česká Třebová – Praha** (v úseku Balabenska – Sluncová) a traťová spojka tratí **Praha – Turnov**, a **Praha – Česká Třebová** (v oblasti Balabenska – Sluncová). Navržené řešení stavby je i v souladu s koncepcí modernizace vybraných železničních tratí Českých drah, neboť „Nové spojení“ spojuje **I., III. a IV. železniční koridor**. Takto vybudované kapacitní železniční spojení umožní také začlenění železniční dopravy do systému integrované hromadné dopravy hlavního města Prahy a jeho okolí a vytváří předpoklady pro omezení individuální automobilové dopravy v centru města.

Železnice – tratě a stanice

V rámci stavby bude nově vybudován dvojkolejný úsek **trati Praha – Turnov v km 0,400 - 4,800** (Praha hl. n. – odbočka Balabenska) včetně nového zapojení ze směru od Holešovic v oblasti mimoúrovňového křížení Balabenska. Bude upraveno směrové vedení dvojkolejně **trati Česká Třebová – Praha v km 405,600 – 408,200** včetně jejího zapojení do žst. Praha Libeň. Nově bude postavena **trať Praha Libeň – Praha hl. n.** a **traťové spojky** propojující **tratě Praha – Turnov a Česká Třebová – Praha**. V rámci kolejové části bude postaveno i nové **severní zhlaví žst. Praha hl. n.** (původně součást stavby „Modernizace západní části Praha hl. n.“), které vyhoví konfiguraci kolejiště této železniční stanice ve stávajícím stavu i stavu po modernizaci. Tratě jsou navrženy na rychlost 80 – 100 km/hod., zhlaví žst. Praha hl. n. na 50 km/hod., prostorová průchodnost ZGC, přechodnost UIC D4. Celková délka kolejí je cca 27 km.

Komunikace

Nově bude zřízeno mimoúrovňové křížení železničních tratí v úseku Novovysočanská – Pod Plynojemem včetně nových napojení přilehlých areálů (ŽS Krejčírek, DP - Metro apod.). Upraveno bude směrové a šířkové uspořádání Husitské ulice v úseku pod novou železniční estakádou v oblasti Masarykova nádraží. Pro příjezd požárních vozidel budou postaveny nové příjezdové komunikace k portálům tunelů. V rámci konečných úprav budou postaveny komunikace pro pěší doplněné sadovou výsadbou, čímž dojde k rozšíření zelených ploch zejména v oblasti Krejčírek - Sluncová v západním předportálu. Po opuštění stávající vítkovské trati dojde na jejím místě k vybudování cesty pro pěší a cyklostezky s návazností na pěší a parkové komunikace hory Vítkov.

Umělé stavby – mosty, zdi

Pro mimoúrovňová křížení tratí a tratí s komunikacemi je navrženo celkem 10 železničních a 2 silniční mosty doplněné 11 propustky; celková délka přemostění činí

cca 1290 m. Mezi rozhodující mostní stavby lze zařadit čtyřkolejnou **železniční estakádu přes Masarykovo nádraží** z předpjatého betonu délky cca 450 m, sloužící k překlenutí tratí Praha Libeň – Praha hl. n. a Praha - Turnov přes komunikace Husitské a Trocnovské ulice a prostoru mezi Masarykovým nádražím a západním portálem tunelů. Na trati Praha Libeň – Praha hl. n. pak **dvojkolejnou estakádu „Sluncová“** z předpjatého betonu délky 322 m navazující na východní portál tunelů; na trati Praha – Turnov v km 3,319 jde o „**tunelový most**“ tvořeným dvěma kotvenými stěnami s vetknutou deskou délky cca 130 m a v km 4,354 je to nový **železniční most spřažené ocelobetonové konstrukce** délky 44 m umožňující mimoúrovňové křížení této trati s tratěmi Praha Libeň – Praha hl. n. a Česká Třebová – Praha. Mezi dominující objekty lze zařadit i **silniční estakádu Krejčírek - Palmovka** délky cca 285 m odstraňující stávající úrovňové křížení trati Praha – Turnov s ulicí Pod Plynojemem. Pro nové železniční a silniční těleso jsou v řadě míst navrženy opěrné a zárubní zdi s přihlédnutím na místní poměry pro dosažení požadovaných prostorových poměrů. Celková délka těchto zdí činí 2615 m.

Tunely

Na základě dokumentace E.I.A. z roku 1996 bylo rozhodnuto vést tratě Praha Libeň – Praha hl. n. a Praha – Turnov v úseku mezi Trocnovskou ulicí a oblastí Sluncová horou Vítkovem dvěma dvojkolejnými tunely. Důvodem tohoto řešení je minimalizovat dopad železniční dopravy na obyvatelstvo a „urbanizovanou krajinu“. Oba dvojkolejné tunely budou ražené s hloubenými úseky v blízkosti portálů. Délka ražené části činí 2401 m, hloubená část je dlouhá 280 m.

Pozemní stavby

Pro umístění technologických zařízení tratí „Nového spojení“ bude v rámci stavby postaven bezobslužný objekt v lokalitě Balabenka (pro nové traťové zabezpečovací zařízení). V blízkosti východního portálu bude pro elektrický ohřev výměn, osvětlení a vystrojení tunelu zřízena trafostanice sloužící jako jeden z nezávislých zdrojů napájení osvětlení a větrání v tunelech. Pro potřeby nového řídicího stanoviště elektrodispečinku silnoproudých zařízení bude zadaptován stávající objekt SDC SEE Křenovka.

Protihluková opatření

Pro dodržení limitních hodnot hladiny hluku ze železniční dopravy na obyvatelstvo jsou na tratích „Nového spojení“ navržena protihluková opatření v podobě protihlukových stěn v celkové délce 287 m a individuální protihluková opatření u pozemních objektů v ulicích Příběnické, Řehořově a V Mezihorí.

Trakční vedení

Veškeré nově budované tratě a traťové spojky budou elektrizovány i vzhledem k ekologii železničního provozu v městské zástavbě. TV splňuje parametry podle vzorové sestavy „J“, stejnosměrné trakční soustavy 3 kV. Nosné prvky trakčního zařízení (stožáry) budou v centrální oblasti z architektonických důvodů řešeny atypickými konstrukcemi.

Zabezpečovací zařízení

Veškeré tratě a dopravní „Nového spojení“ budou vybaveny novým zabezpečovacím zařízením – trojznakým autoblokem s možností dálkového centrálního ovládní.

Inženýrské sítě

Stavba nových tratí a přeložek komunikací si vyžádá z prostorových a provozních důvodů úpravy - přeložky stávajících a pokládku nových inženýrských sítí. Úpravy a pokládky inženýrských sítí se dotknou jak drážních tak mimodrážních správců. Inženýrské sítě řeší zásobování elektrickou energií, vodou a plynem, svádění srážkových vod, přenos informací pro řízení a obsluhu, telekomunikační spojení.

Demolice, terénní a sadové úpravy

Výstavba nově navrhovaných tratí „Nového spojení“ si vyžádá demolice vybraných objektů. Většinou se jedná o dnes již nevyužívané a opuštěné stavby. Výstavba je rovněž doprovázena sadovými úpravami, které jednak uvedou stavbou narušenou zeleň do původního stavu, jednak dojde výsadbou zeleně ke zkvalitnění a rozšíření stávajících zelených ploch.

Začlenění stavby do urbanizované krajiny

Nedílnou součástí technického řešení jednotlivých stavebních objektů zejména umělých staveb je i jejich architektonické ztvárnění, které klade důraz na začlenění stavby do urbanizované krajiny a uplatnění stavby z pohledově významných a veřejností navštěvovaných míst hlavního města Prahy. Na tento prvek byl s ohledem na umístění stavby do intravilánu města kladen mimořádný důraz. Architekt stavby volil takové materiály a tvary jednotlivých stavebních objektů doplněné zelení navrženou v rámci sadových úprav tak, aby jejich uplatnění v pohledech bylo co možná nejmenší.

Předpokládané termíny zahájení a dokončení

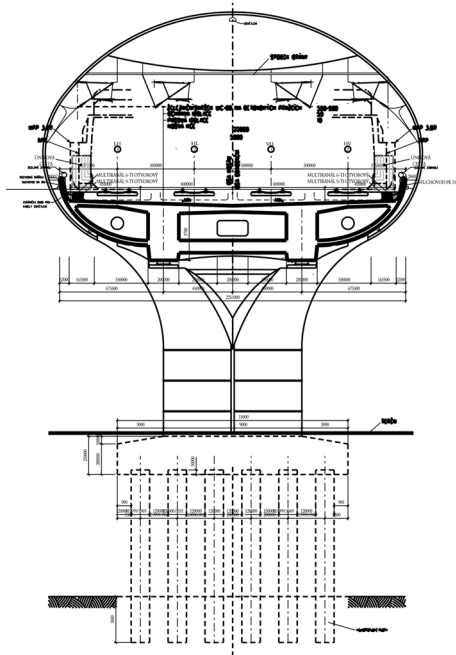
U stavby „Nového spojení“ se předpokládá postupné předávání stavby do užívání po tzv. *provozoschopných celcích*, které jsou určeny na základě návrhu plánu organizace výstavby. Tomu je vyhověno rozdělením stavby do čtyř etap, podle kterých se uvádějí postupně do provozu nová propojení:

- I. etapa: Praha hlavní nádraží – Praha Vysočany a Praha Holešovice.
- II. etapa: Praha Masarykovo nádraží – Praha Vysočany a Praha Holešovice
- III. etapa: Praha hlavní nádraží – Praha Libeň
- IV. etapa: Praha Masarykovo nádraží – Praha Libeň.

Předpokládané zahájení stavby	01/2004
Předpokládané ukončení stavby	05/2008

SO 860 Železniční estakáda přes Masarykovo nádraží v km 3,993 HL

VZOROVÝ ŘEZ NAD PILÍŘEM



Obr. 1: Estakáda přes Masarykovo nádraží – vzorový příčný řez nad pilířem



Obr. 2: Západní portál tunelů

Tunely Krasíkov

Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, Subterra a.s.

Úvod

Tunely Krasíkov jsou součástí zakázky „ČD, DDC, Optimalizace traťového úseku Krasíkov – Česká Třebová“, kterou získalo vítězstvím ve veřejné obchodní soutěži „Sdružení Krasíkov“ reprezentované společnostmi Subterra a.s., ŽS Brno, a.s. a Železniční stavitelství Praha a.s. Zhotovitelem obou tunelů Krasíkov 1 a Krasíkov 2 bude společnost Subterra a.s.

Charakteristika celkové stavby

Stavba „ČD, DDC, Optimalizace traťového úseku Krasíkov – Česká Třebová“ leží na rameni železniční trati Olomouc – Česká Třebová. Stavba začíná v km 26,450 a končí v km 4,450. Obsahuje celkem 3 železniční stanice – Krasíkov, Rudoltice v Čechách a Třebovice v Čechách a 3 zastávky – Tatenice, Žichlínek a Luková. Železniční trať bude realizována jako dvoukolejná. V úseku trati Třebovice v Čechách km 9,00 z důvodu nepříznivých geologických poměrů vede kolej č. 1 a kolej č. 2 každá ve vlastní stopě.

Optimalizace traťového úseku je řešena na rychlost 120 až 140 km/hod. pro klasické soupravy a 160 km/hod. pro soupravy s naklápěcími skříněmi.

Stavba má charakter liniové stavby a probíhá částečně po stávajícím tělese. Nové směrové vedení představuje úsek za Krasíkovem včetně dvou nových mostů přes Moravskou Sázavu a dvou tunelů a úsek za Třebovicemi.

Geologické a hydrogeologické poměry

Tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 budou raženy v masívu křídových hornin, který představuje velmi nehomogenní těleso, a to jak horninových typů, tak úložných a tektonických poměrů. V masívu jsou zastoupeny převážně jemnozrnné pískovce (pouze místy středně až hrubozrnné), prachovce a jílovce, které obsahují proměnlivou vápenitou příměs, takže místy přecházejí až do slínovců. V masívu dochází k častému a nepravidelnému střídání vrstev hornin stupňů pevnosti dle ČSN 73 1001 od R2 do R6, tj. od pevnosti vysoké až do pevnosti extrémně nízké.

Geofyzikální průzkum indikoval u tunelu Krasíkov 1 několik poruchových pásem, nejvýraznější se předpokládá km 25,100 až 25,060, které se projevuje i na povrchu příčným žlabem. Celkově je stupeň prozkoumanosti horninového prostředí poměrně nízký, a proto se předpokládá pravidelné sledování horninových poměrů a vyhodnocování průzkumných předvrtů v průběhu všech ražeb.

V tunelu Krasíkov 1 se očekávají výrony podzemní vody v čelbě od 1 l/s až do 5 l/s, v poruchové zóně km 25,100 až 25,060 může být místy až do 10-ti l/s. V tunelu Krasíkov 2 je hladina podzemní vody pode dnem tunelu.

Popis hlavních postupů prací

Hlavní postupy prací u obou tunelů jsou:

- I. Příprava zařízení staveniště v areálu:
 - instalace zdrojů elektrické energie a vody
 - vybudování obsluhy tunelu – zásobování vodou, betonem, stlačeným vzduchem, zřízení systému větrání tunelu při ražbě
- II. Zajištění stavební jámy hloubeného úseku tunelu, portálu, vybudování sjezdové rampy
- III. Dopravní ražba tunelu z portálu (úpadní ražba tunelu) – kalota, s odstupem spodní lávka a s odstupem dobírka dna a betonáž bloků
- IV. Úpadní betonáž definitivního ostění tunelu z portálu včetně izolace
- V. Betonáž dna tunelu, vstrojení tunelu

Tunel Krasíkov 1

Dvoukolejný železniční tunel. Tunel začíná v km 24,693 35 a končí v km 25,791 65. Celková délka tunelu je 1 098,30 m, z toho ražená část je dlouhá 1 030,00 m, hloubená západní část tunelu 46,15 m a hloubená východní část tunelu 22,15 m. Maximální mocnost nadloží je 52 m.

Předpokládané zahájení prací: 09/2002

Předpokládané ukončení prací: 05/2004

Tunel Krasíkov 1 se člení do následujících částí:

1. Hloubené úseky s portály – západní portálový úsek (P1) a východní portálový úsek (P2)
2. Ražené portály
3. Ražené úseky dvoukolejného tunelu
4. Úniková štola
5. Úniková šachta

Tunel Krasíkov 2

Dvoukolejný železniční tunel začíná v km 25,986 00 a končí v km 26,126 65. Celková délka tunelu je 140,65 m, z toho ražená část je dlouhá 85,00 m, hloubená západní část tunelu 12,50 m a hloubená východní část tunelu 43,15 m. Maximální mocnost nadloží je 18 m.

Předpokládané zahájení prací: 09/2002

Předpokládané ukončení prací: 05/2004

Tunel Krasíkov 2 se člení do následujících částí:

1. Hloubené úseky s portály – západní portálový úsek (P1) a východní portálový úsek (P2)
2. Ražené portály
3. Ražené úseky dvoukolejného tunelu

Portály

Portály jsou v zásadě stejného tvaru a konstrukce. Budou vybudovány v hloubené jámě zajištěné stříkaným betonem se sítí a svorníky typu SN. V rámci realizace portálu bude vybudována čelní portálová zeď s korunou. V horní části portálu bude osazena ochranná síť.

Hloubené úseky

Na portálové pásy navazuje hloubená část tunelu. Tato část tunelu bude vybudována v hloubené stavební jámě. Hloubení bude prováděno po etážích výšky cca 1,5 m až 3,0 m za současného zajišťování svahů či stěn vrstvou stříkaného betonu SB 20 (C 16/20) vyztuženého ocelovými sítěmi 150 x 150 x 6 mm a systematickým kotvením horninovými svorníky typu SN upevněnými ve vrtu cementovou maltou.

Po ukončení ražeb tunelu bude prováděna betonáž definitivního ostění v ražené části a na tuto betonáž bude navazovat betonáž a izolace hloubených částí tunelu. Po dokončení betonáže bude proveden zásyp stavební jámy v celém rozsahu. Zásyp musí být s postupem hutněn.

Ražené úseky

Základní stavební technologií při realizaci raženého dvoukolejného železničního tunelu je Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM). Konstrukce tunelu je navržena jako dvouplášťová s mezilehlou foliovou izolací s plným uplatněním NRTM. Nová rakouská tunelovací metoda je soubor technických a technologických opatření při tunelování. Plné rozvinutí této metody umožňuje technologie betonáže nosného ostění formou stříkaného betonu, případné uplatnění tyčových svorníků zpevňujících tunelové ostění a uplatnění betonových směsí s rychlým nárůstem pevnosti.

Nedílnou součástí NRTM je geotechnický monitoring výrubů a horninového prostředí kolem výrubu. Realizaci těchto měření bude provádět nezávislá, odborně způsobilá organizace s potřebnými znalostmi v oboru inženýrské geologie a geotechniky, která bude zajištěna investorem. Aplikace výsledků těchto měření je velmi důležitá pro operativní upřesnění postupu ražení a způsobu vstrojení výrubu a tím také výrazně ovlivňuje bezpečnost a ekonomiku výstavby tunelu.

Krasíkov 1 – ražba bude prováděna dovrchně z východního portálu (660 m) a úpadně ze západního portálu (370 m). Celková délka ražeb bude 1030 m.

Krasíkov 2 – ražba bude prováděna úpadně v celé délce 85 m.

Ražba dvoukolejného tunelu bude prováděna ve třech etapách – kalota, spodní lávka a dobírka dna. Pro umožnění dopravy v mezi kalotou a spodní lávkou bude vytvořena vždy v jedné polovině tunelu rampa z horniny. Předpokládaný spád rampy bude 10 %. Po ní se pohybuje mechanizace, potřebná k ražení a zajišťování výrubu kaloty, jakožto i k nakládání a vyvážení horniny. Další etapa ražby tunelu vyžaduje odstranění rampy v jedné polovině tunelu a její vytvoření v druhé polovině tunelu.

K rozpojování hornin budou použity trhací práce prováděné metodou hladkého výlomu. Navrtání čelby bude prováděno vrtacím vozem ROCKET BOOMER L2C. Délka záběru bude dle projektové dokumentace v rozmezí 0,8 m až 3,0 m v závislosti na geologických a hydrogeologických podmínkách v trase tunelu. Dobírka horniny v profilu kaloty, spodní lávky a dna bude prováděna skalním bagrem.

Odvoz rubaniny z tunelu bude zajišťován nákladními automobily, které budou vyvážet rubaninu před portál tunelu na mezideponii. Nakládání rubaniny do nákladních automobilů bude prováděno kolovým nakladačem VOLVO.

Primární ostění – bude tvořeno vrstvou stříkaného betonu s ocelovými příhradovými nosníky a ocelovými svařovanými sítěmi. Pomocnými prvky jsou krátké kotvy, které jsou osazovány v případě potřeby do výrubu. Ocelové kotvy (svorníky) napomáhají vytvoření pevné a stabilní horninové klenby zachycením příčných sil. Stabilita čelby výrubu bude zajišťována stříkaným betonem dle projektové dokumentace.

Stříkání betonu bude prováděno tzv. mokrou cestou. Vlastní stříkání bude prováděno mobilním stříkacím zařízením. Toto je tvořeno čerpadlem betonové směsi MAYCO SUPREMA, manipulátorem MEYCO ROBOJET 041 EH. Betonová směs bude přivážena speciálními autodomíchávači a plněna do násypky čerpadla umístěného v tunelu.

Pro vyztužování a vystrojování tunelu při ražbě bude použita pojízdná pracovní plošina MANITOU MRT 1540.

Definitivní obezdívka tunelu je tvořena těmito hlavními činnostmi:

- pokládka hydroizolace,
- armování,
- betonování posuvným bedněním,

Sekundární ostění – na primární obezdívku bude provedeno položení geotextilie a hydroizolační folie z plastických hmot na bázi PVC tl. 2 mm a provedena betonáž definitivního ostění z litého betonu B 30 (C 25/30).

Betonáž bude prováděna pomocí ocelového posuvného teleskopického bednění o délce sekce 10 m se zavázečím vozem. Bednění pojezdí po už vybetonovaných patkách (součást dobírky dna tunelu). Bednění bude řešeno jako pojezdový vozík s odbedněním pomocí hydrauliky a s posunem na další krok. Součástí bednění budou sklopné betonovací lávky. Budou použity dvě sekce bednění. Celý úsek obezdívky o délce 10 m bude vždy betonován nepřetržitě.

Beton za bednění bude dopravován čerpadlem betonové směsi (např. Schwing BP 750 RE, MEYCO SUPREMA, PUTZMEISTER), které bude umístěno u posuvného bednění. K čerpadlu bude beton dopravován upravenými autodomíchávači. Armování a pokládka izolace bude prováděna z pojízdných lešení, která budou umístěna před posuvným bedněním.

Pro zajištění provádění trhacích prací při ražbě tunelů bude vybudován sklad výbušin. Tento povrchový sklad výbušnin bude sloužit k uskladnění max. 1.000 kg trhavin a max. 10.000 kusů rozbušek. Trhaviny budou uskladňovány ve schránkách po max. 150 kg.

Tunel při ražbě bude odvětráván separátním větráním foukacím. Budou použity ventilátory KORFMANN, které budou umístěny na povrchu portálů a napojeny na lutnové tahy z flexibilních luten Φ 1000 mm. Čerstvé větry budou přiváděny lutnovými tahy na čelbu a odtud budou proudit celým profilem tunelu k portálu.

V průběhu ražby budou prováděna měření deformací provizorního ostění (konvergenční měření). Konvergence výrubu bude měřena na značkách zabudovaných do primárního ostění v jednotlivých příčných profilech.

V případě výskytu zdroje podzemní vody z výrubu tunelu bude provedeno ihned jeho podchycení do jímky a odtud bude voda čerpána potrubím k portálu.

Pro provádění ražení, vyztužování primární a sekundární obezdívkou, budou zpracovány technologické postupy. Tyto budou vycházet z projektové dokumentace zpracované pro realizaci tunelu.

Úniková štola a šachta

Z raženého tunelu Krasíkov 1 bude ve staničení km 25,242 na severní stranu zaražena úniková štola. Tato štola bude dlouhá 240 m se stoupáním 10 %. Na konci únikové štoly bude vyhloubena úniková šachta se schodištěm o výškovém rozdílu 12,5 m. Světlá šířka šachty v místě schodiště bude 6,45 m.

Rozrážka z tunelu bude zajištěna řadou jehel. Štola bude ražena plným profilem klasicky s rozpojováním horniny trhačí prací. Vrtání vývrtů bude prováděno vrtacím vozem BWA 3. Uvolněná hornina bude nakládána nakladačem LF-4 a odtěžována tímto nakladačem do prostoru tunelu a nakládána do nákladních aut. Výrub bude zajišťován s postupem ražby dle zastížené technologické třídy.

Primární výztuž je tvořena stříkaným betonem s výztužnou sítí, svorníky SN u TT 3. U TT 4 bude výztuž zesílena příhradovým obloukem. U TT 5 budou dále použity jehly.

Definitivní ostění štoly bude provedeno z prostého betonu B 20. Vodotěsnost štoly bude zajištěna plášťovou izolací z umělohmotné folie, chráněné se strany primárního ostění ochrannou geotextilií. Betonáž definitivního ostění bude prováděna úpadně tj. od napojení na únikovou šachtu směrem k tunelu.

Úniková štola bude při ražbě a provádění definitivního ostění odvětrávána separátním větráním foukacím. Použitý lutnový tah ϕ 600 mm a ventilátor APXE 630.

V ose štoly bude provedena podélná drenáž.

Na začátku štoly bude provedena přepouštěcí přetlaková komora, která bude mít na obou koncích protipožární dveře.

Úniková šachta bude hloubena z povrchu mobilním zvedacím zařízením v úvodní části a dále při použití mobilního jeřábu OVJ 75. Uvolněná hornina bude odtěžována čelistovým nakladačem do Straegr van a odvážena na skládku.

Po vyhloubení bude úniková šachta vybetonována definitivním ostěním s izolací, vystrojena ocelovým žebříkem a na povrchu šachty bude postaven „kiosek“.

Provádění izolací

Složení hydroizolace tunelu bude následující:

- ochranná geotextilie GEOFILTEX 63/50 – 500 g/m², pevnost min. 10 kN/m, chemicky odolná, požární odolnost tř. B1,
- fólie PE CARBOFOL tunelová – tl. 2,5 mm + signální vrstva 0,2 mm,
- pro portály budou použity spárové rubové pásy CARBOFOL 6/30/400

Pro vlastní kladení hydroizolační vrstvy bude použito pojízdné lešení, z kterého se provádí montáž hydroizolačního systému v horní části profilu tunelu. Pro snadný pohyb lešení v tunelu bude montována kolejová dráha.

Odvodnění

V celé délce hloubených i ražených úseků obou tunelů je navržena rubová nebo mezilehlá foliová izolace, která je ukončena v patě opěr podélnou drenáží. Dno není izolováno a případné průsaky dnem pod kolejové lože budou jímány střední tunelovou stokou. Konstrukce patečních drenáží za rubem izolace je upravena tak, aby byla zajištěna možnost bezpečné a přesné pokládky drenáže, snadná revize a pročištění tlakovou vodou.

Definitivní větrání

Elektrická trakce železniční dopravy nevyvozuje prakticky žádné škodliviny, a proto budou dvoukolejné tunely i úniková šachta provětrávány za provozu přirozeným větráním za přispění pístových účinků projíždějících vlaků a výškového rozdílu ústí únikové štoly do tunelu a východu z únikové šachty.

Záchranné výklenky

Záchranné výklenky budou realizovány vstřícně po obou stranách tunelu ve vzdálenosti po 25 m. Hloubka výklenku v nejužším místě je 0,75 m, výška výklenku v nejužším místě je 2,20 m a šířka výklenku v nejužším místě je 2,00 m. Mezi záchrannými výklenky po obou stranách tunelu bude umístěno madlo.

Kabelovody

V chodníkovém ústupku po obou stranách tunelu budou osazeny devíticestné multikanály z polyetylénu, kterými budou vedeny u koleje č. 1 kabely silnoproudé a u koleje č. 2 kabely slaboproudé.

Požární suhovod

Bude umístěn pouze u tunelu Krasíkov 1 po jeho celé délce do chodníkového ústupku u koleje č. 2 z ocelových pozinkovaných trub. Jako zdroj požární vody je navržen přírodní zdroj z vodoteče Moravské Sázavy, která protéká mezi oběma Krasíkovskými tunely.

Ostatní výstroj tunelů

Tunely budou opatřeny pouze orientačním a nouzovým osvětlením. V tunelech budou dále zabudovány zásuvkové okruhy s napětím 230 V. Dále jsou součástí definitivního vyzbrojení tunelů konstrukce pro upevnění trakčního vedení včetně posilovacích kabelů osazená ve stanovených místech v klenbě do sekundárního ostění, ochrana před nebezpečným dotykovým napětím, tvořená ukolejňovacím lanem a s ním spojené všechny nosiče trakčního vedení, značení v tunelech a pasivní ochrana proti účinkům bludných proudů.

Závěr

Tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 představují ojedinělý a zajímavý, zároveň však i technicky velmi náročný projekt. Jsme přesvědčeni, že tak zkušená tunelářská společnost, jakou Subterra a.s. bezesporu je, zvládne výstavbu na výbornou a k plné spokojenosti investora i budoucího uživatele.

Vyztužené zemin y v objektu zárubní zdi

Ing. Miroslav Frič, Metrostav a.s., Ing. Pavel Smíšek, VSL SYSTÉMY (CZ) s.r.o.

1. Úvod

V letošním roce byla dokončena další stavba 1. tranzitního koridoru Českých drah Děčín – Praha - Břeclav v úseku Kralupy n. Vlt. – Vraňany. Zvýšení rychlosti vlaků až na 160 km/hod. si vyžádalo změnu směrových poměrů, a tudíž přeložku trati na nové těleso v úseku mezi zastávkami Nové Ouholice – Mlčechvosty v délce 1,3 km. Na této přeložce vznikly zajímavé objekty, z nichž k nejvýznamnějším patří kromě tunelu zárubní zeď v km 446,494 – 447,045. Pro České dráhy realizovalo zmíněnou stavbu sdružení IPS a ŽS Praha. Významným subdodavatelem většiny objektů na přeložce, včetně zárubní zdi z vyztužených zemin, byl Metrostav a.s.

2. Popis původního řešení

Při návrhu byly uvažovány 4 varianty řešení, které byly vybrány na základě geotechnického průzkumu firmy GeoTec GS z roku 1999. Složitě geologické poměry, velké množství podzemní vody a také téměř šestisetmetrová délka zdi vytvořily prostor pro odbornou diskusi a hledání optimální varianty.

2.1 Varianta A – tížná monolitická zárubní zeď v plné délce

Monolitická tížná zárubní zeď z vodostavebního betonu V4 zn 250 (C16/20 – 2bb). Výška zdi je nad niveletou koleje max. 7,6 m. Svah za zdí je upraven vysvahováním s lavičkami. Pro zajištění povrchové stability sprašových vrstev bude povrch svahu opatřen vrstvou šterkodrtí tl. 60 cm, vrstvou humusu 20 cm a zpevněn výsadbou rychle rostoucími keři.

2.2 Varianta B - tížná monolit. zárubní zeď v plné délce doplněná ve svahu gabionovou zdí

Obdobná jako varianta A. V místě nejvyššího svahu bude svah přerušen gabionovou zdí.

2.3 Varianta C – pilotová stěna kotvená zemními kotvami, doplněná na začátku a konci tížnou monolitickou zárubní zdí

V délce 370 m byla navržena pilotová kotvená stěna vrtaná z předem zbudované plošiny. Předpokládaná průměrná délka pilot – 14,3 m, kotvení zemními kotvami ve dvou etážích. Průměr pilot 1000 mm, vzdálenost pilot – 3 m. Pohledová plocha upravena stříkaným betonem na výztužnou ocelovou síť. Ve zbývajících částech byly monolitické tížné zárubní zdi z prostého betonu.

2.4 Varianta D – stupňovitá víceetážová monolitická opěrná zeď

Tato varianta byla pro technické potíže se zakládáním horních etáží vyloučena. Žádná z těchto variant se nejevila jako optimální, a proto investor zadal projektantovi SUDOP resp. MCO zpracovat tzv. variantu Gabionovou.

2.5 Varianta Gabionová – při výpočtu stability svahu bylo zjištěno, že ji nelze provést jako tížnou. Proto byla navržena gabionová stěna s vyztužením geomřížemi Tensar 160 RE. Toto poslední řešení mělo oproti původním návrhům positívum v tom, že v podélném směru zdi využilo geologické poměry a reagovalo na sklon terénu. Zeď byla rozdělena na 4 úseky s odlišným řešením v závislosti na výškové úrovni skalní horniny a výšky zářezu.

3. Geologické a geotechnické podmínky

Geologický profil v místě přeložky byl vyhodnocen na základě sond provedených při průzkumových pracích, archivních inženýrsko-geologických vrtů a doplňkového geotechnického průzkumu.

Geologie spodních vrstev po délce objektu byla proměnná. Na vrchní vrstvu spraší místy mocnou až 10 m navazovala v části km 446,500 – 446,660 vrstva zvětralých slínovců. Postupně po směru kilometráže se mezi vrstvou spraší a zvětralých slínovců zaklíňovaly těžko rozpojitelé slepence případně se ještě vyskytovaly šterky či šterkopísky. Zvětralé slínovce se měnily ve slabě zvětralé až zdravé.

Podzemní voda byla vázaná na horizont slepenců. Během odtěžování zářezu se ve svahu objevilo několik poměrně silných pramenů, které bylo nutné odvést příčnými drenážními pásy.

4. Alternativní návrh

Gabionová stěna o velké výšce, složité geologické poměry s výraznými výrony podzemní vody, problémový zásypový materiál a hlavně značná pracnost a časová náročnost, přiměla zhotovitele objektu firmu Metrostav k hledání jiného řešení.

Také firma VSL hledala vhodný projekt v České republice pro uplatnění systému opěrných stěn z vyztužených zemin. Při detailním posouzení všech hledisek se ukázalo, že VSoL je velmi vhodné řešení i v takto náročných podmínkách.

5. Popis principu vyztužených zemin

Systém VSoL je založen na vzájemném spolupůsobení zrn zeminy a výztužných kotev, přičemž stěnové dílce slouží především k zakrytí líce. Hlavní komponenty tvořící systém jsou tenké prefabrikované stěnové dílce, většinou železobetonové, kompozitní polymerové třecí kotvy Kolotie uchycené k rubu stěnových dílců a vhodný zásypový materiál. Pro minimalizaci nákladů a druhovosti prvků byly zvoleny čtvercové stěnové dílce se skladebným rozměrem 1,5 m, tloušťky 140 mm. Výsledkem je stabilně působící konstrukce, která efektivně přenáší zemní tlaky.

Instalace se zahajuje ukládkou první řady panelů na subtilní základový práh z prostého betonu. Dílce se zajistí v požadované poloze a následuje ukládka zásypu až po úroveň prvních kotevních úchyťů, které jsou již součástí prefabrikovaných dílců. Dále se pokračuje s ukládkou polymerových třecích kotev na zhutněný zásyp. Tyto pásy jsou kotveny do stěnových dílců pomocí ocelových potahovaných prvků, které zaručují nevodivé připojení a tím i ochranu konstrukce před bludnými proudy. Po dokončení ukládky kotev v daném záběru následuje opět ukládka zásypu. Tímto způsobem probíhá výstavba stěny ve stále se opakujících sekvencích až po dosažení požadované výškové úrovně. Koruna stěny je zakryta prefabrikovanou nebo monolitickou římsou.

6. Použití u Českých drah

Pro možnost použití systému vyztužených zemin u opěrných stěn na stavbách Českých drah bylo nutné stěny certifikovat. Certifikace probíhala souběžně s projekčními pracemi a provedl ji TAZUS na základě podkladů dodaných firmami Metrostav a VSL.

Návrh vyztužení zemního tělesa, posudek vnitřní stability stěny a prováděcí projekt části zárubní stěny byl proveden v technickém centru VSL v Dubaji, globální stabilita byla

posouzena v kanceláři GeoTec – GS a vlastní projekt dodala firma SUDOP prostřednictvím své společnosti MCO Olomouc. Vhodnost aplikace této technologie jsme ještě doložili odbornými posudky renomovaných institucí jako je ČVUT Fakulta stavební nebo projektová kancelář EC&McNEELY s.r.o.

Před zahájením instalace stěny bylo ještě na základě požadavku technického konzultanta investora firmy SG GEOTECHNIKA nutné provést další průkazní zkoušky. Jednalo se především o trhací zkoušky a zkoušky chemické odolnosti polymerových kotev Kolotie, které jsou vyrobeny z vysokopevnostních polyesterových vláken sdružených v oddělených svazcích. Vnější obal tvoří polyetylénová chránička. Zkoušky byly v souladu s protokoly použitými při certifikaci.

7. Realizace

7.1 Příprava území a výkopy

V únoru 2001 jsme zahájily přípravné práce - kácení stromů a sejmutí ornice. Zároveň bylo nutno vyřídit řadu legislativních úkonů, hlavně v souvislosti s dočasným zábořem zemědělské půdy, mezideponií, pronájmem pozemků apod. Výkopové práce začaly v dubnu 2001. Vytěžená zemina byla tříděna, štěrkopísek a sprašové hlíny byly uloženy na mezideponii pro využití při zpětných zásypech. Těžilo se po etážích a v podélném směru byla stavba rozdělena na 4 části, které zhruba korespondovaly s rozdílnými konstrukcemi zdi. Postup prací byl komplikován archeologickými nálezy. Díky dobré spolupráci s archeology a postupným předáváním dílčích pracovišť se podařilo připravit první úsek pro stavbu zdi dle plánu, tedy v 06/2001.

7.2 Založení stěny

Základ pod železobetonovou zdí je velmi subtilní a z pohledu realizace nezajímavý. Rozhodně větší pozornost bylo třeba věnovat podzemní vodě a systému odvodnění. Předpokládá se, že se dešťová voda částečně vsákne do svahu a ostatní se u koruny betonové stěny svede štěrkovým filtrem k patě stěny. Odtud se svádí do příkopového žlabu podél trati, a to v závislosti na způsobu provedení spodní stavby. V případě drátokamenných matrací je odtok vody zajištěn propojením štěrkového polštáře pod základem stěny s matracemi, z kterých je provedeno zaústění do příkopového žlabu. U spodní stavby z kotvené železobetonové stěny je svedení vody zajištěno příčnými žebry propojenými přímo flexibilní drenážní trubkou s příkopovým žlabem. Stejným způsobem se řešilo odvodnění z lokálních výronů vody podzemní vody. Na rubové straně kotvené ž.b. zdi je osazen plošný geodren.

7.3 Montáž stěny

Montáž dílců probíhala v souladu se schválenými zvláštními technicko-kvalitativními podmínkami (ZTKP). Důraz byl kladen na založení první vrstvy, hlavně výškové. Po provizorním zajištění osazených panelů jsou prováděny hutněné zásypy. Důležité je trvale kontrolovat svislost panelů při hutnění. Míra zhutnění je předepsána projektem a je trvale kontrolována v souladu se ZTKP. Zvláštní pozornost je třeba věnovat řádnému napnutí třecích kotevních pásů (Kolotii), protože jenom napnutá táhla zajistí správnou funkci vyztužených zemin. Montáž vlastní stěny o výměře cca 2000 m² trvala 110 dní a nutno podotknout, že z klimatických důvodů nemohly práce probíhat plynule.

7.4 Zásypy

Do aktivní zóny vyztužených zemin bylo nutné použít vhodný zásypový materiál, definovaný technickými podmínkami technologie VSoL. Využili jsme štěrkopísky z místních zdrojů a pro ostatní zásypy použili sprašové hlíny, rovněž vytěžené na stavbě a dočasně uložené na mezideponii. V oblasti cca 2 m za lícem opěrné stěny je vrstva štěrku, zajišťující drenážní funkci. Trvalá kontrola zásypového materiálu včetně provádění předepsaných zkoušek byla zajištěna akreditovanou laboratoří. Zásypy se prováděly po vrstvách 25 cm, vyztužení táhly každou třetí vrstvu, tedy po 75 cm (dvě kotvení na výšku dílce). Provádění hutněných vyztužených zásypů byla věnována mimořádná pozornost, neboť tato fáze výstavby přímo ovlivňuje kvalitu díla, rychlost postupu výstavby a hlavně funkčnost celého systému.

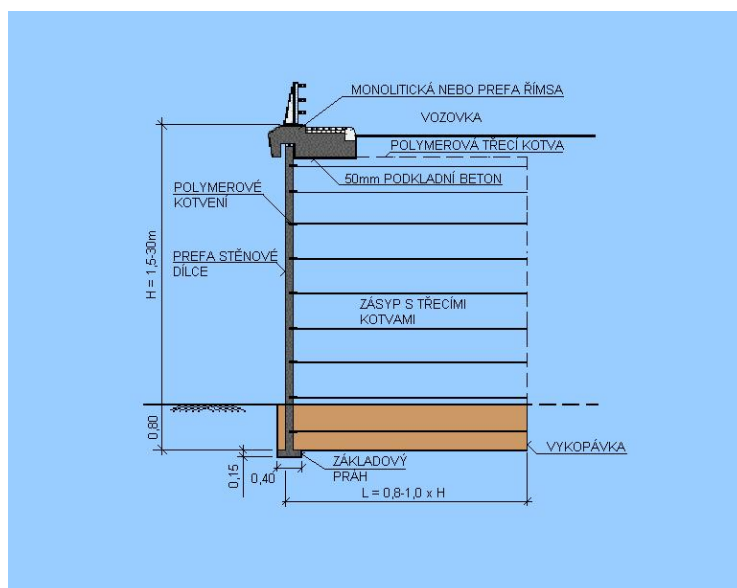
8. Závěr

Souhrnné technické údaje:

- délka celého objektu 586 m
- délka stěny 405 m
- max. výška stěny 9 m
- max. výška terénu nad TK 26 m
- množství výkopů 140 000 m³
- zpětné zásypy 60 000 m³
- stěnový dílec 1500 x 1500 x 140 mm
- typ výztuže: polymerový pás Kolotie třídy 30,50 a 70 KN

Technologie vyztužených zemin není pro odbornou veřejnost nová. Poprvé ale byla použita na stavbě Českých drah. To považujeme za velmi pozitivní, protože byly doloženy všechny požadované zkoušky a technologie byla schválena pro používání na stavbách Českých drah. Naše realizace prokázala vhodnost použití i u velkých a geotechnicky složitých staveb. Zahraniční zkušenosti dokazují, že je to technologie perspektivní a my věříme v širší uplatnění u dopravních staveb, zvláště pak na železnici.

Obr. 1: Schéma zdi





Obr. 2: Mlčehvosty 1



Obr. 2: Mlčehvosty 2

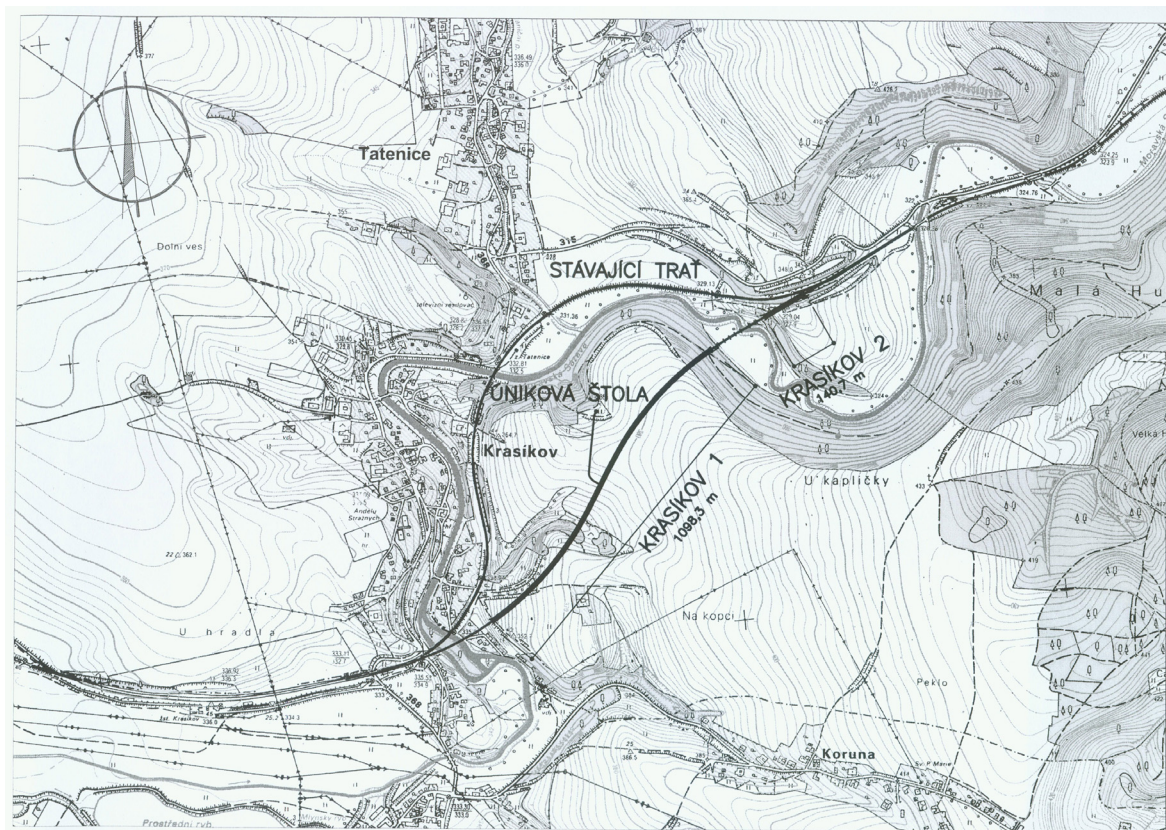
Nové tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2

Ing. Jiří Mára, Ing. Jiří Růžička, Ing. Karel Závora, METROPROJEKT Praha a.s.

1. Úvod

V rámci optimalizace traťového úseku Krasíkov – Česká Třebová je navržena úprava trasy dvoukolejné železniční tratě tak, aby trať vyhovovala rychlostem železniční dopravy až do 160 km/hod. (pro vozy s naklápačící technikou). Od stanice Krasíkov směrem na Zábřeh prochází trať úzkým údolím řeky Moravská Sázava, které obtížně sleduje i při obloucích s poloměry menšími než 500 m a při procházení stávajícím krátkým Tatenickým tunelem, který nevyhovuje novým požadavkům dopravy ani prostorově ani svým dosti chatrným stavem.

V daném území s úzkým údolím Moravské Sázavy, které zde tvoří dva oblouky ve tvaru S se středovými úhly více než 180° , bylo požadované řešení napřimení trasy možné pouze tunelovými podchody, a to novým tunelem Krasíkov 1 pod širokým ostrohem plošiny proti Tatenicím, vymezeným prvním obloukem řeky, a novým tunelem Krasíkov 2 pod úzkým hřbetem mezi stávajícím železničním zářezem a druhým obloukem řeky.



Obr. 1: Situace

V tomto krátkém úseku překračuje nová trať řeku Moravskou Sázavu třemi mosty. Na prostředním z nich je umístěna železniční zastávka, na kterou téměř bezprostředně z obou stran navazují oba nové tunely. Tunnel Krasíkov 1 má celkovou délku 1 098,30 m, z čehož je 1 030,0 m ražených. Západní hloubený úsek vč. portálu má délku 46,15 m,

východní hloubený úsek je dlouhý 22,15 m. Tunel Krasíkov 2 je dlouhý 140,65 m, z čehož pouze 85,0 m je raženo. Západní hloubený portálový pas má délku 12,50 m, východní hloubený úsek je dlouhý 43,15 m. Za východním hloubeným úsekem pokračuje na jižní straně tratě vysoký odřez zajištěný zárubní betonovou zdí.

2. Směrové a sklonové poměry

Tunel Krasíkov 1 od západního portálu (v km 24,687) je veden v levém oblouku o poloměru 945,0 m a přechodnicemi s inflexním bodem v km 25,229 přechází do pravého oblouku o poloměru 950,0 m až do portálu východního, kde přechodnicí na mostě se zastávkou končí v přímé, vedoucí až do východního portálu tunelu Krasíkov 2. Trať v tunelu Krasíkov 1 klesá cca 5 ‰ a v tunelu Krasíkov 2 cca 6 ‰.

3. Geologické poměry

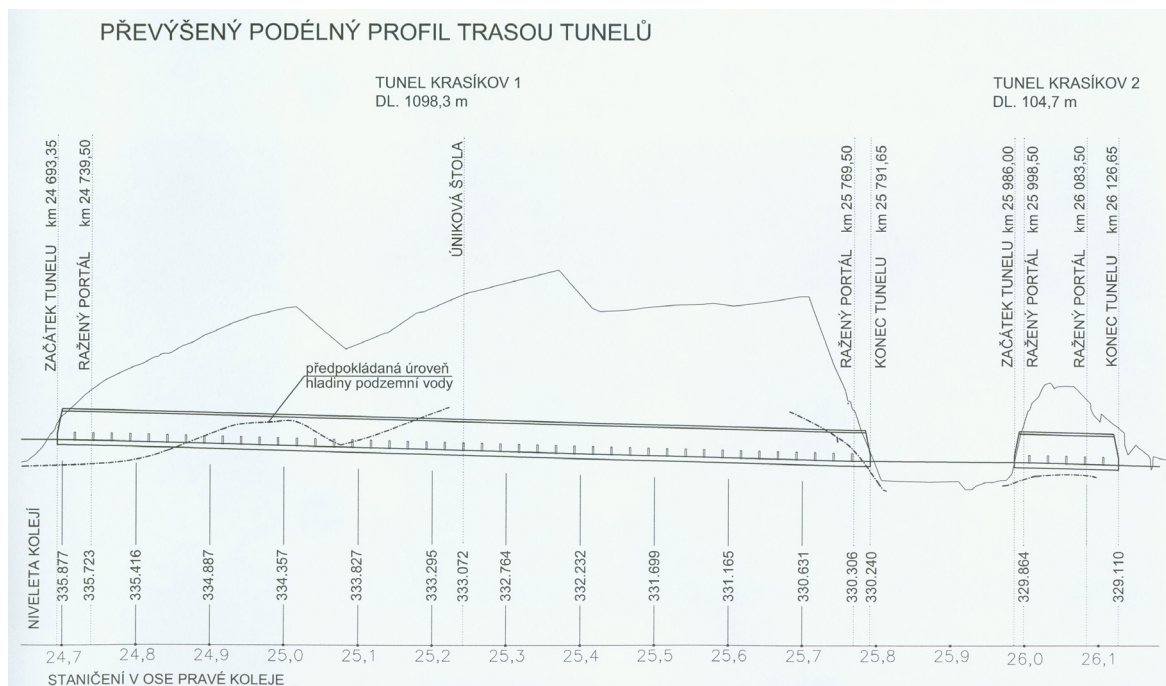
Tunely budou procházet masivem křídových hornin, který je velmi nehomogenní co do horninových typů i úložných poměrů. V masivu jsou zastoupeny převážně jemnozrnné pískovce, prachovce a jílovce, které přecházejí až do slínovců. V masivu dochází k častému střídání vrstev hornin s různým stupněm pevnosti od R2 až do R6, tj. od pevnosti poměrně vysoké až do extrémně nízké. Desky a lavice při velmi nepravidelném střídání dosahují mocnosti od 0,25 m do 1,0 m. Průzkum zjistil několik zlomů a poruchových pásem, z nichž nejvýraznější je cca v km 25,060 až 25,100. Pokryvy o mocnosti 2,0 až 4,0 m se projeví pouze v úsecích portálů a hloubených tunelů.

Tunel Krasíkov 1 prochází při max. nadloží 52,0 m horninami řazenými převážně do tř. NRTM 3 a 4, pouze první a poslední ražené pasy s nízkým nadložím a pasy procházející shora zmíněnou výraznou poruchovou zónou bude nutno řadit do tř. 5a nebo 5b. V trase tohoto tunelu je indikována průzkumem zvědeň puklinové podzemní vody s očekávanými přítoky do čelby 1 až 3 l/s; ve zvodnělé poruše v km 25,060 až 25,100 však není vyloučen ani přítok nad 10 l/s.

Tunel Krasíkov 2 při maximálním nadloží 18,0 m projde v převážné délce horninami řazenými do tř. NRTM 5a a 4, přičemž se projeví vliv úbočního tunelu.

4. Průjezdny průřez

Sdružený průjezdny průřez pro trať v oblouku pro poloměr $R=950$ m, který se v trase tunelu Krasíkov 1 vyskytuje byl odvozen podle ČSN 737508 z tunelového průjezdného průřezu na jednokolejné trati v oblouku s převýšením vložením osové vzdálenosti 4000 mm mezi osy obou kolejí dvoukolejného průřezu, požadované pro výstavbu tunelů na nových železničních tratích.



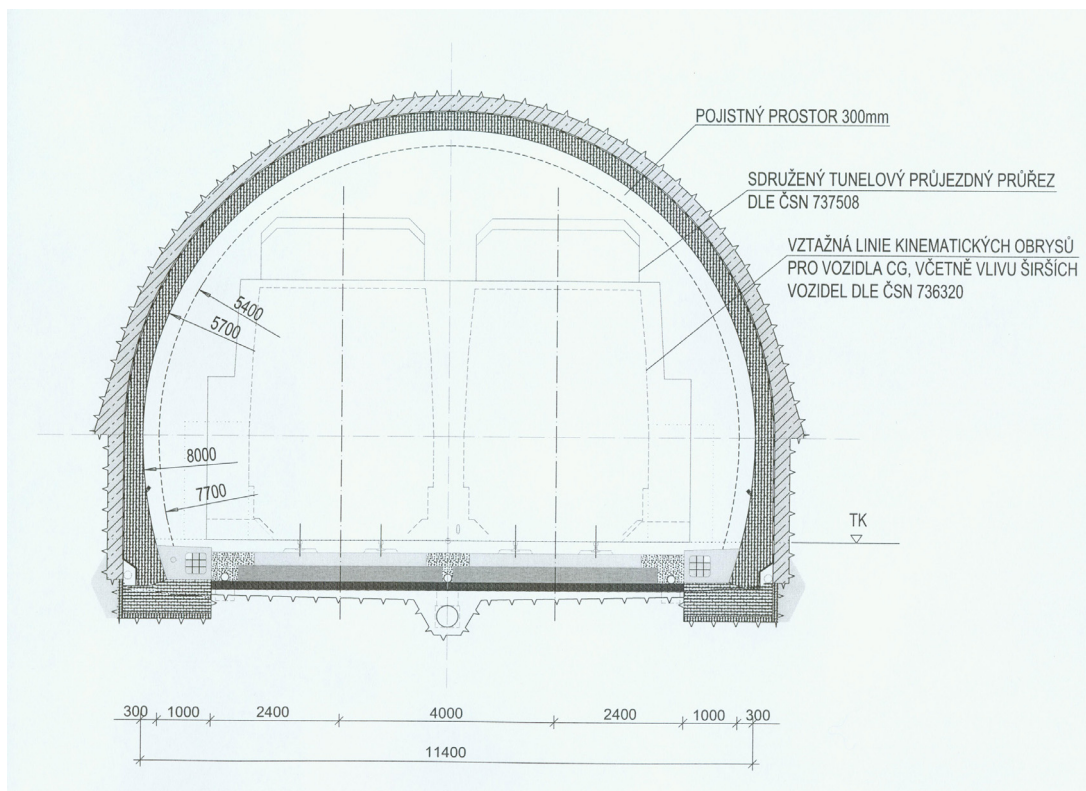
Obr. 2: Podélný profil tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2

5. Světly průřez tunelu

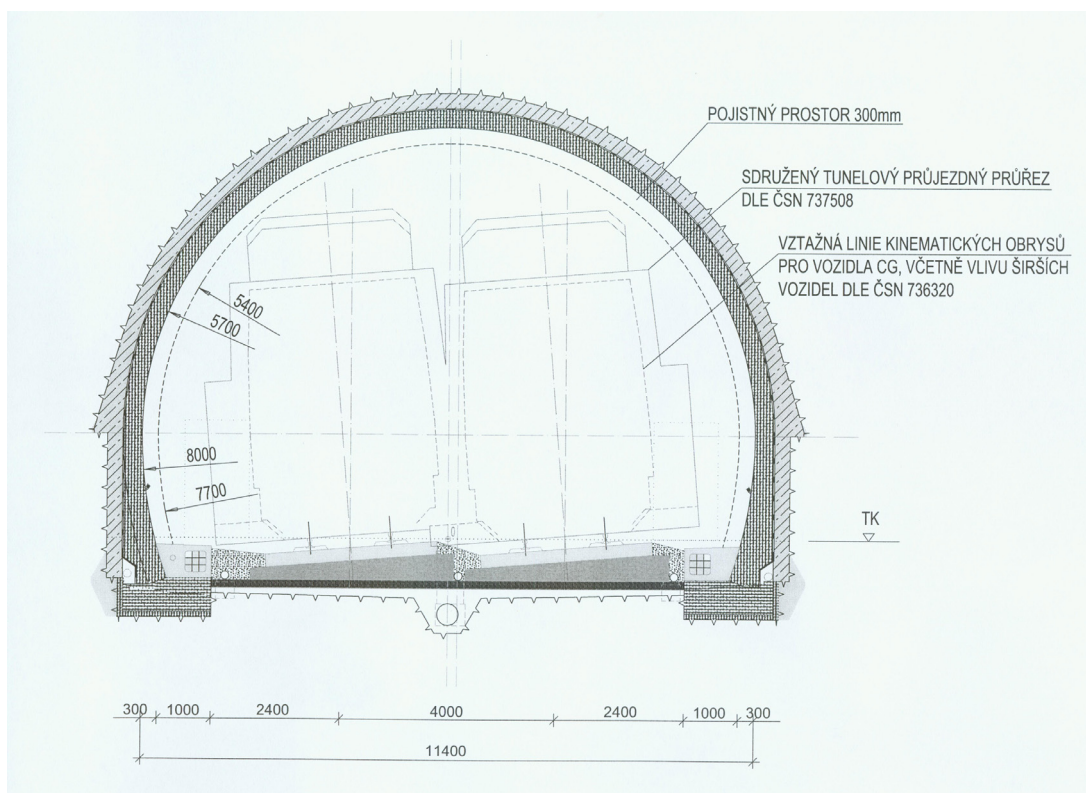
Světly průřez tunelu Krasíkov 1 byl sestaven podle požadavků ČSN 73 7508 tak, aby sdružený průřezný průřez včetně únikových cest po obou stranách sdruženého průřezu nezasahoval v přímé, ani v oblouku o poloměru 950 m do pruhu pojistného prostoru stanoveného pro tunely jednotně 300 mm. S ohledem na optimální využití světlého tunelového průřezu odsunuje se v oblouku osa tunelu od osy dráhy směrem ke středu oblouku o hodnotu $C=1,5$ p. Maximální odsun osy tunelu je $C_{\max} = 1,5 \times 119 \text{ mm} = 178,5 \text{ mm}$. Tato hodnota C byla odvozena individuálním výpočtem podle čl. 3.38 d) ČSN 73 7508 platným pro kruhové tunelové průřezy.

6. Konstrukce definitivního ostění

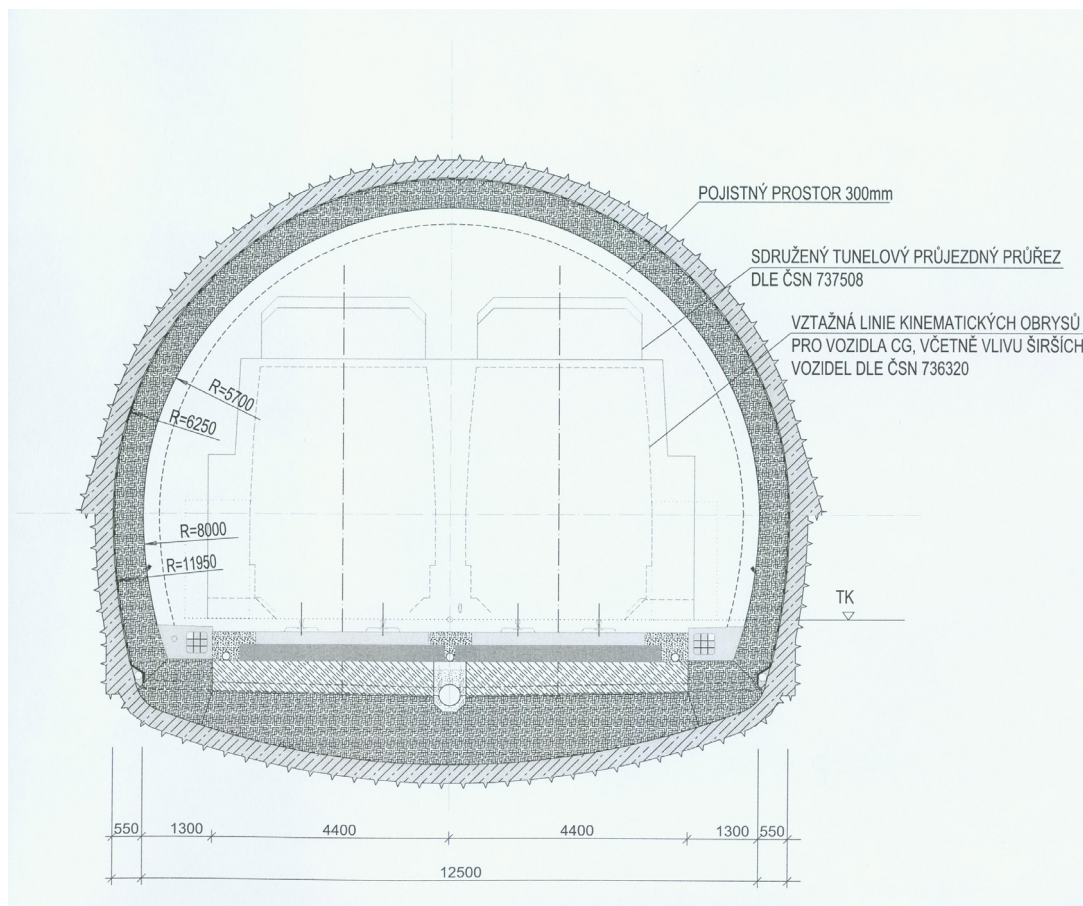
Tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 mají světly průřez (tj. vnitřní lic ostění) jednotný v celé své délce. Konstrukce jednotlivých úseků je však různá v závislosti na technologii výstavby příslušných pasů tunelu (hloubením nebo ražením) a také na velikosti a rozložení zatěžujících sil na ostění. Těmto závislostem odpovídají i navržené základní typy ostění, a to tři typy ostění raženého tunelu a tři typy konstrukcí ostění hloubeného tunelu.



Obr. 3: Ražený tunel v přímém úseku – typ ostění R1



Obr. 4: Ražený tunel v oblouku – typ ostění R1



Obr. 5: Ražený tunel v přímém úseku – typ ostění R3

Ražené typy ostění jsou typ lehký R1 (pro pasy ražené ve tř. výrubu 2, 3 a 4), a typy těžké R2 a R3 (pro pasy ostění ražené ve tř. výrubu 5a nebo 5b). Základní typ ostění hloubených úseků tunelů je typ souměrný H1, použitý pro hloubené úseky u západního i východního portálu tunelu Krasíkov 1 včetně obou portálových pasů (P1, P2) i západního portálového pasu P1 tunelu Krasíkov 2. Typ H2 je použit pouze v příportálovém úseku u P1 před raženým portálem tunelu Krasíkov 1 a typ H3 pouze ve východním hloubeném úseku tunelu Krasíkov 2. Protože typy ražených ostění svým rozsahem použití výrazně převládají, jsou navrženy způsoby a konstrukce vyztužování zaměřeny především na ražené typy, a ty jsou pak přiměřeně aplikovány i pro typy ostění hloubených úseků tunelů. Všechny typy mají kruhovou klenbu a opěry se svislým rubem a mírně zakřiveným licem. Tloušťka klenby typu R1 je 350 mm, typů R2 a R3 550 mm a u typů hloubených H1 až H3 pak 600 mm. Definitivní ostění ražených úseků i ostění hloubených úseků je z vyztuženého betonu C 25/30 (B 30) vodostavebního V8 a mrazuvzdorného T 100.

Výztuž ostění

Protože zabudovávání trvalého (sekundárního) ostění bezprostředně navazuje na práce izolátorů a vlastní betonáž pasů je časově náročná proudová činnost zpravidla na kritické cestě celého harmonogramu výstavby, je navržena co největší příprava dílů výztuže mimo prostor zabudovávaného (betonovaného) pasu tak, aby před bednicím vozem se prováděla montáž dílů výztuže a přidávala se pouze doplňující výztuž z několika

zpravidla přímých prutů silnějších průřezů. U obou typů ostění ražených úseků tvoří základ výztužné kostry příhradové rámy sekundárního ostění, které jsou na vnější (rubové) straně opatřeny přivařenými montážními křídly z pásu výztužné sítě o šíři 0,9 m. Tyto výztužné rámy se v pasech dlouhých 10 m kladou ve vzdálenostech po 1,60 m, takže oba krajní rámy jsou od styku pasů vzdáleny osově 0,20 m. Také v ostění hloubených tunelů je navržena montáž výztuže s použitím výztužných rámu jako v typech raženého ostění, avšak s ohledem na přístupnost k osazování výztuže z obou stran, není nutno přivařovat na obloukové segmenty „rubová křídla“ z pásu výztužné sítě.

Izolace a drenáže

Vodotěsnost ostění tunelů je zajištěna plášt'ovou izolací z folie PE tloušťky 2,5 mm se signální vrstvou, která se do tloušťky nezapočítává. Požadované parametry izolačních materiálů stanovují TKP staveb ČD kap. 20 Tunely (odst. 20.2.8...). Izolační plášť ražených tunelů je ukládán mezi primární a definitivní ostění a je chráněn se strany primárního ostění ochrannou textilií. Izolační plášť hloubených tunelů je kladen na rub ostění a je chráněn ochrannou textilií na obou stranách folie. Izolace se provede v rozsahu stropní klenby a opěr a je ukončena v patě opěr, kde navazuje na pateční podélné drenáže po obou stranách tunelu.

7. Ražení a primární vystrojení

Ražba, tj. rubání a primární vystrojování tunelu bude postupovat podle zásad Nové rakouské tunelovací metody NRTM, která je pro dané heterogenní horninové poměry a současný stav tunelování v ČR optimální.

Rozpojování hornin v čelbách ražených tunelů se předpokládá s omezeným používáním trhacích prací s dočišťováním líce výrubu mechanizovaně, nebo mechanizovaným rozpojováním (výložníkovou frézou, tunelovým rypadlem, impaktorem...). S ohledem na velikost raženého průřezu s výraznou nehomogenitou a očekávanou střídavostí horninových poměrů je navrženo razit dvoukolejný železniční tunel v celé délce po dílčích výrubech s vodorovným členěním na přístropí, opěři a dobírku dna, resp. spodní klenby. Toto členění splňuje jak potřeby pro zajišťování stability čela výrubu, tak dostupnost i potřebnou prostornost pro obvykle nasazované mechanismy.

Dvoukolejný železniční tunel Krasíkov 1 bude ražen dovrchně od východního portálu a podle potřeby časového plánu zhotovitele i úpadně od západního portálu tunelu. Při úpadní ražbě se sklonem cca 0,5 % je třeba počítat s přítoky v čelbě 1 až 3 l/s a s celkovými přítoky 5 až 10 l/s. Krátký tunel Krasíkov 2, jehož ražený úsek je dlouhý pouze 85,0 m bude ražen úpadně od západního portálu při sklonu pouze 0,6 % nad hladinou podzemní vody.

Základními vystrojovacími prvky jsou:

- stříkaný beton SB 20 (C 16/20)
- výztužné příhradové oblouky (ramenáty)
- svařované výztužné sítě
- svorníky (kotvy) různých typů (hydraulicky rozpínané svorníky, např. Boltex, SN, samozávrtané injektované) a různých délek
- předháněné jehly

Technologické třídy výrubu NRTM jsou definovány vztahem kvality skalního a poloskalního horninového prostředí, vyjádřeného počtem klasifikačních bodů QTS, velikosti výrubu (průřezu i délky záběru) a reakcí horninového prostředí na otevření výrubu a z toho vyplývajících technických a bezpečnostních opatření. Navržené třídy ražnosti jsou platné jak pro rozpojování hornin mechanizované, tak pro rozpojování trhacími pracemi.

Zatřídění a rozčlenění ražených úseků tunelů do technologických tříd ražnosti, uvedené v projektu, slouží jako prognóza pro předpokládané podmínky ražby. Ražba bude soustavně sledována geomonitorem a geotechnickým dozorem, který v rámci ražeb zastupuje stavební dozor investora. Geotechnický dozor dokumentuje zastížené geotechnické podmínky, jejich změny a na straně investora rozhoduje o zařazení do technologických tříd NRTM.

Pro cyklické ražení dvoukolejného tunelu jsou navržené technologické třídy výrubu NRTM TT3 až TT 5b, které jsou charakterizovány především délkou záběru a druhy i množstvím zpravidla nasazených vstrojovacích prostředků.

TT 3: délka záběru max. 2,0 m, tloušťka ostění z SB 20 min 250 mm, výztuž příhradovým obloukem a 2 polohami sítí 150x150/8x8 mm, systematické kotvy dl 3 m 1 ks/3,0 m²

TT 4: délka záběru max. 1,5 m, tloušťka ostění z SB 20 min 300 mm, výztuž příhradovým obloukem a 2 polohami sítí 150x150/8x8 mm, systematické kotvy SN dl 4,0 m 1 ks/2,25 m², zajištění čelby SB 20 tl. 50 mm na cca 33 % čela

TT 5a: délka záběru max. 1,2 m, tloušťka ostění SB 20 min. 350 mm, výztuž příhradovým obloukem a 2 polohami sítí 150x150/8x8 mm, systematické kotvy SN nebo samozávrtne dl 6,0 a 4,0 m 1 ks/1,5 m², zajištění čelby SB 20 tl. 50 - 70 mm na cca 66 % čela a vzpěrným klínem, předhánění jehel (48 ks) dl.4,0 m v každém druhém záběru.

TT 5b: délka záběru max. 1,0 m, tloušťka ostění SO 20 min 350 mm, výztuž příhradovým obloukem a 2 polohami sítí 150x150/8x8 mm, systematické kotvy SN nebo samozávrtne dl 6,0 m 1 ks/1,25 m², zajištění čelby SB 20 tl. 70 – 100 mm na téměř 100 % čela a vzpěrným klínem, zpevnění jádra před čelem injektovanými jehlami dl 6,0 m v každém třetím záběru.

Pro případ neočekávaně dobrých horninových poměrů pro ražbu je charakterizována i třída **TT 2:** délka záběru max. 3,0 m, tloušťka ostění z SB 20 v klenbě 150 mm, v opěrách 100 mm, výztuž obloukem nesytematicky pouze v klenbě, systematicky jednou polohou sítí 150x150/8x8 mm, nesytematické ojedinělé kotvy dl. 3,0 m. V pevném podloží se předpokládá dobírání základových pasů a betonáž základů nezávisle na postupu ražby, a také dobírání dna a betonáž dna se provede v ucelených úsecích (příp. po polovině šířky dna) mimo oblast přídě. V poruchové zóně při tř. výrubu 5b je nutno počítat s těsným následným dobírání opěří i spodní klenby, případně i s betonáží definitivní spodní klenby ještě v oblasti přídě, pokud monitoring neprokáže ustálení posunů včetně líce výrubu spodní klenby.

Technologický postup dobírky dna a budování spodní klenby, uvedený v rámci příslušné technologické třídy výrubu, se případně upřesní podle aktuálních výsledků monitoringu chování výrubu a horninového prostředí, zejména průběhu konvergenčí primárního ostění přístropí a opěří.

Ražené portály

Hloubení stavební jámy (zářezu) před raženým portálem a zajištění čelní stěny v rozsahu budoucí tunelové trouby je úzce svázáno se zahájením ražby a zejména s budováním prvých záběrů prstenců primárního ostění a proto při jejím hloubení je třeba respektovat potřebné úrovně dna a dopravní cesty k čelbám ražených úseků. S postupujícím

prohlubováním zářezu na pracovní úroveň přístropí (kaloty) se zabuduje ochranný deštník nad výrubem kaloty ze 48 ks mikropilot ze silnostěnných ocelových trubek, zainjektovaných do vrtů aktivovanou cementovou maltou. Konce mikropilot se zavážou do zesíleného věnce z vyztuženého stříkaného betonu v líci raženého portálu nad klenbou tunelu.

8. Úniková cesta a ostatní vybavení tunelů

Úniková cesta

Podle koncepce požárního zabezpečení je vedena ze středu tunelu Krasíkov 1 (km 26,242) úniková cesta štolou, dlouhou cca 240 m ve stoupání 10 %. Navazuje na ni úniková šachta se schodištěm, překonávajícím výškový rozdíl 12,5 m.

Záchranné výklenky

V obou tunelech jsou zabudovány vstříčné výklenky po obou stranách tunelů ve vzdálenostech po 25,0 m. Výklenky jsou mírně kónické a mají rozměry: hloubku ve vrcholu 0,75 m, výšku při zadní stěně 2,20 m a šířku min 2,0 m. V rozsahu mezi záchrannými výklenky po obou stranách tunelů jsou umístěna madla z ocelových trubek, upevněná elektricky odizolovanými konzolkami do ostění ve výšce 1,10 m nad pochozí úrovní.

Kabelovody a chráničky

V chodníkových ústupcích po obou stranách tunelů se zabudují do betonu ústupků devíticestné kabelovody z polyetylénu. Na obou kabelovodech před každým záchranným výklenkem se zřídí revizní a manipulační šachtice, zakryté ocelovými poklopy. Ze všech těchto šachtic jsou vyvedeny potřebné chráničky pro osvětlení a pro zásuvkový rozvod. Osvětlení je na obou stranách, zásuvkový rozvod jen na silnoproudé straně. Na silnoproudé straně se využije jedna z devíti cest kabelovodu pro kabel s vysokým napětím 6 kV.

Osvětlení a zásuvkový rozvod

Tunel bude opatřen pouze orientačním a nouzovým osvětlením vedle každého záchranného výklenku po obou stranách tunelu ve výšce cca 2,5 m nad TK. Orientační a nouzové osvětlení je i na únikové cestě. V obou tunelech na silnoproudé straně bude zabudován zásuvkový okruh (rozvod) s napětím 230 V, a to v každém záchranném výklenku.

Požární suchovod

Po celé délce tunelu Krasíkov 1 bude umístěn do chodníkového ústupku na slaboproudé straně (u koleje č. 2) nezavodněný požární vodovod (suchovod) DN 100 mm (ČSN 73 7508 čl. 6.3.11.3.1) z ocelových pozinkovaných trub. V každém druhém (sudém) záchranném výklenku (tj. ve vzdálenosti po 50 m) budou výtokové rychlouzavírací ventily DN 52 s tlakovými hrdlovými spojkami, opatřeny tlakovými víčky, vyvedeny do revizních šachet pateční drenáže pro připojení požárních hadic. Jako zdroj požární vody je navržen přírodní zdroj z vodoteče Moravské Sázavy, protékající mezi oběma Krasíkovskými tunely.

Železniční svršek

Úprava dna tunelu je vyprojektována pro kolej v průběžném štěrkovém loži shodně s konstrukcí železničního svršku před a za tunely. Navržené řešení však umožňuje také zabudovat případně pevné uložení koleje (přímé pojiždění) v tunelu, které lépe vyhovuje pro únik osob v případě požáru, především u dlouhého tunelu Krasíkov 1.

Nástupní a záchranné plochy

U portálů P1, P2 tunelu Krasíkov 2 a u východu z únikové šachty jsou vybudovány záchranné a nástupní plochy dostupné pro lehká záchranná vozidla. Před portálem P1 tunelu Krasíkov 2, vzdáleném od portálu P2 tunelu Krasíkov 1 necelých 200 m po mostě a nástupišti zastávky Tatenice, je navržena hlavní nástupní a záchranná plocha, dostupná dvoupruhovou příjezdní komunikací pro těžkou záchrannou techniku. Na tuto stranu bude vyveden také požární suchovod tunelu Krasíkov 1 po mostním objektu.

9. Závěr

V současné době byly již zahájeny přípravné práce na obou portálech dlouhého tunelu Krasíkov 1 a lze očekávat zahájení ražby tohoto tunelu, který se po dokončení stane nejdelším raženým tunelem v železniční síti Českých drah.

ČD DDC Optimalizace traťového úseku Zábřeh – Krasíkov, Tunel Hněvkovský II.

Ing. Radek Brokl, SUDOP PRAHA a.s.

Stavba „ČD DDC, Optimalizace traťového úseku Zábřeh - Krasíkov“ je součástí projektu modernizace tratí Českých drah. Konkrétně se jedná o odbočnou větev II. tranzitního železničního koridoru z Vídně do Varšavy zajišťující v úseku Přerov – Česká Třebová spojení s I. tranzitním koridorem.

Optimalizace trati je souhrn opatření, která umožňují dosažení traťové třídy zatížení D4 UIC, zavedení prostorové průchodnosti pro ložnou míru UIC GC a úpravy pro možnost využití největší traťové rychlosti 160 km/hod. včetně umožnění provozu jednotek s naklápěcími skříněmi. Cílem připravované stavby je zlepšení parametrů železniční trati, modernizace stavební a technologické části a zvýšení rychlosti a spolehlivosti železniční dopravy.

Stavebně se jedná o úsek trati v délce 14,636 km. Součástí stavby jsou mj. tři tunelové objekty v souhrnné délce 964 m. Nejdelším z nich je tunel Hněvkovský II.

Popis tunelového objektu

Tunel Hněvkovský II. je umístěn v km 34,755.40 – 35,217.25 nově navržené kolejové trasy. Tunel se skládá z ražené a dvou hloubených portálových částí. Vjezdový úsek budovaný v otevřené stavební jámě je v km 34,755.40 – 34,759.00 a zahrnuje konstrukce trvalého zajištění stavební jámy a vjezdového portálu. Ražená část v km 34,759.00 – 35,192.00 obsahuje primární a definitivní ostění tunelu. Výjezdový úsek budovaný v otevřené stavební jámě je v km 35,192.00 – 35,217.25 a zahrnuje konstrukce dočasného zajištění stavební jámy, vjezdového portálu a terénních úprav nad portálem.

Celková délka tunelu je 461,85 m, z toho je 433,00 m ražených a 28,85 m hloubených částí. Tunel bude ražen v masivu vrchu Hejnice Novou rakouskou tunelovací metodou (dále jen NRTM) dovrčně směrem od výjezdového k vjezdovému portálu (proti směru staničení).

Tunel u vjezdového portálu těsně navazuje na železniční most přes řeku Moravskou Sázavu a silnici č. III/31535 do Hněvkova a u výjezdového portálu na železniční most přes Moravskou Sázavu. Během stavebních prací ve stavební jámě výjezdového portálu bude přerušena silnice III/31535 ze Zábřehu do Hněvkova. Silniční provoz zůstane zachován díky osazení mostního provizoria.

Geologické a hydrogeologické poměry

Trasa tunelu prochází pod vrchem Hejnice s nadmořskou výškou 402 m n. m. Svahy vrchu Hejnice jsou poměrně strmé, upadají pod úhlem více než cca 30° směrem k západu, jihu a východu. Na těchto stranách je vrch obtékán řekou Moravská Sázava, jejíž údolní niva leží v nadmořské výšce cca 290 - 295 m n. m.

Území je budováno proterozoickými metamorfovanými horninami zábřežského krystalinika. Z petrografického hlediska se zde mohou vyskytovat pararuly, fylity a lokálně i kvarcity a kvarcitické ruly. Převažujícím horninovým typem jsou však muskovit-biotitické pararuly, vyskytující se na lokalitě v různých odstínech šedé barvy.

Horniny jsou převážně navětralé, pouze při povrchu a v okolí tektonických linií jsou místy mírně zvětralé. Silně až zcela zvětralé horniny se v trase tunelu prakticky nevyskytují.

Horniny mají místy zřetelnou foliaci. Směr a sklon foliačních ploch se vzhledem k lokálnímu provrásnění hornin místy výrazně mění. Horniny jsou nepravidelně a všesměrně rozpukané, pukliny jsou převážně sevřené, často vyplněné oxidy Fe. V okolí některých tektonických poruch jsou horniny porušené až podrcené.

Z hlediska pevnosti převažují v masívu horniny se střední až vysokou pevností třídy R3 a R2, při povrchu a v místech tektonicky oslabených se lokálně vyskytují horniny s nízkou pevností třídy R4. Generelně lze horninový masív podle stupně zvětrání hodnotit jako navětralý až zdravý.

Kvartérní pokryv tvoří deluviální, fluviální a v omezené míře antropogenní sedimenty. Celková mocnost kvartérního pokryvu se v trase tunelu podstatně mění. Zatímco u paty svahů a v místě křížení trasy tunelu s místní silnicí nad východním portálem dosahuje souvrství kvartérních sedimentů mocnosti až cca 6 m, na strmých svazích je často mocnost pokryvu menší než 1 m.

Z hlediska hydrogeologických poměrů území zábřežského krystalinika patří k jednotkám s puklinovými vodami velmi malých vydatností. Již mělce pod povrchem jsou pukliny sevřené a prakticky nepropustné. Proto lze v celé trase tunelu očekávat pouze lokální výrony podzemní vody nízké vydatnosti.

Členění trasy tunelu na kvzihomogenní celky

Na základě poznatků z geotechnického a geofyzikálního průzkumu doplněných inženýrskogeologickým mapováním územím byla trasa tunelu rozdělena na 3 dílčí úseky. Při definování hranic jednotlivých úseků se vycházelo z geotechnického a geologického hodnocení horninového masívu a současně z technologických podmínek ražby tunelu.

1. úsek - km 34,750 - 34,790 (západní portálový úsek)

Při ražbě tunelu budou zastíženy navětralé a mírně zvětralé pararuly, převážně s velkou až velmi velkou hustotou diskontinuit, lokálně porušené méně významnými tektonickými liniemi. Ražbu by neměly komplikovat přítoky podzemní vody.

Ve strmých skalních výchozech převažují pevné a erozi odolné navětralé pararuly, které lokálně tvoří i převisy. Skalní stěna se přesto celkově jeví jako stabilní. Pouze lokálně může docházet k opadávání menších kamenů.

2. úsek - km 34,790 - 35,140

Při ražbě tunelu budou zastíženy navětralé až zdravé pararuly, lokálně silně prokřemenělé, převážně s velkou až velmi velkou hustotou diskontinuit, ojediněle až střední, lokálně porušené méně významnými tektonickými liniemi. Zóny tektonicky porušených hornin, předpokládané mocnosti řádově v 0,1 m, budou zastíženy v průběhu celé ražby. V průběhu ražby lze očekávat lokální výrony podzemní vody vázané převážně na tektonické linie.

Ražba bude probíhat ve III. a IV. třídě a v oblasti východního portálu i ve třídě Va. NRTM.

3. úsek - km 35,140 - 35,220 (východní portálový úsek)

Jedná se o úsek s nejméně příznivými geotechnickými charakteristikami horninového masívu v celé trase tunelu.

Mocnost kvartérního pokryvu, zastoupeného převážně hlinitokamenitými sutěmi, ověřená průzkumem činí 2 - 6 m. Zóna přípovrchového zvětrání a rozvolnění hornin

dosahuje v tomto úseku mocnosti 9 až 12 m, tzn. že od km cca 35,170 zasahuje až do úrovně klenby tunelu. V blízkosti portálu lze ve výrubu očekávat dočasně stabilní až nestabilní horniny jejichž stabilita se však bude směrem do masívu postupně zlepšovat.

Při ražbě tunelu budou zastiženy mimo zeminy kvartérního pokryvu převážně navětralé a mírně zvětralé pararuly, s velkou až velmi velkou hustotou diskontinuit, ojediněle až střední a při průchodu poruchovými zónami až extrémně velkou hustotou diskontinuit. Horninový masív je i zde prostoupen poruchovými zónami. V průběhu ražby lze očekávat lokální výrony podzemní vody vázané převážně na tektonické linie.

Vjezdový (západní) portál

Vjezdový portál bude budován v otevřené stavební jámě na západním úbočí vrchu Hejnice v těsné blízkosti stávající silniční komunikace III/31535 ze Zábřehu do Hněvkova. Během odtěžování skalního svahu nesmí dojít k ohrožení silničního provozu na komunikaci do Hněvkova.

Stavební jáma je navržena jako trvale kotvený skalní svah se svahy ve sklonu 10:1. V nejvyšším místě dosahuje výška skalní stěny cca 45 m. Hornina bude rozpojována pomocí trhacích prací s omezenou velikostí náloží. Na každých 8 m výšky svahu je lavice o šířce 1,0 m vypádaná směrem do jámy ve sklonu 2 %. Odtěžování bude probíhat shora dolů z těžkého trubkového lešení o modulu 2,0 m výšky a 1,5 m šířky.

Vlastní kotvení bude probíhat po odtěžení dílčích etáží. Délky a sklony kotev jsou přizpůsobeny směřům rozpuštění masívu. Kotvení bude probíhat pomocí tyčových kotev. Většina kotev je navržena jako trvalá. Pouze část kotev, které budou překryty portálovou zdí, nemá trvalou funkci.

Ochrana železničního a silničního provozu pod skalní stěnou proti opadávání menších kamenů bude provedena ukotvením ochranné geomříže.

Vjezdový portál

Konstrukce vjezdového portálu je tvořena opěrnými zdmi z prostého betonu. Zdi jsou navrženy ve sklonu líc 10:1. Z hlediska půdorysného umístění lze konstrukci rozčlenit na 3 úseky – boční portálovou zeď umístěnou souběžně s kolejí, čelní portálovou zeď kolmou na koleje a zeď vedoucí souběžně s přístupovou komunikací k portálu. V koruně zdi je zábradelní zídka min. výšky 1100 mm s římsou. Z čelní zdi vychází klenba hloubeného tunelu, která je předsazena před zeď o 600 mm.

Portál je pro pohyb osob stavebně řešen jako nepřístupný, není tudíž nutné zřizovat protidotykové zábrany.

Výjezdový (východní) portál

Zajištění svahů stavební jámy

Stavební jáma je situována ve strmém svahu mezi silnicí III/31535 a řekou Moravskou Sázavou. Půdorysně dochází k přerušení silniční komunikace, provoz bude zajištěn pomocí mostního provizoria. Přístup do stavební jámy bude umožněn přes provizorní most umístěný nad Moravskou Sázavou. Z této jámy začne ražba tunelu a přes ni bude probíhat veškerá stavení činnost související s výstavbou ražené části.

Stavební jáma je navržena jako dočasně kotvené skalní svahy se svahy ve sklonu 10:1. Povrch svahů je zajištěn stříkaným betonem SB20 tl. 100 mm vyztuženým ocelovou sítí. Hornina bude rozpojována mechanickým způsobem, ve spodních partiích jámy pak

pomocí trhacích prací. Na každých 8 m výšky svahu je lavice o šířce 1,0 m vyspádovaná směrem do jámy ve sklonu 2 %. Čelní stěna je svislá, v horní etáži zajištěná mikropilotovou stěnou z mikropilot. Vrtání mikropilot bude probíhat ze stávající silnice s omezením provozu vždy na jedné polovině vozovky. Odtěžování se předpokládá shora dolů ze silnice III/31535 a zároveň odspodu staveništní rampou od mostního provizoria přes Moravskou Sázavu.

Kotvení bude probíhat po odtěžení dílčích etází. Délky a sklony dočasných tyčových kotev jsou navrženy s ohledem na směry rozpukání masivu. Vrchní část svahu nad silnicí bude zajištěna ocelovými hřebíky z betonářské oceli.

Kotvení mikropilotové stěny bude provedeno rovněž tyčovými kotvami. Kořeny kotev budou vytvořeny chemickou injektáží okamžitě reagující dvousložkovou polyuretanovou pryskyřicí. Tento způsob zakotvení mikropilotové stěny byl zvolen z důvodu požadavku na okamžitou funkci kotev, neboť mikropilotová stěna musí přenést přetížení od mostního provizoria. Silniční provoz do Hněvkova smí být přerušen maximálně na 3 dny.

Hloubený tunel

Konstrukce výjezdového portálu je navržena jako šikmo seříznutý tubus s portálovým věncem. Šikmost seříznutí v podélném směru je cca 37° od nivelety trati, v půdoryse pak cca 52° od osy tunelu (přičemž 90° je směr kolmý k ose tunelu).

Gabiony

Plocha svahu po stranách a nad výjezdovým portálem bude až k hraně silniční komunikace zajištěna gabionovou zdí.

Ražený tunel

Směrové a výškové řešení trasy tunelu

Trasa tunelu vyplývá z kolejového řešení. Směrově je trať vedena v přímé až do km 35,188.830, kde začíná přechodnice oblouku o poloměru 1500 mm. Na výjezdovém portále dosahuje převýšení koleje hodnoty 20 mm.

Výškově trať ve směru staničení klesá ve sklonu 9,00 ‰, od staničení km 35,162.539 klesá ve sklonu 11,50 ‰.

Osová vzdálenost kolejí je 4000 mm.

Průjezdí průřez

Tunelový průjezdí průřez vyhovuje sdruženému tunelovému průjezdímu průřezu (STPP) dle ČSN 73 7508. Světlý tunelový průřez (STP) o velikosti 70,6 m² zahrnuje pruh pojistného prostoru o velikosti 300 mm. Výška tunelového průjezdího profilu je 6000 mm. V tunelu jsou dodrženy požadované minimální rozměry únikových cest po obou stranách tunelu (1200 x 2200 mm).

Pro celý tunel je navržen jednotný STP pro přímou i přechodnici. Ve vzorových příčných řezech jsou oba STPP zakresleny.

Koleje jsou uloženy ve šterkovém loži, jehož rozměr vyhovuje požadavkům na strojní čištění.

Vybavení tunelu

Kabelové trasy v tunelu jsou vedeny dvěma devítikomorovými PE multikanály umístěnými v chodnicích po obou stranách tunelu. Na trase multikanálů umístěny šachty. Z těchto šachet jsou vyvedeny chráničky pro připojení osvětlení a zásuvkových rozvodů.

Ve vzdálenostech 24,0 m (měřeno v ose tunelu) jsou po obou stranách tunelu umístěny záchranné tunelové výklenky. Velikost výklenků odpovídá ČSN 73 7508. V místech výklenků jsou umístěny šachty multikanálů.

Osvětlení tunelu bude zajištěno svítidly, umístěnými ve výšce 2,70 m nad pochozí plochou po obou stranách tunelu ve vzdálenostech 12,0 m.

Zásuvkové rozvody jsou umístěny v každém druhém výklenku. Tunel je v souladu s ČSN 73 7508 vybaven madly po obou stranách tunelového ostění.

Tunelové pasy budou osazeny evidenčními tabulkami dle předpisů ČD.

Požárně bezpečnostní řešení tunelových objektů

Požárně bezpečnostní řešení tunelů na trati Zábřeh - Krasíkov bylo zpracováno na základě posouzení požárních rizik, posouzení konkrétních podmínek jednotlivých tunelových objektů, požadavků místně příslušných hasičských sborů a Hasičské záchranné služby Českých drah. Návrh je zpracován v souladu se stávající legislativou. Vzhledem na délky tunelů, které se blíží délce vlakové soupravy jsou navrhována poměrně jednoduchá stavební a organizační opatření. Předpokládá se, že kromě mimořádné situace kdy dojde k nehodě v tunelu, se požární a záchranný zásah bude odehrávat mimo prostor tunelu kam je nutné ještě mobilní, hořící vlakovou soupravu vytáhnout.

Tunel bude vybaven postranními chodníky, světlý tunelový průřez zahrnuje únikový prostor i podél vlakové soupravy. V prostoru tunelu pro snadnou orientaci osob budou osazeny bezpečnostní tabulky s údaji o poloze unikající osoby, směru úniku a vzdálenosti k portálům. Tunel bude vybaven nouzovým osvětlením.

K portálům jsou přivedeny přístupové komunikace pro zásah jednotek PO a záchranných týmů. Pro zabezpečení jejich komunikace při zásahu se počítá s využitím TRS. Protože zdrojem hasícího média je voda z Moravské Sázavy, která je v blízkosti všech tří tunelů projekt počítá se zpevněnými plochami na jejím břehu, mobilním napojením suchého požárního vedení v tunelu přes šachtice v zpevněných plochách před portály. Zpevněné plochy u tunelových portálů sloužící k shromáždění a zásahu jednotek jsou zpevněné a navrženy v úrovni nad hladinou stoleté vody.

Postup výstavby

Tunel bude ražen Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Rozpojování horniny bude prováděno pomocí trhacích prací. Ražba bude probíhat od výjezdového k vjezdovému portálu, pouze krátký úsek u vjezdového portálu (cca 3 –5 m) bude proveden s předstihem, aby prorážka proběhla uvnitř masivu. Pohyb veškeré stavební mechanizace a odvoz rubaniny z tunelu bude probíhat přes mostní provizorium přes Moravskou Sázavu a stavební jámy výjezdového portálu.

Je navrženo primární a definitivní ostění, mezi nimi je v klenbě a opěří mezilehlá izolace. Primární ostění je navrženo s ohledem na IGP ve třech třídách výrubu III., IV. a Va. (NRTM). Výrub je členěn na kalotu, jádro a počvu. Rozsah použití jednotlivých typů primárního ostění podle třídy výrubu NRTM může být během stavby modifikován na základě prováděných geotechnických měření. Modifikací může být kompletní záměna

jednotlivých typů primárního ostění nebo úprava některých prvků příslušné třídy výrubu (např. počet a rozmístění kotev apod.).

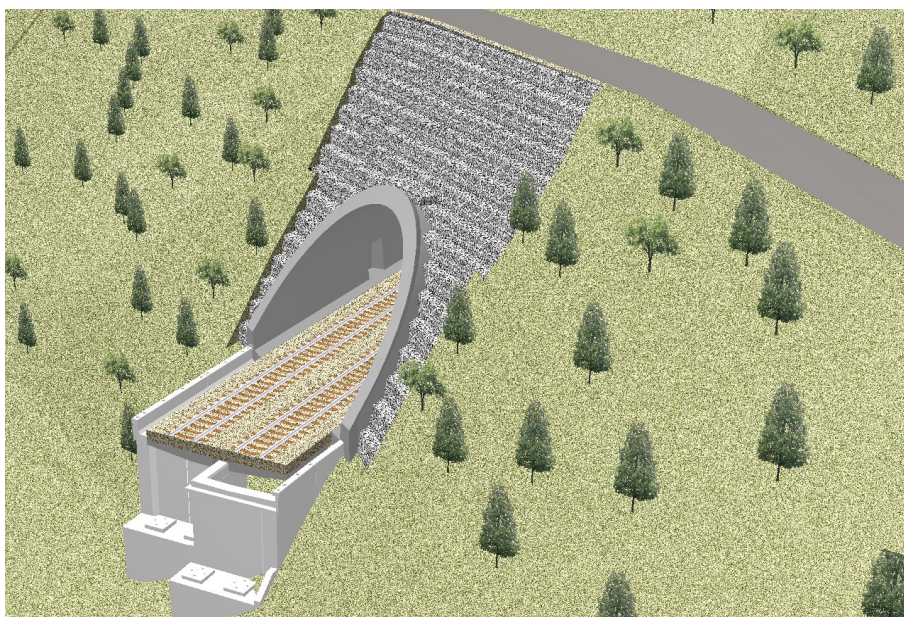
Definitivní ostění je navrženo v profilech bez (pro třídu výrubu III. NRTM) a se spodní klenbou (pro třídy výrubu IV. a Va. NRTM).

Ochrana proti podzemní vodě

Na primární ostění se provede vyrovnávací vrstva stříkaného betonu jako podklad pro izolaci. Na tuto vrstvu se připevní izolační souvrství tvořené foliovou izolací tl. 2 mm s ochrannou geotextilií. Tunel je požadován ve třídě vodotěsnosti O ve smyslu TKP – kapitola 20.



Obr. 1: Výjezdový portál



Obr. 2: Výjezdový portál

Projekt nového Třebovického tunelu

Ing. Petr Svoboda, ILF Consulting Engineers, s.r.o.

1. Úvod

Stávající Třebovický tunel se stal na dlouhá léta noční můrou všech „barabů“ a z hlediska obtížnosti inženýrskogeologických podmínek nemá v České republice obdoby. Jeho historie začíná v roce 1842, kdy začaly práce na výstavbě dvoukolejného železničního tunelu délky 508 m. Těžkosti, se kterými se naši předkové jen s velkými obtížemi dokázali vypořádat byly příčinou prodloužení doby výstavby až na 31 měsíců. Komplikace při výstavbě zapříčinily pětinasobně



překročení původního rozpočtu. Uvedením dvoukolejného tunelu do provozu v roce 1845 však smutná historie tunelu nekončí. Krátce po zahájení provozu se na obezdívce objevily závady, které vedly na některých místech k zajištění tunelu výdřevou. Situace vyvrcholila rozhodnutím o opuštění tunelu a zřízení objízdné trasy po povrchu se zahájením provozu v roce 1866. V tunelu došlo k degradaci ostění a četným závalům. Po vzniku Československé republiky bylo rozhodnuto tunel obnovit a provozovat v něm jednu z kolejí zdvoukolejněné tratě Olomouc – Česká Třebová. Za 24 měsíců byl tunel znovu vyražen, tentokrát již jen jako jednokolejný. Ani nově navržené ostění nedokázalo vzdorovat bobtnacím tlakům plastických jíílů, které obklopují stávající tunel. Protože v současné době tunel opět nevyhovuje z hlediska průjezdného průřezu a ostění je místy poškozeno, zpracovala firma ILF Consulting Engineers, s. r. o. v roce 1996 studii proveditelnosti rekonstrukce stávajícího tunelu. Z mnoha variant byly do konečného posouzení vybrány tři. Jednalo se o ražbu tunelu se zlepšením prostředí zmrazováním, ražbu s využitím mikrotunelování a rekonstrukci tunelu v otevřené stavební jámě se zpětným zasypáním nově vytvořené konstrukce. Z technickoekonomického posouzení variant vyšla jako vítězná varianta třetí. Vývojem času byla myšlenka rekonstrukce stávajícího tunelu opuštěna a v rámci přípravné dokumentace stavby byla nalezena nová stopa, optimalizovaná jak z hlediska výstavby nového třebovického tunelu, tak zejména z hlediska provozních nákladů, které hrají v dlouhodobém časovém horizontu významnou roli. V úrovni dokumentace projektu stavby se opět „dostala do hry“ firma ILF Consulting Engineers, s.r.o., která projekt tunelu zpracovala formou subdodávky pro projektanta celého traťového úseku, firmu METROPROJEKT Praha, a. s.

Článek popisuje navržené technické řešení Nového třebovického tunelu, který je budován v rámci optimalizace traťového úseku Krasíkov – Česká Třebová na 2. železničním koridoru.

2. Inženýrskogeologické poměry

Geologické prostředí, ve kterém bude stavba realizována, tvoří tercierní jíly tuhé až pevné konzistence s výskytem písčitých proplátek a čoček. Písečné polohy, uzavřené v nepropustném komplexu neogenních jíků, jsou zpravidla zvodnělé s napjatou hladinou podzemní vody. Kvartérní pokryv ležící na neogenních jílech tvoří sedimenty o celkové mocnosti od 2,8 do 10,3 m. Fluviální sedimenty, zastoupené různě zrnitými písky, tvoří ve střední části tunelu podstatnou část nadloží.

V kvartérních sedimentech se vytváří mělký kolektor spodní vody závislý na množství srážek. Hladina podzemní vody se objevuje cca 1-7 m pod povrchem. Maximální zjištěný výkyv hladiny, způsobený povrchovými srážkami, činil maximálně 1-1,5 m. V tercierních jílech je podzemní voda vázána téměř výhradně na písčité vložky a polohy s dobrou průlinovou propustností. Samotné jíly tvoří pro vodu prakticky nepropustné prostředí. Ve střední části tunelu průzkum zastihl v hloubce 21,0 m rozsáhlou akumulaci zvodnělých písků, vytvářející významný kolektor se značnou kapacitou podzemní vody. Značný rizikový faktor představuje přítomnost zvodnělých poloh. Komplikaci při výstavbě tunelu představuje i v současnosti již uzavřená skládka tuhého komunálního odpadu. Během provedeného průzkumu ani místním šetřením se nepodařilo zjistit přesný rozsah skládky ani typ ukládaného odpadu. Pro zjištění alespoň přibližného rozsahu skládky navrhl zpracovatel dokumentace geofyzikální měření. Neocenitelné informace přináší historické materiály z výstavby a rekonstrukce stávajícího tunelu. Na rozdíl od IG průzkumu poskytují dobové materiály představu o chování zastižených materiálů při ražbě větších profilů, které nelze získat vzhledem k velikosti výrubu ani při ražbě průzkumných štol. Protože informace považujeme za zajímavé nejen z hlediska geotechnického, uvádíme v dalším textu krátký historický přehled.

3. Starý tunel

Archivní materiály popisují horninové prostředí a těžkosti spojené jak s výstavbou tunelu, tak i předportálových zářezů. Ještě před zahájením ražby tunelu v roce 1842 navrhl inspektor Negrelli zřízení tunelu v otevřeném zářezu. Proti této variantě stála celá řada námitek a zejména pak poukaz na obtíže spojené s výstavbou mnohem menších zářezů na portálech tunelu. Rovněž zřízení hlubokého zářezu na místo tunelu bylo odmítnuto s ohledem na vysoké náklady na údržbu a zajištění průjezdnosti. Při ražbě a zdění ostění způsobovalo velké problémy nestabilní horninové prostředí. V modrém plastickém jílu se za přítomnosti vzduchu opět nastartovaly velkým tlakem pozastavené hnilobné procesy. Jíl byl vydatně dotován podzemní vodou z písčitých proplátek a čoček, z kvartérních pokryvů, ale i srážkovou vodou přiváděnou do podzemí těžními a přístupovými šachtami. Působením vody a vzduchu měnil svou konzistenci a bobtnal. Ještě horší situaci popisují materiály v případě rekonstrukce tunelu. Vlivem deformací způsobených zavalením tunelu a za přítomnosti vody z těžních a přístupových šachet došlo k prohnětení jíků, které vedlo ke změně konzistence. Při nové ražbě prováděné v rámci rekonstrukce byly v prostoru tunelu nalezeny předměty, které do tunelu „propadly“ nadložím. Lokálně byl tunel vyplněn materiálem až po úroveň horní klenby.

4. Stávající stav a nový tunel

Stávající dvoukolejná trať je mezi stanicemi Třebovice a Rudoltice v Čechách vedena jako dvě samostatné jednokolejné tratě. Kolej č.2 provozovaná ve směru z Rudoltic do Třebovic prochází starým Třebovickým tunelem. Kolej č.1 vede po povrchu a je provozována ve směru z Třebovic do Rudoltic. Kolejové uspořádání vzniklo s ohledem na sklonové poměry ve třicátých letech minulého století při zdvoukolejňování hlavních železničních tratí ve směru západ – východ.



Předmětem dokumentace byl projekt nového Třebovického tunelu v trase nalezené a schválené v úrovni přípravné dokumentace. Vzdálenost nové trasy od stávajícího tunelu nepřesahující 120 m a informace o složení masivu z hlediska inženýrskogeologických vlastností nám umožnilo zahájit přípravné práce na projektu ještě před konečným vyhodnocením výsledků inženýrskogeologického průzkumu. Cenné informace získané při zpracování již zmiňované studie proveditelnosti byly postupně doplňovány dílčími výsledky

paralelně prováděného IG průzkumu. Díky dobré spolupráci s firmou provádějící průzkum se nám podařilo částečně ovlivnit jeho rozsah a náplň a získat tak další cenné informace o parametrech a chování zemin zastoupených v zájmovém území

Nový Třebovický tunel délky 550 m se nachází v širokém plochém sedle tzv. Třebovské bráně. Tunel je situovaný jižně od tunelu stávajícího, podchází vzdušné vedení 22 kV, silnici I/43 Česká Třebová – Svitavy a kolej č.1 stávající trati Krasíkov – Česká Třebová. Tunel leží částečně v přímé a částečně ve směrovém oblouku o poloměru 850 m.

S ohledem na inženýrskogeologické poměry dotčené lokality a dochované materiály o stavbě a rekonstrukci starého Třebovického tunelu jsme zvažovali několik variant výstavby nového tunelu nebo i zřízení hlubokého zářezu. Vzhledem k dříve schválenému směrovému a výškovému vedení trasy byl vyloučen hluboký otevřený zářez. Z celé řady možností, od zřízení tunelu v otevřené stavební jámě po cyklickou ražbu pod ochranou klenby vytvořené mikrotunelováním popř. zmrazováním horniny, zvítězila metoda kombinující hloubení s ražbou pod ochranou stropní desky a podzemních stěn. Ražené varianty, výhodné zejména z hlediska omezení přeložek a výluk na komunikacích vedoucích v nadloží tunelu, se vzhledem k složitosti IG podmínek ukázaly jako nevhodné.

4.1 Popis kostrukčního řešení a návrh příčného řezu

V podélném směru je tunel rozdělen na 44 tunelových pásů délky 12,5. Ostění tunelu tvoří dvě řady podzemních stěn, prostě uložená stropní deska a částečně vetknutá spodní deska. Pouze portálový pás P2 rudoltického portálu je budován v otevřené stavební

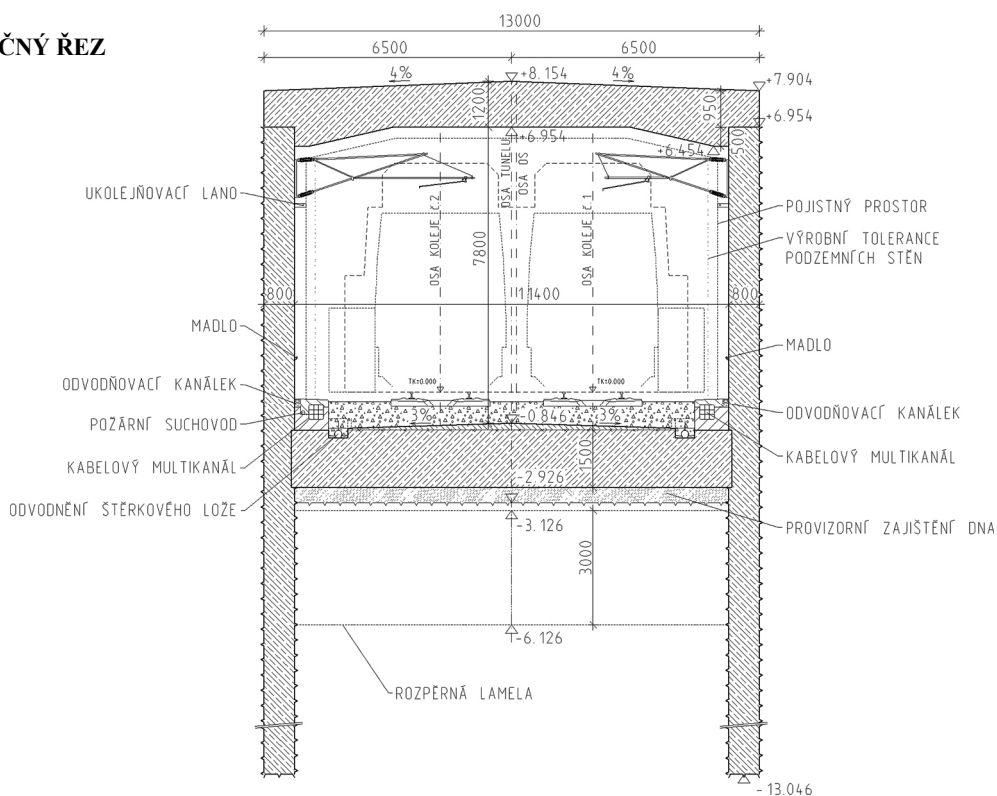
jámě jako uzavřený rám. Délka bloku betonáže odpovídá délce tunelového pásu. Boční stěnu tunelového pásu tvoří dvě lamely podzemní stěny délky 6,25 m.

V místech zámků podélných lamel jsou pod úrovní dna tunelu vybudovány rozpěrné příčné lamely. Na nutnost rozepření podzemních stěn i ve spodní úrovni v předstihu před začátkem ražby poukázal statický výpočet. Konstrukce byla řešena metodou konečných prvků jako 3D úloha.

Z hlediska použité nosné konstrukce je tunel rozdělen na dva typy, které se liší tloušťkou stropní desky a hloubkou podzemních stěn. Použití příslušného typu konstrukce odpovídá výšce nadloží a dělí tunel na dva příportálové úseky a jeden úsek mezilehlý. V příportálových úsecích délky 125 m a 100 m má stropní deska tloušťku 900 mm, podzemní stěny o tloušťce 800 mm dosahují hloubky 18 m. Ve střední části tunelu o délce úseku 312,5 m mají podzemní stěny hloubku 20 m a tloušťka stropní desky dosahuje 1200 mm. Tloušťka spodní desky je v celé délce tunelu 1500 mm.

Příčný řez tunelu je navržen pro „Sdružený tunelový průjezdný průřez pro elektrizovanou trať“ s pojistným prostorem 300 mm podle návrhu normy ČSN 73 7508 – Železniční tunely. Nutné rozměry vnitřního teoretického líce ovlivňuje dále převýšení koleje 135 mm a výrobní tolerance podzemních stěn. Osa tunelu je od osy kolejí odsazená o 130 mm. Tunel je vybaven záchrannými výklenky situovanými vstřícně po obou stranách tunelu ve vzdálenosti 25 m. Ve výklencích jsou umístěny kabelové šachty a v každém druhém výklenku šachty s výtakovými ventily požárního suchovodu, zásuvky pro odběr elektrické energie a vypínače osvětlení. Požární suchovod je stejně jako devítiočtveřové kabelové multikanály pro převod slaboproudých a silnoproudých vedení zabetonován do pochozí stezky o šířce 900 mm. Další bezpečnostní prvek představuje madlo osazené po obou stranách tunelu.

PŘÍČNÝ ŘEZ



Trakční vedení je zavěšeno na nosných konzolách připevněných k boku ostění pomocí vysokopevnostních ocelových kotev \varnothing 20 mm, resp. \varnothing 16 mm, osazovaných dodatečně do vrtů v železobetonovém ostění z betonu C25/30.

Odvodnění kolejového lože je řešeno v příčném směru vyspádováním výplňového betonu pod kolejovým ložem od středu tunelu ve sklonu 3 % k postraním tunelovým stokám o \varnothing 200 mm s plochým dnem. Voda je v podélném směru svedena ve sklonu tratě cca 7 ‰ k výjezdovému portálu. Podél podzemních stěn definitivního ostění jsou v pochozí stezce navrženy podélné odvodňovací žlaby. Úkolem žlabů je zachytit případné průsaky přes ostění tunelu a zabránit tak namrzání pochozí stezky v zimním období.

4.2 Technologie výstavby

4.2.1 Práce na povrchu

Všechny práce prováděné z povrchu musí být z důvodu přeložky komunikace I/43 Svitavy – Česká Třebová rozděleny na dvě etapy. Po vybudování objízdne komunikace budou zahájeny práce na části jámy u Rudoltického portálu. V první fázi dojde k odtěžení stavební jámy na úroveň pro hloubení podzemních stěn. Stavební jáma bude odtěžována postupně po jednotlivých etážích s výškou max. 4 m Dočasnou stabilitu všech etáží zajišťuje jednotný sklon 1:2 a 100 mm stříkaného betonu s jednou výztužnou sítí. Druhou etáž navrženou v písčitých sedimentech navíc zajišťují zarážené hřeby \varnothing 25 mm a délky 4 m. Z úrovně dna stavební jámy budou po jednotlivých lamelách do předem připravených vodících zídek hloubeny a betonovány podzemní stěny. Podélné železobetonové lamely ostění tunelu z betonu C25/30 a s výztuží 10 505 (R) mají délku 6,25 m. Současně s podélnými lamelami jsou v místech zámků lamel betonovány rozpěrné lamely příčné. Nosnou část rozpěrné lamely tvoří beton C25/30. Zbývající část lamely, určenou k vybourání při ražbě tunelu, vyplňuje beton C8/10. Po úpravě koruny jednotlivých lamel se na upravený terén mezi podzemní stěny vybetonuje vrstva podkladního betonu, položí separační folie a následně smontuje výztuž stropní desky.

Upravená koruna podzemních stěn bude ošetřena krystalizačním nástřikem. Do spár se připevní expanzní těsnící pásky. Na upravený terén je vybetonována stropní deska tunelu. Délka bloku betonáže desky 12,5 m odpovídá délce tunelového pásu. Po odbednění je do připravených žlábků zhutněn krystalizační tmel a vnější líc stropní desky se ošetří krystalizačním nástřikem. Následně se okolo stropní desky zřídí jílové těsnění a deska je zpětně přesypána do tvaru původního terénu. Po provedení první fáze výstavby je komunikace I/43 Svitavy – Česká Třebová přeložena zpět do své původní osy a celý postup se opakuje na straně tunelu blíže k Třebovickému portálu.

4.2.2 Práce pod ochranou stropní desky a podzemních stěn

Po ukončení zpětných zásypů následuje od Rudoltického portálu dovrchní ražba kaloty tunelu. Rozhodující roli hraje ochrana dna před poškozením těžkou dopravou, ale i před rozmáčením technologickou vodou nebo vodou z pískových čoček. Maximální délku záběru v kalotě určuje vzdálenost příčných rozpěrných lamel. Bezpečnost ražby zvyšují 10 m dlouhé průzkumné předvrty prováděné v předstihu pro zjištění a odvodnění zvodnělých poloh písků. Kalota bude odtěžena v celé délce tunelu. Ražba druhé etáže probíhá ze dna kaloty s ústupem. Provizorní zajištění dna betonem C16/20 s výztužnou sítí následuje ihned po odtěžení. S minimálním technologickým odstupem za provizorním zajištěním musí být provedena betonáž spodní desky definitivního dna tunelu.

Před montáží výztuže se ošetří pracovní spáry krystalizačními nátěry a osadí těsnící expanzní pásky. Po montáži výztuže je na povrch betonu provizorního zajištění dna aplikován krystalizační nástřik. Betonáž spodní desky probíhá v blocích délky 12,5 m. Do předem připravených žlábků u pracovních spár bude zhutněn krystalizační tmel. Zároveň se zatmelí i spáry zámků jednotlivých lamel podzemních stěn. Na očištěný povrch podzemních stěn je nanesen krystalizační nátěr.

4.2.3 Hloubený tunel

Tunelový pás P2 rudoltického výjezdového portálu je jako jediný budován v otevřené stavební jámě. Technologie vyplývá z nevhodných terénních podmínek pro budování podzemních stěn. Stabilitu jámy zajišťuje kotvená pilotová stěna. Návrh pilotové stěny je vyvolán nutností zajistit základ mostního provizoria převádějící po dobu výstavby kolej č.1.

4.3 Zajištění požadované třídy vodotěsnosti ostění

Ostění tunelu, navržené jako jednoplášťové z betonu odolného proti průsakům vody, přebírá a plní mimo funkce nosné i funkci izolační. Pro posílení vodotěsnosti betonového ostění budou aplikovány na ostění krystalizační nátěry. Jedná se o doposud největší použití těchto materiálů v síti Českých drah. Krystalické materiály jsou práškové kompozity na bázi portlandského cementu, velmi jemného křemičitého písku a mnoha aktivních chemikálií. Před aplikací se směs míchá s vodou, čímž vznikne kašovitá směs, která se formou nátěru nebo nástřiku aplikuje na povrch betonu. Chemikálie vyvolávají katalitickou reakci, způsobující tvorbu nerozpustných vláknitých krystalů v pórech a kapilárách betonu. Samotná vrstva krystalického nátěru nemá těsnící funkci, beton se proti průnikům kapaliny ve všech směrech dotěsní přímo uvnitř kapilární struktury. K aktivaci potřebují krystalizační látky vodu pronikající do konstrukce. Krystalizační nátěr se aplikuje vždy na dostupné plochy ostění, tzn. horní líc stropní desky, vnitřní líc podzemních stěn a horní líc provizorního zajištění dna. Na povrch pracovní spáry je opět použit nátěr krystalizačním materiálem jako základní opatření proti průniku vody. Do každé spáry se osadí dva expanzní těsnící pásky a po zabetonování druhé části konstrukce se do předem připraveného nebo do ostění vysekaného požlábků ve tvaru „U“ zhutní krystalizační tmel, který plní funkci pojistky při selhání expanzních pásek.

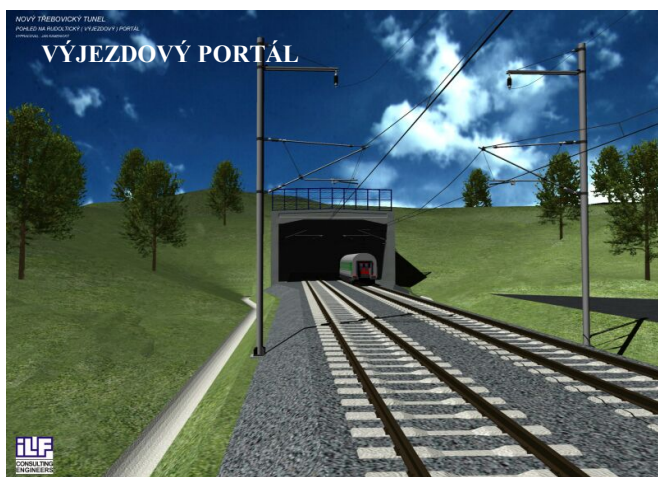
4.4 Návrh geotechnického monitoringu

Kontrolní geotechnické sledování během výstavby je rozděleno na systém povrchového sledování během hloubení stavební jámy a měřicí systémy během ražby. V rámci realizace povrchových zemních prací navrhujeme pro sledování chování horninového masivu standardní geodetickou metodu. Systém měření spočívá ve vytvoření měřicích profilů z pevných bodů, jejichž posun v čase se sleduje a vyhodnocuje. Monitoring realizovaný z tunelu během ražby slouží k měření deformací železobetonové konstrukce a změn v okolním geologickém prostředí, vyvolaných touto činností. Ke zjištění velikosti deformací včetně vývoje deformací v čase a následnému porovnání s výpočtovými hodnotami jsou navržena geodetická měření, doplněná měřeními deformačními. Měření zajišťují malé strunové deformetry ve stropní a spodní desce a tyčové strunové deformetry v podzemních stěnách. Při sledování změn v geologickém prostředí se omezuje na sledování otevřeného dna tunelu. Při sledování deformací dna se jedná především o kluzný deformetr. Toto zařízení umožňuje monitorovat axiální deformace (zkrácení příp.

prodloužení) podél měřené přímky, kterou představuje speciálně vystrojený svislý vrt. Samotný měřicí přístroj je přenosná sonda a měření mají etapový charakter. Pro doplnění informací ze dna hloubeného tunelu jsou navržena měřidla pórového tlaku. Předpokládáme, že vztlak působící na dno tunelu se projeví poklesem pórových tlaků, další vývoj pórových tlaků očekáváme při následném zatížení spodní desky a konsolidaci jílu v podzákladí. Osazení měřidel předpokládáme zatlačením přímo do odkrytého dna před pokládkou podkladního betonu. Navrhujeme použití piezometrů se strunovým čidlem na snímání tlaku vstupující vody.

5. Závěr

Nový třebovický tunel je objemem investičních nákladů určitě jedním z největších stavebních objektů v rámci modernizace koridorových tratí v České republice. Jedná se zároveň o dílo unikátní kubaturou budovaných podzemních stěn, navrženým jednoplášťovým ostěním i rozsahem použitých krystalizačních nátěrů. Navržené řešení představuje transparentní systém těsnění konstrukce s možností sanací případných lokálních průsaků opět pomocí krystalizace. V případě použití mezilehlé pláštěvé izolace by byla sanace bez dalších rozsáhlých opatření nemožná.



Realizace stavby klade velké nároky na koordinaci jednotlivých stavebních postupů, ale i kvalitu prováděných prací. Naší snahou bylo maximálně zjednodušit konstrukční řešení a tím vlastní provádění stavebních prací. Přesto bude záležet na všech účastnících výstavby a především na technickém dozoru investora zda bude tunel realizován v požadovaném termínu i kvalitě. Tak bude konečně po více než 150 letech realizován záměr inženýrů budujících dráhu z Olomouce do Prahy - převést trať sedlem u Třebovic dvoukolejným tunelem.

Literatura:

- [1] Hons Josef - Velká cesta (1947)
- [2] ČD, DDC Optimalizace traťového úseku Krasíkov - Česká Třebová, „nový třebovický tunel“ - podrobný geotechnický průzkum. GeoTec-GS a.s., leden 2001
- [3] ČD, DDC Optimalizace traťového úseku Krasíkov - Česká Třebová, „nový třebovický tunel“ - doplňkový geotechnický průzkum. GeoTec-GS a.s., září 2001
- [4] ČD, DDC Optimalizace traťového úseku Krasíkov - Česká Třebová, SO 55-21-01 Tunel Třebovice II, projekt stavby, ILF Consulting Engineers, říjen 2001

Projekt dvoukolejných železničních tunelů Malá Huba a Hněvkovský I. na traťovém úseku Zábřeh - Krasíkov

Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.

1. Úvod

Příspěvek pojednává o technickém řešení projektu stavby dvoukolejných železničních tunelů, které jsou součástí traťového úseku Zábřeh na Moravě – Krasíkov. Projektovou dokumentaci zpracovala firma ILF Consulting Engineers, s. r. o. jako subdodávku pro firmu SUDOP PRAHA a.s. Ražba obou tunelů předpokládá použití Nové rakouské tunelování metody (NRTM). Projektová dokumentace zohledňuje požadavky návrhu nové normy ČSN 737508 „Železniční tunely“ i nově přepracovaných technických kvalitativních podmínek staveb českých drah „ČD TKP 20 Tunely“.

2. Inženýrskogeologické poměry

2.1 Tunel Hněvkovský I.

Trasa tunelu prochází pod jižním výběžkem vrchu Plechovec. Nadmořská výška povrchu terénu v trase tunelu kolísá od 298 m n. m. do 325 m n. m. Horninový masiv tvoří proterozoické metamorfované horniny zábřežského krystalinika. Z petrografického hlediska se v horninovém masivu vyskytují kvarcitické ruly, pararuly a fylity. Horniny jsou z větší části navětralé, pouze při povrchu a v okolí tektonických linií místy mírně zvětralé. Pukliny nepravidelně a všesměrně rozpukaného masivu jsou převážně sevřené.

Z hydrogeologického hlediska patří zábřežské krystalinikum k jednotkám s puklinovými vodami velmi malých vydatností. Již poměrně mělce pod povrchem jsou pukliny sevřené a prakticky nepropustné. Výjimku tvoří pouze tektonicky porušené zóny. Významnější přítoky do tunelu lze při ražbě očekávat pouze v oblastech rozsáhlejšího tektonického porušení horninového masivu a v příportálových úsecích, kde vydatnost přítoků přímo závisí na množství atmosférických srážek a může se pohybovat až v jednotkách $l \cdot s^{-1}$.

2.2 Tunel Malá Huba

Trasa tunelu prochází pod severním výběžkem vrchu „Malá Huba“ s nadmořskou výškou 415 m n. m. Terénní elevace je součástí členité Zábřežské vrchoviny, která je v těchto místech ze severu ohraničena průlomovým údolím řeky Moravská Sázava, která výběžek ze západu, severu a východu u paty obtéká. Údolní niva leží v nadmořské výšce 316 až 317 m n. m. Horninový masiv je v trase tunelu budován proterozoickými metamorfovanými horninami zábřežského krystalinika, které jsou zastoupeny převážně fylity. Z petrografického hlediska jsou v masivu zastoupeny kromě fylitů i svory, metadroby, metaprachovce a metapelity. Převažující muskovit-biotitické fylity se na lokalitě vyskytují v různých odstínech šedé až šedo zelené barvy. Horniny mají vyvinutou výraznou foliaci. Směr a sklon foliačních ploch se však často mění, což je způsobeno provrásněním hornin. Vzdálenost foliačních ploch se mění od 3 do 10 mm. Horniny jsou nepravidelně a všesměrně rozpukané, pukliny jsou převážně sevřené, často vyplněné oxidy železa. V okolí některých tektonických poruch jsou horniny porušené až podrcené, v ojedinělých poruchách byly dokumentovány i polohy tektonického jílu mocnosti až 0,4 m. Z hlediska pevnosti převažují v masivu horniny se střední až vysokou pevností třídy R3 a R2. V jejich nadloží, v zóně silně zvětralých, silně rozpukaných a rozvolněných hornin pak převažují horniny s velmi



nízkou až nízkou pevností třídy R5 - R4. Obecně lze horninový masív v trase tunelu hodnotit podle stupně zvětrání jako navětralý až zdravý a v blízkosti východního portálu navětralý až slabě zvětralý. Směrem k východnímu portálu se v nadloží metamorfovaných hornin zachoval relikt křídových sedimentů v podobě písčitých slínovců, které nezasahují do prostoru budoucí ražby.

3. Směrové a výškové vedení trasy

Oba tunely leží ve směrových obloucích, které jsou vzhledem k vynaloženým investičním nákladům nově budovaných tunelů a předpokládané životnosti díla relativně malých poloměrů. V případě tunelu Hněvkovský I. je poloměr směrového oblouku v koleji č. 1 $R=754$ m, u tunelu Malá Huba pak $R=850$ m. Z hlediska sklonových poměrů klesá trať ve směru staničení v případě tunelu Hněvkovský I. 0,24 ‰ až 0,89 ‰. Nedostatečný sklon značně komplikuje situaci při odvodnění tunelu a zvyšuje nároky jak při výstavbě (přesnost provádění tunelových drenáží), tak zejména po celou dobu životnosti tunelu (nutnost pravidelného čištění drenáží). V případě tunelu Malá Huba je situace o málo lepší a sklon 4,221 ‰ se z hlediska odvodnění pohybuje těsně nad požadovaným minimem, které činí v zastížených IG podmínkách 3 ‰. Osa tunelu nekoresponduje s osou kolejí a odsazení 160 mm umožňuje zmenšit rozměry konstrukce a minimalizovat tak náklady na výstavbu.

4. Popis konstrukčního řešení

Návrh tvaru příčného řezu tunelu probíhal podle novelizované normy ČSN 73 7508 Železniční tunely, která v době zpracování dokumentace ještě nebyla vydána ČSN. Norma definuje požadavky na prostorové uspořádání. Tunely jsou navrženy tak, aby vyhovovaly sdruženému tunelovému průjezdnému průřezu pro elektrizovanou trať. Zásadní změnou ovlivňující velikost plochy výrubu je zvětšení pojistného prostoru z původních 150 mm na 300 mm. Tvar příčných řezů obou tunelů je totožný. Konstrukci tunelu raženého NRTM tvoří primární a sekundární ostění s mezilehlou izolací. Hydrogeologické poměry zájmového území umožňují navrhnout izolační systém





„deštník“ s plášt'ovou izolací horní klenby tunelu. Voda je sváděna k opěří tunelu a pomocí podélné tunelové drenáže dále k výjezdovému portálu tunelu. Malý podélný sklon tunelu Hněvkovský I. nedovoluje odvádět vodu k portálu průběžnou podélnou drenáží. Nedostatečný sklon je v případě boční drenáže řešen „nalámáním“ drenáže se sklonem větším, než sklon tratě. To vede ke zdvojnásobení počtu šachet na čištění drenáže, které jsou umístěny v každém záchranném výklenku a v ose tunelu. V místě šachet je voda svedena

příčnou drenáží do střední tunelové stoky, jejíž sklon rovněž nekoresponduje se sklonem tratě. Tloušťka primárního ostění ze stříkaného betonu se pohybuje podle technologické třídy výrubu od 150 mm do 250 mm. Sekundární ostění má minimální tloušťku ve vrcholu klenby 350 mm. Směrem k opěří se tloušťka zvětšuje. Ostění hloubeného tunelu (portálových pásů) minimální tloušťky 600 mm tvoří železobetonová konstrukce z betonu C25/30 odolného proti průsakům vody. Betonáž konstrukce probíhá po blocích délky 12 m do bednicího vozu. Tunel Hněvkovský I. je navržen v celé délce se spodní klenbou, střední část tunelu Malá Huba tvoří ostění založené na patkách. V ražené části tunelu spojuje horní klenbu a spodní klenbu (resp. patky) kloubový styk. Portálové pásy tvoří rámová konstrukce s vetknutím horní a spodní klenby. K normou požadovaným bezpečnostním prvkům, které ovlivňují konstrukční řešení, patří záchranné výklenky umístěné v rastru 24 m (v každém druhém tunelovém pásu). V místě výklenků jsou situovány i další prvky vybavení tunelu (kabelové šachty, šachty na čištění drenáže, světelný a zásuvkový okruh, měření bludných proudů apod.).

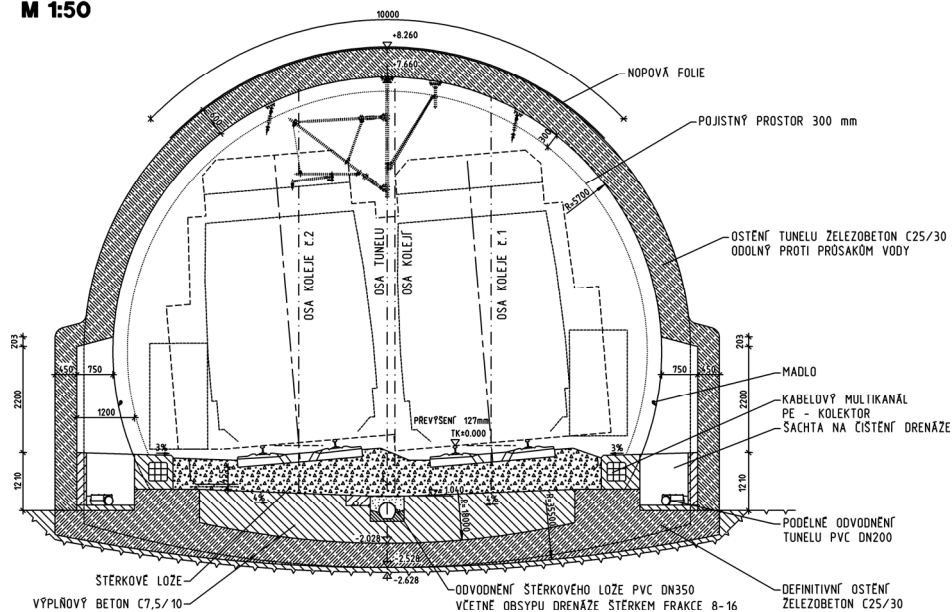


4.1 Hloubené úseky tunelů

Oba tunely vcházejí do hory pod ostrým úhlem. Rozsah hloubených úseků limituje taková výška nadloží, která zajišťuje možnost vytvoření dostatečně únosného horninového prstence. U šikmého vedení trasy vzniká v případě hloubených úseků problém nesymetrického zatížení ostění, které nepříznivě ovlivňuje průběhy statických veličin, zvyšuje nároky na dimenze ostění a tím i celkovou cenu díla. Materiál zpětných zásypů je zpravidla výrazně horších geotechnických parametrů než stávající hornina a není schopen spolu s ostěním plnit nosnou funkci. Působí pouze jako opora obtížně stanovitelných parametrů a veškeré zatížení přenáší ostění hloubeného tunelu. Z uvedených důvodů bylo v průběhu projektu snahou zpracovatelů minimalizovat délku hloubených úseků a nalézt takové řešení, které by v maximální možné míře využilo nosné funkce horninového masivu. K tomu přistupoval

i požadavek omezení rozsahu zemních prací v obtížně rozpojitelném horninovém prostředí. Na vjezdovém portálu tunelu Hněvkovský I. dosahuje délka hloubené části 36 m, na ostatních portálech je rozsah hloubených částí omezen pouze na portálové pásy délky 12 m.

PŘÍČNÝ ŘEZ V OSE VÝKLENKU - HLOUBENÝ TUNEL
M 1:50



U vjezdových portálů je problematika nízkého nadloží řešena použitím metody „želva“. Výstavba vjezdového portálu tunelu Malá Huba je ztížena skutečností, že konstrukce portálového pásu přímo navazuje na nově budovaný most přes Moravskou Sázavu. Přístup k portálu i vzájemná koordinace obou staveb bude klást zvýšené nároky na návrh organizace výstavby i vlastní provádění.

4.2 Metoda „ŽELVA“

Úseky tunelu s nízkým nadložím je možno budovat ve stavební jámě nebo razit za zvláštních opatření s větším či menším rizikem prolomení nadloží. Vzhledem k tomu, že se v nadloží tunelů nenachází objekty ani inženýrské sítě, nebylo nutno navrhovat zvláštní technologické postupy a vynakládat další finanční prostředky k ražbě tunelu hornickým způsobem. Vysoká pevnost a obtížná rozpojitelnost horninového masivu vedla k požadavku snížení objemu zemních prací. Metoda „želva“, navržená na obou vjezdových portálech umožňuje snížit hloubku stavební jámy na úroveň kaloty tunelu se všemi výhodami, které tato skutečnost přináší (snížení objemu výkopů a zásypů, zajištění svahů stavební jámy, statické chování konstrukce ostění apod.). Až do úrovně vrcholu klenby budoucího tunelu probíhá odtěžování stavební jámy bez omezení a zvláštních opatření. Sklony jámy jsou navrženy v souladu s geotechnickými parametry zemin, resp. hornin v dané lokalitě. Pod úrovní vrcholu klenby začíná odtěžování se současnou úpravou výkopu do tvaru klenby tunelu. Hornina tvoří přirozené bednění klenby želvy, pod kterou následně probíhá ražba tunelu. Před zahájením ražby je konstrukce „želvy“ zasypána a povrch území je možno upravit do definitivní podoby. Kromě již popsaných výhod umožňuje metoda použití stejných technologických postupů a zařízení, jako v raženém tunelu (včetně tak nákladného zařízení, jakým je bednicí vůz).

4.3 Úseky tunelů ražené NRTM

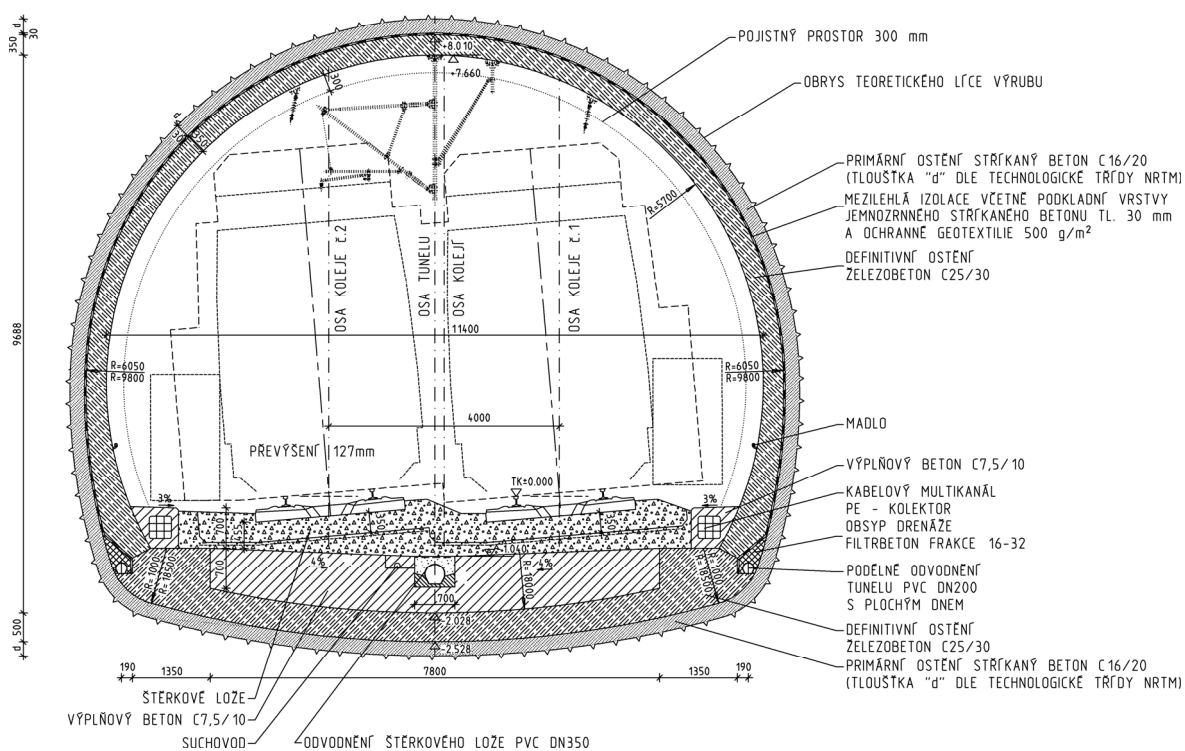
ZÁKLADNÍ INFORMACE O TECHNOLOGICKÝCH TŘÍDÁCH VÝRUBU NRTM			
Popis	Třída výrubu III.	Třída výrubu IV.	Třída výrubu V.
Plocha výrubu kaloty	57,978 m ²	58,937 m ²	59,903 m ²
Plocha výrubu jádra	35,379 m ²	35,598 m ²	35,917 m ²
Plocha výrubu počvy	7.717 m ²	19,005 m ²	20,817 m ²
Tloušťka primárního ostění	150 mm	200 mm	250 mm
Délka záběru v kalotě	2,0 m	1,4 m	1,0 m
Použité kotvy	HUS, L=3 m	HUS, L=4 m	SN, L=4 m
Výztuž primárního ostění	1 x síť, rámy v kalotě h=100 mm	2 x síť, rámy h=120 mm	2 x síť, rámy h=150 mm
Předpokládaná deformace	≤ 30 mm	≤ 40 mm	≤ 50 mm

Po prostudování výsledků inženýrskogeologického průzkumu a konzultacích s jeho zpracovatelem (GEOTEC, a. s.) byly ražené úseky rozčleněny do technologických tříd výrubu NRTM. Technologická třída výrubu přesně definuje způsob členění výrubu, délku záběru a způsob zajištění stability výrubu po čas ražby.

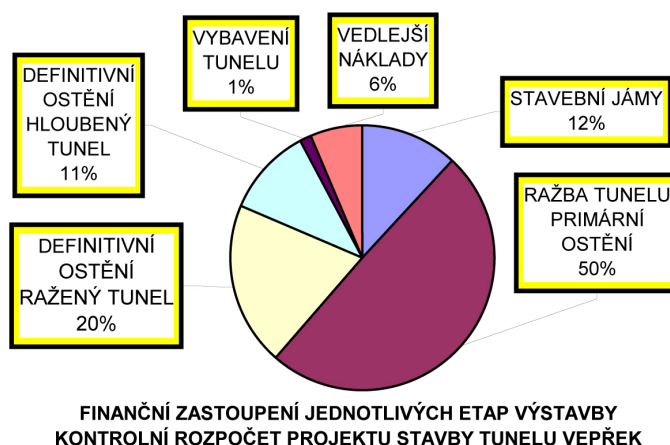
ZASTOUPENÍ TŘÍD VÝRUBU V TUNELECH.				
Třída výrubu	V.	IV.	III.	Želva
Malá Huba	64 [m]	44 [m]	168 [m]	24 [m]
Hněvkovský I.	60 [m]	36 [m]	-	36 [m]

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - RAŽENÝ TUNEL

M 1:50



Délka úseku se stejnou technologickou třídou i jeho poloha závisí zejména na kvalitě horninového prostředí, výšce nadloží a vzdálenosti od portálu. Požadavky na obsah projektové dokumentace i způsob provádění definují přepracované TKP 20 – Tunely (ILF Consulting Engineers). Ražba probíhá u obou tunelů od výjezdového portálu s tím, že na vjezdovém portále je proveden zárodek kaloty a vyraženo cca 10 m, aby prorážka kaloty probíhala v hoře. Upřesnění technologického postupu a způsobu zajištění výrubu provádí přímo na stavbě odpovědní zástupci stran zúčastněných na výstavbě. Změny mají zásadní vliv na ekonomický výsledek celé stavby tunelu. Podíl činností spojených s ražbou a zajištěním výrubu na celkové ceně ukazuje následující graf. V obdobném poměru je i míra zodpovědnosti za případné změny.



Jako příklad je použit již realizovaný tunel Vepřek, hodnoty odpovídají kontrolnímu rozpočtu v úrovni projektu stavby.

4.3.1 Tunel Hněvkovský I.

V případě tunelu Hněvkovský I. se jedná v celé délce úseku o ražbu s nízkým nadložím, jehož výška se pohybuje v rozmezí od 6 do 12 m. Tomu odpovídá i zvolený technologický postup a způsob zajištění výrubu. Začátek raženého tunelu je v km 33.851, konec ve staničení km 33.983. Pro předpokládané geotechnické podmínky byly stanoveny 2 základní technologické třídy výrubu NRTM (TV-IV. a TV-V.). Práce jsou zahájeny pod ochranou konstrukce želvy a výrub probíhá podle zásad NRTM. Ražba jádra pod želvou odpovídá technologické třídě výrubu V. Rozpojování hornin nelze provádět vzhledem k zastíženým IG poměrům bez použití trhacích prací. Primární ostění tvoří stříkaný beton se sítí, příhradovými nosníky a kotvami. Profil tunelu je horizontálně členěn na kalotu, jádro a počvu. V podélném směru vzdálenost jednotlivých čeleb závisí na zastížených geotechnických podmínkách a je určena technologickou třídou výrubu. Ražba probíhá dovrchně od výjezdového směrem k vjezdovému portálu. Z hlediska odvodnění po dobu výstavby je nutno zřízovat pracovní jímky a vodu čerpat do usazovací jímky před raženým portálem tunelu. Prakticky nulový podélný sklon tunelu neumožňuje odvádět vodu samospádem. Vzhledem k očekávaným malým přítokům podzemní vody půjde zpravidla o vodu technologickou, zejména z vrtání kotev a vrtů pro trhací práce. V technologické třídě výrubu V. zvyšuje stabilitu přístropí deštník z „jehel“ (betonářská ocel Ø 25 mm délky 4 m) osazovaných do vrtů s roztečí 400 mm v každém druhém záběru. Navržené opatření rovněž snižuje možnost vzniku nadvýrubů a tím i spotřebu stříkaného betonu na jejich vyplnění. Třída výrubu IV. je určena do střední části tunelu, tj. do oblasti s vyšším nadložím.

4.3.2 Tunel Malá Huba

Technologický postup i princip výstavby odpovídá zásadám popsaným v části týkající se tunelu Hněvkovský I. Vzhledem k výšce nadloží, dosahující až 40 m, parametrům horninového masivu a větší délce tunelu, byl ražený úsek rozdělen do tří technologických tříd výrubu. Doplněná technologická třída výrubu III. je určena do nejlepších geotechnických poměrů. Ražba probíhá bez provádění spodní klenby a výztuž primárního ostění příhradovými rámy je navržena pouze v kalotě. To umožňuje spolu se zvětšenou délkou záběru až na max. 2 m podstatně zrychlit ražbu a tím i výslednou cenu za metr vyraženého tunelu.

ZÁKLADNÍ PARAMETRY PROJEKTOVANÝCH TUNELŮ		
Popis	Hněvkovský I.	Malá Huba
Délka tunelu	180 m	324 m
Ražená část + želva	132 m	300 m
Hloubená část	36+12 = 48 m	12+12 = 24 m
Podélný sklon	0,24 ‰ - 0,89 ‰	4,221 ‰
Poloměr směrového oblouku	754 m	850 m
Poloměr výškového oblouku	11 000 m	-

5. Závěr

Nová rakouská tunelovací metoda se již pomalu začíná u železničních tunelů v síti českých drah zabydlovat. Po úspěšné realizaci tunelu Vepřek (projekt ILF Consulting Engineers, realizace Metrostav, a. s.) slavnostně uvedeném do provozu 27. 5. 2002, následovaly projekty tunelů Krasíkovský I. a II. (METROPROJEKT Praha, a. s.) a Nového spojení (SUDOP PRAHA a. s.). Pokud pomineme Nový třebovický tunel, navržený jako hloubený, tvoří jedinou výjimku jednokolejný tunel Březenský, kde v současné době probíhá ražba metodou obvodového vrubu (projekt SUDOP PRAHA a. s., realizace Metrostav, a.s.). Ostatní tunely jsou, nebo budou raženy NRTM. Tato skutečnost ukazuje, že NRTM je moderní metodou použitelnou v širokém spektru horninových prostředí s reálnou možností dosažení příznivých ekonomických výsledků.

Při trasování nových tratí by bylo vhodné přistupovat k návrhu trasy s vědomím, že tunely jsou stavby velmi nákladné a mají svá specifika. Při rozhodování o umístění tunelu zpravidla hraje zásadní roli cena, která je spojována s délkou tunelu. Je však otázkou, zda nejkratší tunel je z dlouhodobého hlediska vždy ten nejlevnější. Nedodržování základních principů vede ke zbytečným komplikacím při výstavbě i za provozu. Nedostatečný podélný sklon vyžaduje častější čištění tunelových drenáží. Zanesení drenáže zvyšuje hydrostatický tlak na ostění vedoucí k průsakům, nebo v horším případě k porušení ostění. „Uvěznění“ směrového oblouku malého poloměru do tunelu znamená degradaci parametrů tratě na několik generací. Nedostatečná komunikace inženýrů navrhujících směrové a výškové řešení s geotechnikou je bohužel v současné době patrná nejen v případě projektování železničních tunelů. Příčinu je možno hledat i v čím dál kratších termínech vyžadovaných na zpracování projektové dokumentace. Stav, kdy se doba požadovaná na zpracování projektu a doba jeho připomínkování téměř rovnají, není v projekční praxi výjimkou.

Možnosti využití poznatků z měření a diagnostiky železniční dopravní cesty při vyšších rychlostech v technické normalizaci, předpisech a legislativě

Ing. Jaroslav Grim, České dráhy, s.o., Divize dopravní cesty, o.z.,
Technická ústředna dopravní cesty

Dne 10. dubna 2002 bylo poprvé v historii Českých drah dosaženo na úseku trati Břeclav – Vranovice rychlosti 200 km/hod. Jedná se o úsek I. tranzitního koridoru, který umožňuje běžný provoz osobní i nákladní dopravy s traťovou rychlostí 160 km/hod. Modernizace úseku se uskutečnila jako součást stavby I. tranzitního koridoru v letech 1997 – 1998. Rychlostního rekordu 200 km/hod. bylo dosaženo zkušební soupravou složenou z lokomotivy ÖBB 1116 015-7 „Taurus“ (jediná dvousystémová lokomotiva této řady umožňující provoz v soustavě 25 kV, 50 Hz), měřicího vozu ÖBB pro diagnostiku trakčního vedení a ze dvou vozů ČD řady Ampz a Bmpz.

Jak tuto zkušební jízdu hodnotit po půl roce?

Přípravě, průběhu i hodnocení celé akce byla věnována poměrně značná pozornost. Jak se však na tuto zkušební jízdu dívat po více jak půl roce, v době dalších významných událostí a příprav na transformační změny Českých drah? Pohlížet na věc je možno minimálně dvěma způsoby.

Senzace, která má zviditelnit ČD, resp. dodavatelské firmy, bez dalšího praktického významu. Ve veřejných sdělovacích prostředcích, pokud této zkušební jízdě vůbec pozornost věnovaly, převažoval spíše tento úhel pohledu, bohužel podobný způsob nahlížení se objevil i u některých železničářů. Velice překvapující bylo, že tento podobný názor převažoval i v diskusním fóru na stránkách www.cdtrail.

Nebo seriózní hodnocení celé akce, která měla objektivně prokázat technickou způsobilost železniční dopravní cesty i pro rychlost 200 km/hod., umožnit a získat cenné praktické zkušenosti a poznatky z přípravy a realizace zkušební jízdy pro celé spektrum dalších činností (předpisová a normotvorná činnost, diagnostika, investice, údržba, atd.) a dalších aktivit, ale také jako krok, který může představovat praktický začátek úvah o možnostech racionálního využívání výsledků modernizace koridorových tratí ČD a dalších investic k posílení snahy naší země integrovat se do evropského společenství i v oblasti železnice.

Přes všechny optimismus, nelze samozřejmě předpokládat, že v řádu několika let dojde k dalším mohutným investicím pro přestavbu našich hlavních tratí, případně přímo k výstavbě nových tratí určených pro provoz vyššími rychlostmi než 160 km/hod. Určitě však dojde, a to v horizontu dvou až pěti let, k budování systémů ERTMS na našich koridorových tratích v souvislosti se zajištěním interoperability v evropském železničním prostoru podle směrnice Evropské komise 2001/16 EC. Spolu se skutečností, že již v příštím roce bude k dispozici první vysokorychlostní jednotka řady 680 s konstrukční rychlostí 230 km/hod., vybavena palubní částí ERTMS, tak vzniknou podmínky pro reálné a opodstatněné úvahy o možnostech využití vyšších maximálních rychlostí než 160 km/hod. v příznivých úsecích našich koridorových tratí prakticky bez dalších masivních investic.

Rozhodně však celá akce jednoznačně prokázala, že již v této době je zcela nezbytné v průběhu novelizací, popř. tvorby nových legislativních dokumentů, norem a předpisů s vyšší rychlostí jak 160 km/hod. kalkulovat. Jako optimální se jeví rychlost 250 km/hod.

Absence této skutečnosti v naší legislativě a ve většině technických normách se negativně projevila už v samotné přípravě celé akce. V určitých momentech diskuse se zdálo, že je nereálné bez těchto předpokladů zkušební jízdu legálně uskutečnit.

Odpověď na otázku v úvodu této pasáže je tedy jednoznačně pozitivní a dovoluji si konstatovat, že její efekty a přínosy nabývají s postupem času daleko širších rozměrů a významu než se původně předpokládalo a dalo se vůbec domyslet. Řekl bych, že tato aktivita přišla v pravou chvíli, abychom se na jedné straně přesvědčili o kvalitě modernizace koridorových tratí, technických možnostech naší infrastruktury, ale na druhé straně si uvědomili nezbytnost dalších kroků, které je nutno v nejbližším období realizovat, aby se technická úroveň a organizace železniční dopravy stala samozřejmostí, a to nejen pro rychlost 160 km/hod.

Svůj příspěvek chápu, a prosím, aby byl takto chápán i ostatními, jako impuls k široké a tvůrčí diskusi jak dále postupovat na ČD k otázce vyšších rychlostí, jak využít získané výsledky a zkušenosti z diagnostiky a měření, jak dále zvyšovat kvalitu železniční dopravní cesty.

Poznatky z přípravy zkušební jízdy

Základním předpokladem pro kvalifikované rozhodnutí o uskutečnění celé akce, a to zejména z hlediska zajištění bezpečnosti železničního provozu, bylo ověřit a prokázat, že stavba trati, konstrukce výhybek, jejich zabezpečení i systém trakčního vedení odpovídají provedení a parametrům splňujícím kritéria technické způsobilosti dopravní cesty pro rychlost 200 km/hod. Tyto podklady byly pak nedílnou součástí žádostí o povolení a stanovení podmínek pro zkušební jízdu, které bylo vydáno Drážním úřadem. Pro zkušební jízdu byl vybrán traťový úsek Břeclav – Vranovice, který nejlépe vyhověl uvažovanému záměru. Za velice významné lze proto považovat i zkušenosti a poznatky z přípravy celé akce, počínaje ideovým záměrem, přes analýzu a projednávání všech legislativních podmínek, technických a technologických možností infrastruktury i železničního provozu, k uskutečnění uvažované zkušební jízdy, včetně organizačních a finančních podmínek, až po konečné rozhodnutí a realizaci celé akce.

Už v průběhu samotné přípravy se však prokázalo, že s rychlostí 200 km/hod. nejsou u ČD prakticky žádné zkušenosti, a to počínaje legislativními podmínkami přes technické normy až po provozní předpisy. Stávající platná legislativa (především prováděcí vyhlášky k zákonu č. 266/1994 Sb. o drahách) umožňuje projektovat, realizovat a provozovat stavby celostátních a regionálních drah pouze do maximální rychlosti 160 km/hod., rovněž tak při stanovování technických parametrů konstrukce a zařízení železniční dopravní cesty neexistovaly jednoznačné hodnoty a postupy jak prokázat jejich technickou způsobilost pro rychlost vyšší jak 160 km/hod. V řadě případů bylo proto nutno využít existující, popř. návrhy evropských norem nebo norem používaných u DB.

Co všechno tomuto rekordu předcházelo, samotná organizace, průběh zkušebních jízd, včetně předběžného hodnocení a výsledků diagnostických a dalších měření je uvedeno v [1] a [2]. V dalších blocích jsou ve stručnosti uvedeny některé informace k průběhu a výsledkům zkušební jízdy, měření a první návrhy, resp. úvahy jak tyto poznatky využít v dalších aktivitách.

Trakční vedení

Tuto část železniční dopravní cesty uvádím jako první vzhledem k tomu, že původní myšlenka ověřit a prokázat, že modernizované koridory vyhovují i rychlosti 200 km/hod. vznikla právě v souvislosti s trakčním vedením. Vzhledem k tomu, že České dráhy v současné době disponují pouze diagnostickými prostředky pro rychlost do 160 km/hod. (měřicí vozy pro železniční svršek a pevná trakční zařízení), bylo rozhodnuto využít pro uvažovanou zkušební jízdu měřicího vozu trakčního vedení (TV) a lokomotivy řady 1116 rakouských drah, které požadovanou rychlost 200 km/hod. i další podmínky umožňují.

K ověření možné optimalizace konstrukce trakčního vedení proběhla již dříve řada měření pružnosti trakčního vedení a jeho dynamického chování při použití různých délek přidavných lan a tahů v těchto lanech a v trolejovém drátu. Výsledkem těchto měření, bylo určení konkrétních parametrů pro montáž trakčního vedení. Navržené úpravy byly realizovány na II. koridoru v úseku Nedakonice – Moravský Písek a následně ověřeny při měřeních rychlostí 160 km/hod. Na základě příznivých výsledků těchto měření, kdy se prokázalo zlepšení chování TV při této rychlosti bylo rozhodnuto ověřit takto upravenou sestavu i při rychlosti 200 km/hod., a to v různých modifikacích. Na celém měřeném úseku bylo prokázáno dodržení všech parametrů, které předepisuje ČSN 34 1530 (klikatost ± 50 cm, sklony trolejového drátu mezi sousedními trakčními podpěrami do 1,5 %, křížení nájezdů ve stanicích a přejezdů), jakož i ČSN IEC 913 (přítlak sběrače v rozmezí 40 N – 200 N), a které vyhovují i kritériím pro rychlost 200 km/hod.

Významnou částí zkušební jízdy bylo **ověření způsobilosti trakčního vedení v celé délce zkušebního úseku a jeho chování při vysoké rychlosti i z hlediska spolupráce se sběračem hnacího vozidla a pružnosti vlastního vedení**. Z celého měření byl rovněž pořízen videozáznam celého průběhu zkušebního měření, ze kterého lze chování a kvalitu spolupráce sběrače s trakčním vedením hodnotit pouhým vizuálním pohledem.

Kromě samotné zkušební jízdy bylo na dvou místech - na klasické sestavě „S“ a na upravené sestavě bez přidavných lan – zajištěno **lokální měření zdvihu trolejového drátu, frekvence kmitů trolejového drátu, tvar a délka vlny na trolejovém drátu**. Měření bylo provedeno TÚDC, jako součást komplexní diagnostiky trakčního vedení.

Zjištěné výsledky měření ÖBB i TÚDC jsou významným podkladem pro optimalizaci sestavy trakčního vedení, práci projekčních a montážních firem, a taktéž pro vlastní údržbu provozovaných trakčních vedení na modernizovaných tratích. Získané výsledky potvrzují skutečnost, že díky dokonale a zodpovědně prováděné montáži a údržbě, je možno provozovat trakční vedení u nás používané sestavy typu „S“ s případnými drobnými úpravami i při rychlostech 200 km/hod., ovšem pouze za předpokladu používání kvalitních sběračů hnacích vozidel, které jsou pro tyto rychlosti konstruovány (např. použitý sběrač Siemens na lokomotivě 1116).

Podrobná zpráva z měření je v [7] a bude předmětem odborného článku Ing. Konvičného a kol. (TÚDC) v NŽT č. 4/2002. Výsledky měření i poznatky použité metody a technologie měření, způsobu zpracování a možnosti dalšího využití naměřených dat ÖBB v provozních podmínkách jsou rovněž významným srovnávacím podkladovým materiálem pro hodnocení technologie měření měřicím vozem trakčního vedení ČD – TÚDC.

K relativně samostatné kapitole se řadí problematika **napájení trakčního vedení**. Poznatky a výsledky měření, která byla v době zkušebních jízd provedena pracovníky ČD-TÚDC na trakční napájecí stanici Břeclav jsou uvedena v [8] a [9]. Měření bylo

prokázáno, že napájení trakčního vedení vyhovuje i pro odběry elektrické energie při jízdách souprav s vyššími rychlostmi. Přínosem měření byly i výsledky týkající se kvality účinníku rakouské lokomotivy, avšak negativní produkce 49. harmonické proudu, která nevyhovuje limitu daného ČSN EN 50 160 s dopadem na možnou nespolehlivou činnost kolejových obvodů používaných u ČD.

Doporučení na změny

Z výsledků měření, provedených zkušebních jízd, měření na TV vyplývají závěry, které bude nezbytné zakotvit v příslušných předpisech, normách a dalších dokumentech. V daném oboru a etapě se jedná zejména o doplnění sledovaných parametrů TV a jejich hodnot i o precizaci metod a technologie diagnostiky TV. Jako příklad lze uvést parametry trakčního vedení.

Parametry trakčního vedení

Kromě měření geometrických parametrů trakčního vedení ve statickém i dynamickém režimu (výška trolejového drátu - TD, horizontální vzdálenost sjízdného TD, změna výšek TD mezi podpěrami) se sleduje i **měření dynamických účinků sběrač – trolej (DUST)**, které obsahuje:

- celková střední přitlačná síla F_s v N v měřeném staničním nebo mezi staničním úseku.
- maximální přitlačná síla F_{max} v N a počet v úseku
- minimální přitlačná síla F_{min} v N a počet v úseku
- standardní odchylka s v N
- podíl výskytů přitlačných sil mimo mez danou pásmem $(F_s + 3s)$ a $(F_s - 3s)$ v %.
- maximální zrychlení v osách x , y , a z – v násobcích g ($1g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$)

Parametry DUST je nutné nově zavést pro kontrolu a diagnostiku TV pro rychlosti nad 120 km/hod. do předpisu ČD E 10, ČSN 34 1530 a Technicko kvalitativních podmínek staveb ČD, kap. 31. Velikosti a meze hodnot stanovit v souladu s evropskou normou EN 50317, EN 50318 a EN 50119. O povinnost měření DUST by měla být rozšířena při nejbližší novelizaci Vyhlášky č. 177/1995 Sb. i její příloha č. 1 - Prohlídky a měření na dráze celostátní a regionální.

Zpracované návrhy obsahují konkrétní doporučené hodnoty dynamických parametrů včetně zdůvodnění (bude uveřejněno v NŽT č. 4/2002).

Diagnostická měření GPK měřicím vozem pro železniční svršek

Měření a vyhodnocení GPK měřicím vozem pro železniční svršek se stalo rovněž jednou ze základních podmínek přípravy a optimalizace zkušebního úseku pro rychlostní zkoušku 200 km/hod. Naměřené parametry při rychlosti 160 km/hod. byly vyhodnoceny pro rychlostní pásmo RP 5 (rychlost 160 - 200 km/hod.) dle schváleného postupu uvedeného v komentáři k platné normě ČSN 73 63 60 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Posouzení způsobnosti bylo také ověřeno kontrolním přepočtem projektovaných geometrických parametrů kolejí pro uvažovanou rychlost s využitím návrhů evropských norem a platných předpisů DB. Bylo konstatováno, že uvedený úsek trati těmito parametry pro rychlost 200 km/hod.

vyhovuje. Posouzeny a ověřeny byly parametry nedostatku převýšení, sklonu vzesupnice (časová změna převýšení), časové změny nedostatku převýšení, minimálních poloměrů oblouků bez převýšení a bez přechodnic, náhlé změny křivosti (nedostatku převýšení) ve složeném oblouku bez přechodnic, minimálních délek oblouků a mezipřímých a minimálních poloměrů zaoblení. Výsledky měření GPK v roce 2001 byly výchozím a rozhodujícím podkladem pro plánování a realizaci úpravy geometrické polohy koleje strojní linkou ŽS Brno a.s, která se uskutečnila v březnu 2002.

Ve dvou upravených úsecích bylo TÚDC provedeno rovněž měření absolutní polohy koleje měřicím zařízením ROLAS, které bylo a v dalším období ještě bude v nejbližším období opakováno. Hodnocení GPK při následných pravidelných měřeních měřicím vozem i opakovaná měření zařízením ROLAS budou dlouhodobě vyhodnocována. Cílem těchto analýz je získat údaje, které budou v časových řadách statisticky vyhodnocovány, a to zejména z hlediska vývoje degračních procesů stavu železničního svršku. Výsledky těchto analýz napomohou mj. i ke stanovení optimálního způsobu údržby modernizovaných tratí včetně aktualizace předpisových, resp. normovaných předpisových parametrů a dalších ustanovení.

Na základě vyhodnocení výsledků měření z jízd měřicího vozu po úpravě železničního svršku, v průběhu kontrolních jízd i následných pravidelných měření lze konstatovat:

- V uvedeném zkušebním úseku nebyly zjištěny lokální závady s překročením 2. mezní hladiny, tj. závady ohrožující bezpečnost provozu.
- Úseková hodnocení parametrů GPK pro délky úseků 200 m a 1000 m vykazala po úpravě a v době dalšího měření tyto hodnoty známek kvality (ZKV):

parametr:	měření 10. 4. 2002	měření 27. 7. 2002
- směr koleje (SK)	2,50	2,30
- rozchod koleje (RK)	2,51	2,67
- převýšení koleje (PK)	1,91	2,08
- výška koleje (VK)	2,00	2,21
- celková známka kvality (CZK)	2,48	2,42
- známka podbíjení (ZP)	2,47	2,40

Uvedené změny v hodnotách známek kvality jsou velmi malé a mohou být způsobeny jednak přesností měření, ale také konsolidací traťového úseku po provedené směrové a výškové úpravě. V této době nelze usuzovat o změnách trvalejšího charakteru, které by byly způsobené degrační železničního svršku.

- Mezní hodnota známky kvality, známky podbíjení a celkové známky kvality pro úseky délky 200 m a 1000 m je stanovena 4,0.

Uvedené výsledky potvrzují, že úsek vyhovuje pro rychlost 200 km/hod. i v současné době a **potvrzují předpoklad o velmi dobré kvalitě a stabilitě GPK na zkušebním úseku.** Hodnocení GPK při následných pravidelných měřeních měřicím vozem i opakovaná měření zařízením ROLAS budou dlouhodobě vyhodnocována. Cílem těchto analýz je získat údaje, které napomohou ke stanovení optimálního způsobu údržby modernizovaných tratí včetně aktualizace předpisových, resp. normovaných předpisových parametrů a dalších ustanovení.

Návrhy a doporučení pro diagnostiku a měření GPK na tratích ČD pro vyšší rychlosti

Povinnost měření geometrických parametrů koleje (GPK) vychází ze zákona č. 266/1994 Sb. V prováděcí vyhlášce k tomuto zákonu č. 177/1995 Sb. jsou stanoveny lhůty měření rozchodu koleje, vzájemné výškové polohy kolejnicových pasů a směru kolejí a výhybek měřicími prostředky s kontinuálním záznamem. Pro rychlostní pásmo RP 4, tj. pro rychlost 120 – 160 km/hod.) je stanovena časová lhůta 4 měsíce.

V současné době diagnostickým prostředkem pro měření GPK na tratích ČD je měřicí vůz pro železniční svršek, který měří na principu inerciální metody s bezkontaktním snímáním veličin a který dosahuje maximální rychlosti 160 km/hod. Je vybaven měřicím systémem TMS a TGMS pro měření geometrických parametrů koleje, systémem CMS pro měření povrchových vad kolejnic (vlnkovitosti) s lokalizací energeticky vadných svárů a styků a systémem ORIAN pro měření příčného profilu kolejnic. Jednotlivé měřicí systémy spolu vzájemně komunikují prostřednictvím lokální sítě. Nadstavbový systém zpracovává měřené veličiny pro tisk grafických a textových výstupních sestav, které zahrnují okamžité hodnocení lokálních závad a úsekové hodnocení měřených veličin. Popis měřicího vozu pro železniční svršek a metodika měření jsou obsaženy ve služební rukověti SR 103/4.1 (S) „Využívání měřicího vozu pro železniční svršek“, schválené vrchního ředitele DDC dne 24. 2. 2000.

Z měření GPK a analýz dosažených výsledků v rámci přípravy i samotných rychlostních zkoušek v úseku Břeclav - Vranovice vycházejí závěry, které bude nutné legislativně řešit a následně zakotvit i do příslušných norem a předpisů. Jako příklad uvádíme, zejména **nutnost zpracování rychlostního pásma RP 5, tj. pro rychlosti větší než 160 – 200 km/hod. a v některých dokumentech předpokládat rychlostní pásmo RP 6 pro rychlosti větší než 200 – 250 km/hod.**

Toto se obecně týká především normy ČSN 73 6360 „Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha,.. Např. v části 2 týkající se staveb a přejímky, provozu a údržby předpokládáme doplnění všech mezních hodnot jednotlivých parametrů GPK pro rychlostní pásmo RP 5 (mezní hodnoty pro přejímku, provozní a mezní provozní odchylky).

V návaznosti na ČSN 73 6360 bude nutné novelizovat i SR 103/4.1(S), a to doplnit tabulky mezních odchylek pro přejímku dokončených prací v koleji a tabulku provozních mezních odchylek veličin GPK pro RP 5. Na základě analýz a statistických odchylek příslušné veličiny a rychlostního pásma stanovit pro RP 5 příslušné koeficienty (m, b, k, q) pro výpočet známek kvality, známky podbíjení a celkové známky kvality.

V závěru k této pasáži považuji za účelné znovu konstatovat, že z provedených analýz opakovaných měření GPK v trati Břeclav – Vranovice vyplývá, že pro zajištění optimálního technického stavu tratí pro rychlosti do 200 km/hod. je zásadní se zaměřit na bezpodmínečné dodržení mezních odchylek všech parametrů GPK s důrazem na parametry směr koleje a podélná výška koleje.

Namáhání železničního svršku

Měření se uskutečnila v km 113,0 mezi zastávkami Popice a Pouzdřany v kružnicovém oblouku o poloměru 2250 m s přechodnicí a s lineární vzestupnicí a zahrnovala jak zjišťování okamžitých parametrů dynamického namáhání železničního svršku - relativních posunů částí železničního svršku a zrychlení vibrací, tak zjišťování vlivu

vysokých rychlostí na stabilitu geometrických parametrů koleje – měření změn prostorové koleje. Měření na železničním svršku byla zajištěna Ústavem železničních konstrukcí a staveb stavební fakulty VUT v Brně. Podrobný popis, použité metody a výsledky a analýza měření jsou uvedeny v [3], resp. [4].

Parametry dynamického namáhání koleje byly sledovány na dvou betonových pražcích. Na jednom z nich byly měřeny **poklesy** ve třech bodech po délce pražce – na hlavách a v ose koleje. Mimo to byly na tomto pražci sledovány posuny vnější kolejnice v uzlu **pružného upevnění (typu Vossloh)**. Měřeny byly svislé posuny paty kolejnice ve dvou bodech symetricky vzhledem ke svislé ose kolejnice a vodorovný příčný posun paty kolejnice. Na druhém pražci byly měřeno **zrychlení vibrací**. Snímače byly osazeny jak na kolejnici, tak na pražci. V prostoru mezi těmito pražci byly umístěny na kolejnici snímače k identifikaci kolových a vodících sil. Cílem měření bylo stanovit namáhání železničního svršku a jeho dynamickou odezvu na průjezd vlaku při vysoké rychlosti. Z hodnocení okamžitého dynamického namáhání byly konstatovány tyto závěry:

- Měřením byly zjištěny **velmi malé poklesy pražce**, největší poklesy byly nižší než 0,8 mm. Poklesy hlav pražců byly výrazně vyšší než poklesy středu pražce, kde maximální pokles nepřesáhl 0,2 mm. Uvedený stav svědčí jednak o kvalitním podbíjení pražců, jednak o vysoké tuhosti pražcového podloží. Tyto skutečnosti byly potvrzeny i závěry z měření zrychlení vibrací.
- **Posuny kolejnice v rámci uzlu upevnění jsou malé**, nebyly dosaženy hodnoty ani 0,5 mm, a to jak u svislých, tak i vodorovných pohybů. Největší zjištěná kolová síla byla přitom 122 kN, což představuje hmotnost téměř 25 t na nápravu. Extrémní hodnoty poměru Y/Q nepřesáhly hodnotu 0,8. Z těchto měření vyplynulo, že svislé pohyby vnější hrany kolejnice jsou vyšší než svislé pohyby vnitřní hrany kolejnice a souvisí spíše s vodící silou Y , pohyby vnitřní hrany paty kolejnice souvisí spíše s kolovou silou Q a vodorovný posun upevnění souvisí přímo s vodící silou Y . Obecně lze konstatovat, že **uzel upevnění z hlediska pohybu kolejnice vyhoví nárokům na provoz rychlostí 200 km/hod.**
- Z vyhodnocení **zrychlení vibrací** lze rovněž usuzovat na vysokou tuhost pražcového podloží. Hodnoty zrychlení vibrací v časové oblasti signálů jsou výrazně nižší u pražců jak u kolejnic. Z frekvenčního hodnocení dynamických účinků vyplývá, že se zvyšováním rychlosti vlaků nad 160 km/hod. výrazně rostou dynamické účinky. Konstrukce upevnění vykazuje účinné tlumení vibrací, a to zejména v oblasti frekvencí, v níž se nachází první rezonanční frekvence konstrukce.

Sledování změn **konstrukčního a geometrického uspořádání koleje** - použita geodetické metody velmi přesné nivelace pomocí nivelačního přístroje Zeiss Ni 08 a invarové latě s dvojitou stupnicí pro dosažení požadovaných přesností. Výšková měření koleje byla provázána se zajišťovacími značkami umístěnými u stožárů trakčního vedení. Měření byla provedena před uskutečněním zkušebních jízd a bezprostředně po nich. Týkala se stanovení rozdílů nebo odchylek v převýšení temen kolejnicových pásů, změn v podélné výšce koleje resp. v její relativní odchylce a ve stanovení skutečné geometrie podélné výšky koleje s přenosovou funkcí rovnou jedna. Dále byla provedena měření pro zjištění případného **zborcení koleje na měřicí základně 6 m** a to bezprostředně po odlehčení koleje od dynamického zatížení. Pro sledování **absolutní prostorové polohy koleje a její skutečné geometrie** před dynamickým zatížením a po něm a pro porovnání s provozními

odchylkami prostorové polohy koleje bylo použito geodetické metody určení polohových souřadnic. Tato měření se týkala vnějšího, tj. převýšeného kolejnicového pásu oblouku vystaveného výrazně větším silovým účinkům a to vzhledem k využití maximálního nedostatku převýšení při zkušebních jízdách. Pro vlastní měření byla použita Totální geodetická stanice TOPCON GTS 6a. Z naměřených dat vyplynulo, že:

- Zjištěné hodnoty poklesů od dynamického zatížení **nepředstavují trvalou deformaci koleje** (největší pokles vnějšího kolejnicového pásu byl naměřen 1,25 mm, vnitřního pak 0,77 mm). Změny vyjadřují jinou výškovou polohu koleje v pružné oblasti.
- Vypočtené zborcení koleje na měřicí základně 6 m byla hluboce pod limitními hodnotami uvedenými v ČSN 73 6360 a jejího komentáře.
- Vyhodnocené rozdíly horizontální polohy v příčném směru potvrdily, že nikde po průjezdu soupravy rychlostí 200 km/hod. nedošlo k bočnímu posunu kolejnicových pásů většímu jak 2 mm. Tyto hodnoty jsou v mezích tolerance měření.
- Hodnoty získané z vertikálního i horizontálního měření prostorové polohy koleje nelze považovat za trvalé deformace způsobené dynamickým zatížením od soupravy jedoucí 200 km/hod.

Měření výměnových částí výhybek

Za velmi významný experiment je nutno považovat měření výměnových částí výhybek při průjezdu kolejových vozidel při rychlostech cca 200 km/hod., který lze svou přípravou, průběhem a výsledkem lze hodnotit jako velice zdařilý. Tato část měření byla zajištěna především firmou AŽD Praha s.r.o., garantovanou Ing. Václavem Šancem, Ph.D. Vlastní experimentální část se uskutečnila v žst. Podivín na výhybkách č. 5 (tvar J60 -1:14-760) a č. 6 (tvar J60 -1:12-500) při jízdách proti hrotu měřením:

- mechanického namáhání závěrových háků namontovaných na hrotech jazyků,
- pohybů závorovacího pravitka souvisících čelist'ových závěrů VZ 200,
- mechanického namáhání přídržného ústrojí přestavníku EP 600,
- mechanických vibrací a rázů namáhajících přestavník EP 600 ve srovnání s podmínkami vznikajícími mezi kolem a opornicí výhybky.

Výsledky hodnocení získaných dat umožňují a opravňují zveřejnit uvedené závěry. Podrobný popis přípravy, použité metody, výsledky a vyhodnocení měření jsou uvedeny v [5] a [6], částečně [3]:

- Byl potvrzen závěr z předchozích zpráv, že pro běžný vlakový provoz neexistuje statisticky významná závislost mezi namáháním závěrových háků čelist'ového závěru a rychlostí vlakových souprav, a že tedy závěr VZ 200 s jistotou vyhoví pro rychlosti 200 km/hod.
- Mechanické pohyby závorovacího pravitka čelist'ových závěrů obou výhybek jsou v rozsahu 0,01-0,5 mm, tedy v rozsahu neovlivňujícím bezpečnou zapevňovací funkci výměnového závěru VZ 200.
- Mechanické namáhání závěrových háků namontovaných na hrotech jazyků obou výhybek dosahuje hodnot na úrovni 5-20 MPa, tedy v souladu s očekávaným

trendem rozvoje mechanického namáhání a s očekávanou absencí výrazné souvislosti s jízdní rychlostí.

- Přídavné mechanické namáhání přídržného ústrojí přestavníku EP 600 dosahuje hodnot 0,1-0,4 kN, tedy opět v souladu s očekávaným trendem mechanického namáhání a s očekávanou absencí téměř jakékoliv souvislosti s jízdní rychlostí.
- Statistické vyhodnocení naměřených hodnot mechanických vibrací a rázů na přes-tavníku se zahrnutím všech výsledků předchozích měření potvrdilo naprostou nahodilost jejich vzniku bez závislosti na rychlosti. Bylo rovněž prokázáno, že elektromotorický přestavník EP 600 svým konstrukčně technickým provedením splňuje s rezervou požadavky EN 50125-3 (odolnost proti vibracím a rázům).

Závěrem lze tedy na základě těchto i předchozích měření zodpovědně konstatovat, že čelist'ové závěry VZ 200 i elektromotorický přestavník EP 600, zejména dimenzováním a provedením závěrových háků, přídržného ústrojí zajišťujícím stabilní koncovou polohu závorovací tyče čelist'ového závěru plní bezpečně svůj podíl na zapevňovací funkci.

Měření namáhání v pražcovém podloží - železničního spodku

Měření napjatostních poměrů v pražcovém podloží bylo realizováno v **žst. Zaječí v km 102,210**, kde je nainstalováno měřicí zařízení pro dlouhodobé měření a sledování pražcového podloží, s cílem zjištění závislosti namáhání podloží na rychlosti pojezdění, zatížení a druhu kolejových vozidel. Měření provádí firma KOLEJCONSULT & servis, spol. s r.o. v rámci úkolu: „**Vliv dynamických účinků provozu na stabilitu tělesa žel. spodku**“.

Pro měření parametrů resp. změny napjatostních poměrů byly použity tlakoměrné hadice \varnothing 3/4" naplněné tlakovou vodou. Změny tlaku byly snímány tenzometrickými tlakoměry typu TT a zaznamenávány do počítače. Během průjezdů vlakových souprav byla provedena měření amplitudy budící tlakové síly. Kvůli reprodukovatelnosti a korektnosti byla měření provedena ve dvou nezávislých měřicích okruzích.

Vlastní měření byla provedena ve třech úrovních pražcového podloží:

- 1 150 mm pod TK ... v niveletě zemní pláně tvořené mechanickou stabilizací
- 730 mm pod TK ... v niveletě pláně tělesa žel. spodku – na konstrukční vrstvě ze štěrkové drtě
- 420 mm pod TK ... na ložné ploše pražce

V jednotlivých měřicích horizontech byly současně ověřeny základní parametry podle TKP ČD, které ve všech ukazatelích splnily požadované předepsané hodnoty.

Ze získaných výsledků lze konstatovat, že namáhání tělesa železničního spodku vyvolané při průjezdu vlakovou soupravou o rychlosti 200 km/hod. je poměrně hodnotám, které byly naměřeny při běžném provozu při pojezdění vlakovými soupravami o rychlostech 50 ÷ 160 km/hod. Uspořádání konstrukčních vrstev v pražcovém podloží používané při modernizacích resp. optimalizacích železničních tratí, při splnění předepsaných parametrů a dodržení technologií provádění, plně vyhovuje provoznímu zatížení při rychlostech do 200 km/hod.

Zabezpečovací zařízení a rychlost 200 km/hod.

Výsledky zkušební jízdy a lokálních měření exaktně potvrdily schopnosti trakčního systému i konstrukce železničního svršku a spodku splnit podmínky pro provoz rychlostí 200 km/hod. Bylo tedy potvrzeno, že úvahy o možnostech jejich využívání pro rychlost vyšší než 160 km/hod. jsou reálné i v podmínkách ČD.

Jak lze hodnotit situaci v oblasti zabezpečovacího zařízení? Nejprve je potřeba uvést, že pro zajištění bezpečnosti pro zkušební jízdu bylo zabezpečovací zařízení sice v činnosti, ale současně byla přijata další administrativní opatření. Tato nutnost vyplynula zejména z toho, že použité hnací vozidlo zatím nemá ukončen schvalovací proces pro provoz na ČD z hlediska úrovně pro kolejové obvody rušivých signálů a zejména s ohledem na bezpečnost na železničních přejezdech. Funkce zabezpečovacího zařízení byla sledována a byla prováděna měření silových účinků projíždějící soupravy vozidel na výhybku (viz výše).

Vzhledem k vydaným bezpečnostním opatřením nemohlo být provedeno přímé měření na kolejových obvodech, protože v reléové ústředně nemohl být žádný pracovník. Podrobná **analýza činnosti kolejových obvodů i elektronických zabezpečovacích zařízení ET-B byla provedena z archívu diagnostického systému REMOTE.** Z vlastního sledování průběhů zkušebních jízd i z provedených analýz lze jednoznačně konstatovat, že **zabezpečovací zařízení pracovalo bez závad, jeho činnost byla stabilní,** došlo k správnému postupnému rušení závěru cesty a všechny úseky kódovaly kód zeleného světla.

Shrňme-li poznatky ze sledování chování zabezpečovacího zařízení, můžeme konstatovat, že v jeho funkci nebylo sledováno závad či odchylek od předepsané činnosti. Měření vlivů působících na výhybku potvrdilo premisy o chování systému zabezpečení výhybek na koridorových tratích. Lze tedy konstatovat, že i v oblasti zabezpečovacích zařízení jsou úvahy o jeho využívání při rychlostech vyšších než 160 km/hod. reálné a zkušební jízda jistě bude racionálním impulsem pro prohloubení analýzy podmínek, za kterých by bylo možné toto zvýšení rychlosti provozně využívat.

Podívejme se na tyto podmínky podrobněji. Zvýšení rychlosti až na 200 km/hod. v oblasti:

- **zabezpečení výhybek UIC** pro jízdu vlaků přímým směrem po hrotu i proti hrotu nebude vyžadovat principiálních úprav, způsob zabezpečení pro vyšší rychlosti než 160 km/hod. je dnes již zakotvena v TNŽ 34 2620 „Staniční a traťová zabezpečovací zařízení“, je však zřejmá podmínka udržovat jízdní cestu v dokonalém technickém stavu,
- **spolupůsobení vlaku**, i když zde nebylo pozorováno závad, lze doporučit prověrku reakčních časů kolejových obvodů při jízdě krátkých souprav, aby nedocházelo k nespolehlivému vybavování vlakových cest případně uvolňování jednotlivých traťových oddílů,
- **viditelnosti návěstidel** by mohlo přinést výrazné požadavky na nové situování návěstidel, což je poměrně nepříjemný a ne vždy splnitelný úkol, který lze však snadno obejít tím, že vlaky jedoucí vyšší rychlostí než 160 km/hod. budou jednoznačně povinně vybaveny **systémem ERTMS/ETCS úrovně 2, který umožňuje jízdu i zcela bez návěstidel,**

- **vlakového zabezpečovacího zařízení** je zcela jednoznačná podmínka vybavení rychlých vlaků systémem jednotného evropského vlakového zabezpečovače ERTMS/ETCS, stávající systém LS je již v těchto podmínkách nepoužitelný,
- **železničních přejezdů** je situace nejožehavější, již při rychlostech nad 120 km/hod. je existence úrovnových železničních přejezdů výrazným ústupkem bezpečnostním požadavkům na železniční provoz, nelze tedy v žádném případě uvažovat o využívání rychlostí nad 160 km/hod. v úsecích s úrovnovými železničními přejezdy, a to jak z hlediska bezpečnostního, tak i z hlediska provozního v podmínkách smíšeného provozu vlaků s výrazně rozdílnými rychlostmi,
- **řízení provozu** je nezbytné proto, aby mohla jízda rychlého vlaku organizačně zajištěna tak, aby zabezpečovací zařízení bylo dálkově ovládáno v úseku minimálně o dva mezistaniční úseky přesahující na obě strany úsek s vyšší rychlostí uceleně z centrály DOZ,
- **využití systému ERTMS/ETCS úrovně 2**, který je pro úvahy o vyšších rychlostech nezbytnou podmínkou, vyžaduje **existenci digitálního rádiového systému GSM-R**, který zároveň zajistí všechny nároky na hlasové služby včetně komunikace s vlakem pro zajištění železničního provozu, vycházíme-li ze skutečnosti, že oba tyto systémy jak GSM-R tak i ETCS budou na koridorových tratích budovány v nejbližším období z důvodů zajištění interoperability koridorových tratí ČD v evropském železničním prostoru, stávají se úvahy o jejich využití i pro zvýšení rychlosti na některých úsecích koridorových tratí zcela reálnými a navíc by to byl další faktor ke zhodnocení investic jak do modernizace koridorových tratí, tak i do systémů GSM-R a ETCS.

Závěr

Z výše uvedeného, je zřejmé, že:

- Výsledky zkušebních jízd, diagnostických měření i provedena lokální měření prokázala a jednotlivé zprávy ve svých závěrech potvrzují, že **„...bylo prokázáno, že parametry tratě a jednotlivých konstrukčních prvků používaných při modernizaci koridorů svým provedením i kvalitou vyhovují požadavkům i pro rychlost 200 km/hod.“**
- Přínos dubnové zkušební jízdy, je vedle exaktního zjištění chování trakčního systému a konstrukce železničního svršku i spodku při rychlosti 200 km/hod. a tedy potvrzení, že reálnost úvah o využívání vyšších rychlostí na našich koridorových tratích je plně opodstatněna i v tom, že byl dán první výraznější impuls, jehož výsledky opravňují dle mého názoru podniknout další systémové kroky k dosažení tohoto cíle.
- Využívání některých stávajících úseků koridorových tratí, na kterých nejsou úrovnové železniční přejezdy (resp. by byly zrušeny) pro rychlosti až do 200 km/hod. je po doplnění systému GSM-R a ETCS reálně možné bez dalších masivních investic.
- Zavedení tohoto kroku do pravidelného provozu si jednoznačně vyžádá ještě provedení mnoha analýz a řešení celé řady problémů mimo jiné například

zajištění bezpečnosti cestujících na nástupištích při průjezdu rychlých vlaků. Rovněž tak podrobněji nebyla zmiňována a analyzována problematika vztahu „kolo – kolejnice“ a „sběrač – trakční vedení“. Jedná se však o reálnou možnost, která by mohla začít stanovením úseků koridorových tratí, na kterých by tento krok byl vzhledem ke geografickým a dalším známým podmínkám optimální a pak tyto úseky prošetřit z pohledu ostatních podmínek infrastrukturních zařízení i všech dalších souvislostí.

- Rozhodně však už v této etapě **je nezbytné zahájit práce na změně legislativy, technické normalizace a předpisů** tak, aby bylo možné zajistit postupný nárůst potřeby Českých drah zajišťovat zkušební jízdy drážních vozidel a zkušebních souprav na stávajících tratích a případně projektovat modernizované úseky na rychlost vyšší než 160 km/hod.

V závěru si dovoluji připomenout základní záměr mého příspěvku – impuls k zahájení širší diskuse na téma „**Rychlost 200 km/hod. na tratích ČD**“.

Literatura:

- [1] Grim, J.: Rychlost 200 km/hod. na tratích Českých drah, NŽT č. 2/2002
- [2] Grim, J.: Diagnostika železniční dopravní cesty při vyšších rychlostech, odborný seminář Czech Raildays, Ostrava, 12. 6. 2002 – sborník vydaný na CD
- [3] Namáhání železničního svršku při rychlosti 200 km/hod., FAST VUT Brno, 31. 5. 2002
- [4] Zvěřina, P., Plášek, O.: Měření namáhání železničního svršku při zkušebních jízdách rychlostí 200 km/hod., NŽT č. 3/2002
- [5] Zabezpečení výhybek pro rychlost 200 km/hod., AŽD Praha s. r. o., Závod Technika, červen 2002
- [6] Šanc, V.: Vyšší rychlosti a zabezpečení výhybek, NŽT č. 3/2002
- [7] ÖBB – Messtechnischer bericht: TB.001/02 – Messfahrt mit TFZ. 1116 015-7: Břeclav - Vranovice, Vranovice – Břeclav, Streckengleis 2 – 10. 04. 2002
- [8] Zpráva z měření zkušební jízdy Břeclav – Vranovice rychlostí 200 km/hod. v TNS Břeclav, ČD – TÚDC, duben 2002
- [9] Krupica, J.: Poznatky z napájení zkušebních jízd 200 km/hod. v traťovém úseku Břeclav – Vranovice, NŽT č. 3/2002

Mechanizace pro diagnostiku a údržbu železničních tratí

Ing. Mojmír Nejezchleb, ČD, s.o., DDC, o.z., 013

Údržba železniční dopravní cesty je nezbytnou činností pro zajištění bezpečnosti, spolehlivosti a komfortu železniční dopravy.

Velmi těsnou vazbu mezi diagnostikou a údržbou železničních tratí je třeba všestranně rozvíjet a podporovat, neboť obě činnosti se vzájemně prolínají a spolupůsobí.

Kvalitně a účelně provedená diagnostika pomůže zavčas odkrýt nebo předpovědět možné závady a najít přesné místo a čas pro finančně optimální provedení údržbových prací. Jako zpětná vazba pak diagnostika působí pro vyhodnocení kvality provedených prací.

V oblasti traťového hospodářství existuje řada forem provádění diagnostiky (pěší pochůzky, kontrolní jízdy, měsíční a čtvrtletní revize výhybek včetně měření), ale hlavní důraz je třeba položit na diagnostické prostředky zjišťující reálné parametry kolejové jízdní dráhy a jejich součástí bez zahrnutí subjektivního vlivu lidského činitele, pokud možno kontinuálně. Tyto dva požadavky na diagnostiku jsou současným evropským i světovým trendem.

Po diagnostice pak následuje vlastní realizace údržbových prací, u kterých je ve většině případů optimální nasazení strojů a mechanizace. Zpětná vazba o kvalitě provedených prací je pak znovu záležitostí diagnostiky.

Ve svém příspěvku bych chtěl zrekapitulovat současný stav a vývojové trendy pro nasazení diagnostických prostředků a strojů v oblasti traťového hospodářství Českých drah.

1. Diagnostika geometrických parametrů koleje

Tuto oblast je možno rozdělit na diagnostiku běžné koleje a výhybek, přičemž v obou případech je nutno ve smyslu platné legislativy (vyhláška č. 177/1995 Sb.) zajistit kontinuální sběr všech potřebných dat. To umožňují v současné době tyto prostředky:

- měřící vůz pro žel. svršek (MV),
- měřící drezína (MD),
- malá měřící drezína (MMD) – není dosud schválena jako typ vozidla,
- měřící vozík KRAB,

a částečně:

- elektronická pojízdná rozchodka (EPR) – neměří směr koleje,
- repasované pojízdné rozchodky RBP II – rovněž neměří směr koleje.

Je třeba zdůraznit zejména dva rozhodující aspekty:

- nutnost kontinuálního měření geometrických parametrů ve všech kolejích a větvích výhybek v souladu s platnou legislativou a předpisy ČD,
- optimální zjišťování geometrických parametrů pod zatížením, což v současné době splňuje měření provedené měřícím vozem, měřící drezínou a malou měřící drezínou.

2. Diagnostiku kolejnic je možno rozdělit do těchto oblastí:

- Defektoskopie kolejnic a výhybkových součástí je zajišťovaná ručními defektoskopickými přístroji DIO 562 – 2 CH firmy Starmans. Probíhající úkol

technického rozvoje řeší vývoj defektoskopické drezíny s kontinuálním snímáním závad a vlastním pojezdem.

- Mikrogeometrie kolejnic je diagnostikována modulem CNS měřícím vozem žel. svršku. Výstupy z tohoto modulu budou do budoucna rozhodující zejména s ohledem na zjišťování potřeby opravného broušení.
- Příčný profil kolejnic umožňuje diagnostikovat modul ORIAN, zabudovaný rovněž na měřícím voze pro žel. svršek. Výstupy z tohoto modulu jsou zásadní zejména pro zajišťování potřeby výměny kolejnic.

3. Diagnostika výhybek zahrnuje v sobě kromě měření geometrických parametrů navíc speciální typy měření:

- měření trajektorie průjezdu výhybkou pro zajištění nutnosti broušení a navařování výhybkových součástí a po provedení prací. Pro toto měření jsou schváleny šablony KŽV a PŠR,
- měření profilu srdcovky elektronickým či mechanickým profiloměrem.

Nejnovějším světovým trendem uplatňovaným zatím především u vysokorychlostních tratí je permanentní diagnostika chování výhybek u žel. provozu. Je založena na systému měnících čidel a snímačů trvale umístěných ve výhybce a monitorujících její okamžitý stav. Informace jsou pak přeneseny do dispečerského centra, odkud jsou řízeny operativní údržbové zásahy.

4. Diagnostika odezvy vozidla je zajišťována měřícím vozem pro železniční svršek v modulu VRA měřením a vyhodnocováním parametru Y/Q a Prud'hommeova kritéria. Kontinuální snímání těchto údajů z tratě se v budoucnosti předpokládá rovněž měřícími podvozky na soupravách ř.680 s výkyvným skříněmi, pro jejichž bezpečný provoz jsou tyto parametry rozhodující.

5. Nedestruktivní diagnostika bezstykové koleje (zjišťování skutečných upínacích teplot) patří k velmi důležitým oblastem měření. Bohužel díky složitosti problematiky je celosvětově teprve v počátcích. U ČD je testován přístroj RAILSCAN (provozuje firma Pirell Č. Třebová) a VERSE (produkce britské firmy Vortok)

6. Diagnostika průjezdného průřezu je bohužel zatím nekontinuálně zajišťována fotogrammetrickým strojem FS-3. Přitom parametr "prostorové průchodnosti" má vedle zatížitelnosti zásadní význam pro možnost nabídky železniční sítě provozovatelům drážní dopravy, popř. přepravecům.

Ve spolupráci s TÚDC Praha je snaha o zajištění kvalitního a cenově dostupného zařízení diagnostikujícího kontinuálně průjezdný průřez a jeho překážky s dostatečnou mírou přesnosti a praktické použitelnosti.

7. Nedestruktivní diagnostika pražcového podloží (šterkového lože a konstrukčních vrstev) je prováděna místně či kontinuálně s využitím georadaru. Měření se uplatňuje zejména jako součást průzkumu před zahájením projekčních prací (bývá doplněno klasickými geotechnickými zkouškami) či jako kontrolní měření při ukončení staveb a při náhlých poruchách pražcového podloží.

Tak jak bylo uvedeno na začátku příspěvku, následuje v případě potřeby po diagnostice provedení údržbových, resp. opravných prací, zajišťujících bezpečný a komfortní železniční provoz.

Použití mechanizace v některé z jejich podob (drobná či těžká kolejová) je u prací na žel. svršku a spodku samozřejmostí a nutností.

Z důvodu zásadního významu a specifiky výběru strojů je třeba se zabývat zejména dvěma typy prací:

- broušení kolejnic a výhybek
- souvislým propracováním kolejí a výhybek (úpravou geom. parametrů koleje)

8. Broušení kolejnic

Broušení kolejnic je až dosud v podmínkách ČD realizováno jako tzv. „preventivní“ při modernizaci či optimalizaci koridorových tratí. Při tomto broušení se zčásti odstraňují povrchové vrstvy běžně se vyskytující při výrobě kolejnic a zčásti je zřizován optimální profil hlavy kolejnice - u ČD se využívá především profilu dle předpisu DB IOTS 136.

Výhledově má zásadní význam tzv. „opravné„ broušení na již provozovaných tratích. Toto broušení zajišťuje průběžnou likvidaci provozního opotřebení kolejnic, soustavné udržování žádoucího obrysu hlavy kolejnice a pro udržení geometrických parametrů koleje a životnosti díla.

Pravidelné opravné broušení rovněž zabraňuje vzniku tzv. kontaktních vad (head check, squats). Mechanizace pro tento druh prací je v současnosti nabízena firmou SPENO (Švýcarsko) či Loram (USA, zastoupení Schwerbau – SRN). Výběr konkrétních strojů je zejména otázkou technické kvality, ale i časové a finanční dostupnosti.

Broušení výhybek je v současnosti zajišťováno ručními či kontinuálními prostředky v souladu s OTP a TPD schválenými O 13 DDC.

Jako nezbytné se v budoucnosti jeví využití brusek s vlastním pojezdem, takové nabízí např. firma SPENO, bohužel prozatím se značným omezením v oblasti srdcovek a výměn (jazyky + opornice).

9. Stroje

Souvislé propracování kolejí a výhybek je nutno realizovat důsledně dle výsledků diagnostiky (výstupy z měřícího vozu pro železniční svršek) a při použití moderních strojních linek (rychlá traťová ASP, kolejový šterkový pluh, výhybková ASP s přizvedáváním odbočné větve a podbitím hlav. pražců, zhutňovač kolejového lože a dynamický stabilizátor).

Pro kvalitní provedení prací na koridorových tratích je nutno pro souvislé propracování kolejí sestavit linku z těchto strojů:

- automatická strojní podbiječka (ASP)
- zhutňovač kolejového lože
- pluh pro úpravu kolejového lože
- dynamický stabilizátor

Stroje by měly být do linky zařazeny důsledně ve výše uvedeném pořadí.

Před touto linkou je velmi vhodné zejména v úsecích s obtížným směrovým řešením trasy nasadit zařízení ROLAS pro vytýčení polohy koleje metodou dlouhé tětiny. V současné době je u TÚDC Praha realizován „upgrade“ tohoto zařízení, který umožní dosáhnout stejného hodinového výkonu měření jaký dosahují ASP řady 09.

V podmínkách ČD jsou dnes dostupné jednak stroje ve vlastnictví TSS Pardubice (popř. TÚDC Praha) a jednak ve vlastnictví firem, pracujících na žel. svršku (především ŽS Brno a.s., Železniční stavitelství Praha a.s., popř. MTH Praha a.s. jako jeden z výrobců strojů).

Je třeba se zmínit alespoň o těchto strojích:

- zařízení ROLAS – měření absolutní polohy koleje metodou dlouhé tětiny
- ASP 09 – 16 CSM – je vybavená měřícím zařízením KRAB a spolupracuje se zařízením ROLAS
- ASP 08 – 475 4S UNIMAT – universální ASP vhodná též pro souvislé propracování výhybek
- Kolejový pluh KP 900 se zásobníkem přebytečného štěrku
- Kolejový pluh SSP 110 SW se zásobníkem přebytečného štěrku
- Zhutňovač štěrku ZŠ 800
- Zhutňovač štěrku ZŠ 802
- Dynamický stabilizátor VKL 402 pracující i v režimu konstantního poklesu (řízená nivelace) – tento režim je pro nasazení při souvislém propracování kolejí nezbytný.

Reálný výkon linky sestavené z ASP, zhutňovače štěrku, kol. pluhu a stabilizátoru je limitován výkonem zhutňovače a představuje cca 600 m/hod.

Je třeba znovu zdůraznit, že stroje je nutno zařazovat do linky pro souvislé propracování pouze ve výše uvedeném pořadí, a že použití méně kvalitních strojů případně nekompletnost linky bude mít vždy vliv na kvalitu a životnost provedených prací.

U souvislého propracování výhybek na koridorových tratích je třeba jednoznačně počítat s nasazením výhybkové podbíječky umožňující synchronní zdvih odbočné větve výhybky a současné podbití výhybkových pražců v odbočné větvi (např. výše zmíněná ASP 08 – 475 4S UNIMAT). Současně je nezbytná trvalá osvětla v oblasti nutného provádění demontáží veškerých zařízení výhybek, která nedovolují kvalitní strojní podbití (prvky EO, lanová propojení, spojovací tyče a táhla u výhybek bez žlabových pražců) a v oblasti řádného zašterkování výhybek před započítáním prací, případně dohození štěrku v jejich průběhu.

10. Závěr

Závěrem mi dovoluji uvést, že pouze cílevědomé nasazení diagnostických prostředků, práce s jejich výstupy a kvalitní mechanizace zaručí efektivní a ekonomicky přijatelnou realizaci opravných a údržbových prací v oblasti železničního svršku a spodku. Uplatnění této zásady by se mělo stát samozřejmostí.

Evropská norma prEN(V) 13803-1

„Návrh parametrů polohy koleje“ a interoperabilita

Ing. Danuše Marusičová, GR ČD, s.o.

1. Úvod a základní pojmy

Historicky se železnice v jednotlivých státech vyvíjela jako národní odvětví. Následkem toho vzniklo mnoho odlišností, ať již jde o konstrukční prvky infrastruktury, vozidla, technologie údržby nebo dopravní předpisy.

Brzy však vlády evropských zemí začaly chápat mezinárodní význam železnice, a proto se již v roce 1882 uskutečnila v Bernu první mezinárodní konference, která se zabývala harmonizací rozhodujících rozměrů vozidel a zařízení železnice. Výsledkem byly „Dohody o technické jednotě v železniční dopravě“. Snaha po posílení harmonizace v železnici vedla pak v roce 1922 k založení UIC – Mezinárodní železniční unie, kde jedním ze zakládajících členů byly i bývalé ČSD.

Postupující evropská integrace v šedesátých letech minulého století dala vzniknout Evropské unii, která začala řešit mimo jiné i integrované předpisy - evropské normy - EN.

Přípravou norem byly pověřeny

- **CEN** - Evropská komise pro normalizaci (s výjimkou oblastí řešených v CENELEC)
- **CENELEC** - Evropská komise pro normalizaci v oblasti elektrických, sdělovacích a zabezpečovacích zařízení
- **ETSI** - Evropská komise technických specifikací pro interoperabilitu.

V roce 1997 bylo po dlouhotrvajících jednáních mezi Evropskou komisí (EK) a UIC podepsáno Memorandum o uznání vyhlášek UIC jako základů pro tvorbu evropských norem připravovaných CEN (obdobné memorandum mezi UIC a CENELEC bylo podepsáno dříve).

Avšak ani vyhlášky UIC ani evropské normy se do praxe neprosazovaly s dostatečným účinkem, i nadále se vyvíjely navzájem nekompatibilní systémy. Proto EK, ve snaze po zajištění jednotného otevřeného trhu pro železniční průmysl a zvýšení mobility zboží i osob v evropském prostoru, připravila v polovině devadesátých let minulého století první směrnici o interoperabilitě, která jako Směrnice 96/48/EK o interoperabilitě transevropského vysokorychlostního železničního systému byla schválena 23. 6. 1996. V roce 1999 začala EK s přípravou další směrnice, která jako Směrnice 2001/16/EK o interoperabilitě transevropského konvenčního železničního systému byla schválena 19. 3. 2001.

Pro slovo „interoperabilita“ nemá čeština (stejně jako řada dalších jazyků) jednoslovný překlad a proto jsme se naučili používat tento pojem bez překladu. Podle některých odborníků [8] vznikl pojem „interoperabilita“ díky NATO, kdy pro přípravu složitých společných akcí definovali interoperabilitu takto: „Interoperabilita je způsobilost (schopnost) více systémů, jednotek, příp. jiných seskupení, jejichž momentální stav (současná organizace) a vztahy umožňují vzájemnou podporu a realizaci společně odsouhlasených postupů“.

V rámci shora uvedených směrnic o interoperabilitě (podrobněji viz Kap. 3) se železniční systém dělí na podsystémy (infrastruktura, vozidla, řízení a zabezpečení vlakové dopravy, energie, provoz, ...). Pro každý subsystém se zpracovávají technické specifikace

interoperability (TSI), které definují základní požadavky na podsystém a jeho vnější vztahy a základní parametry nutné pro dosažení interoperability. Evropské normy je pak třeba dát s TSI do souladu, normy vydané před platností TSI musejí zajistit soulad při nejbližší jejich novelizaci (novelizace předpokládá každé dva roky). Na rozdíl od norem jsou TSI závazné pro všechny členské státy Evropské unie. EK pověřila zpracováním TSI Evropskou asociací železniční interoperability (AEIF), ve které jsou zástupci UIC, UNIFE (Unie evropského železničního průmyslu) a UITP (Mezinárodní unie veřejné dopravy). V AEIF mají zástupce i ČD. První hotové návrhy TSI byly k diskusi a připomínkám předloženy v září 1999.

2. návrh prEN(V)13803 „Návrh parametrů polohy koleje“

2.1 CEN a železnice

CEN připravuje normy řešící většinou technickou problematiku. Jednotlivé obory jsou přiděleny technickým komisím (TC - Technical Committee) a ty se pak dále obvykle dělí na podkomise (SC - Sub-Committee). Základním pracovním orgánem CEN, ve kterém vznikají vlastní normy, pak jsou pracovní skupiny (WG - Working Group) a případně jejich návrhové skupiny (DG - Draft Group) připravující vlastní znění návrhu jednotlivých kapitol příslušné normy. Tvorba návrhu normy trvá zpravidla 60 měsíců (5 let).

Evropské normy mají před číslem normy různé označení. Při vzniku normy bývá obvyklé její označení „prEN“ značící něco jako „přednormu – v angličtině „pre-standard“. Předpokládá se, že z praktického užívání nové normy mohou vzniknout připomínky, které se při první novelizaci zapracují a norma ztratí ono „pr“. V označení normy ENV pak „V“ znamená stupeň závaznosti, kdy „V“ značí „voluntary – dobrovolné“.

Železniční technická problematika přísluší TC 256 - Railway applications - (železniční aplikace, kam patří vozidla a železniční infrastruktura s výjimkou elektrotechnických, sdělovacích a zabezpečovacích zařízení, která náležejí do normalizační organizace CENELEC). TC 256 má 3 podkomise:

- SC1 – Trať (Track)
- SC2 – Dvojkolí a podvozky (Wheelsets/Bogies)
- SC3 – Brzdění (Braking)

a pak ještě několik do subkomisí nezařazených pracovních skupin.

2.2 prEN(V) 13803 Železniční aplikace – Návrh parametrů polohy koleje, rozchod 1435 mm a širší – část 1 a 2

Návrh parametrů polohy koleje patří mezi základní charakteristiky železniční tratě. Návrh evropské normy prEN(V) 13803 Železniční aplikace – Návrh parametrů polohy koleje, rozchod 1435 mm a širší – část 1 a 2 (Railway application – Track alignment design parameters – Track gauge 1435 mm and wider – Part 1 and Part 2) je dílem pracovní skupiny WG15.

Zatímco část 1 má označení „ENV“ (viz 2.1) bylo již pro část 2 odsouhlaseno TC256 označení „EN“ právě pro závaznost normy v rámci interoperability. Část 1 se začala zpracovávat před vydáním směrnic o interoperabilitě, ale díky tomu, že vedoucí WG15 pan Montagné (SNCF) byl do odchodu do důchodu i vedoucím odpovědným za přípravu prvního návrhu TSI pro infrastrukturu vysokorychlostních tratí (VRT), je prENV 13803-1 první normou TC256, která již zná i TSI pro VRT.

Česká republika je zastoupena v pracovní skupině WG15 od konce roku 1995 prostřednictvím ČD. Nejdříve jako pozorovatel a od dubna 1997, kdy se Česká republika stala řádným členem CEN, jako plnoprávný člen pracovní skupiny.

2.3 prEN(V) 13803-1 – Návrh parametrů polohy koleje, rozchod 1435 mm a širší – část 1 – Kolej (Plain track)

Poměrně dlouhou dobu trvaly diskuse nad optimálním obsahem i rozsahem normy. Po věcné stránce má norma 5 částí základního textu a 10 příloh:

1. Úvod a popis rozsahu normy
 2. Terminologie a definice
 3. Seznam zkratk
 4. Všeobecně (Parametry návrhu polohy koleje, Kvantifikační parametry, Kategorie tratí)
 5. Limitní hodnoty doporučené a maximální (nebo minimální) pro návrh parametrů polohy koleje
- 10 příloh (1 závazná, ostatní informativní).

Pro bližší představení normy se v příspěvku zaměřím na 4. a 5. část a uvedení příloh.

2.3.1 Parametry návrhu polohy koleje

Jako základní parametry polohy koleje norma definuje:

- poloměr horizontálního oblouku R (m) (S^*)
- *převýšení D (mm) (S^*)*
- *nedostatek převýšení I (mm) (S^*)*
- nevyrovnané příčné zrychlení v úrovni koleje a_q (mm/s²) (S^*)
- přebytek převýšení E (mm)
- změna převýšení jako funkce času dD/dt (mm/s)
- změna převýšení jako funkce délky dD/dl (mm/m) (S^*) – jiné vyjádření strmosti vzestupnice
- změna nedostatku převýšení jako funkce času dI/dt (mm/s)
- délka směrových prvků (kruhové oblouky a přímé) L_i (m)
- délka přechodnic v horizontální rovině L (m)
- poloměr vertikálních oblouků R_v (m)
- vertikální zrychlení a_v (mm/s²)
- rychlost V (km/h) (S^*),

kde (S^*) značí parametr s bezprostředním vlivem na bezpečnost, kursivou pak jsou označeny parametry uvedené také v TSI pro infrastrukturu.

2.3.2 Kvantifikační parametry

Norma pracuje s 2 limitními hodnotami u rozhodujících parametrů:

- doporučené
- a maximální nebo minimální, tyto pak ještě rozlišuje podle jejich vlivu na bezpečnost
 - s bezprostředním vlivem na bezpečnost – použití závisí na aktuálním technickém stavu koleje a GPK
 - bez prostředního vlivu na bezpečnost (vliv na jízdní komfort a ekonomiku údržby).

2.3.3 Kategorie tratí

Poměrně dlouhou dobu bylo diskutováno rozdělení tratí do kategorií s ohledem na rychlost, typ dopravy a použití typu vozidel. Výsledkem je 5 kategorií tratí resp. 6, protože kategorie II se ještě člení na „II a“ a „II b“. Kategorie tratí pokrývají rychlostní spektrum od 80 km/hod. včetně do 300 km/hod. včetně, jak ukazuje tab. č. 1.

Tab. 1: Kategorie tratí podle pr ENV 13803-1

Kategorie tratí	Charakteristika dopravy a vymezení rychlosti
I	smíšená doprava, osobní vlaky s rychlostí 80 km/hod. $\leq V \leq 120$ km/hod.
II a	smíšená doprava, osobní vlaky s rychlostí 120 km/hod. $< V \leq 160$ km/hod.
II b	smíšená doprava, osobní vlaky s rychlostí 160 km/hod. $< V \leq 200$ km/hod.
III	smíšená doprava, osobní vlaky s rychlostí 200 km/hod. $< V \leq 300$ km/hod.
IV	smíšená doprava, osobní vlaky s rychlostí $V \leq 230$ nebo 250 km/hod. s vozidly se speciálními technickými charakteristikami (nízká hmotnost na nápravu, nízký koeficient ... apod.) – dále v tabulkách označené *
V	osobní doprava pro rychlost 250 km/hod. $\leq V \leq 300$ km/hod.

2.3.4 Limitní hodnoty doporučené a maximální (nebo minimální) pro návrh parametrů polohy koleje

Limitní hodnoty řeší norma pro následující parametry:

- Převýšení **D lim**
- Nedostatek převýšení **I lim**
- Míra změny převýšení jako funkce času (**dD/dt**) **lim** pro vzestupnice
 - a) lineární
 - b) s proměnnou křivostí
- Míra změny nedostatku převýšení jako funkce času (**dI/dt**) **lim**
- Minimální délka směrových prvků **L_i** (kruhové oblouky a přímé)
- Poloměr vertikálního oblouku (**R_v**) **lim**
- Vertikální zrychlení (**a_v**) **lim**

Z důvodu omezeného rozsahu příspěvku jsou dále ze shora uvedených parametrů uvedeny tabelárně zpracované jen limitní hodnoty, doporučené i maximální, pro parametry uvedené i v TSI:

- převýšení (viz Tab. 2),
- nedostatek převýšení (viz Tab. 3).

Definování změn převýšení a nedostatku převýšení i jako funkce času charakterizuje tyto parametry poněkud odlišněji než jak jsme dosud zvyklí např. z platné ČSN 736360 „Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha“.

Z dalších parametrů rozhodujících o poloze koleje v terénu pak jsou ještě uvedeny limitní hodnoty pro:

- délku směrových prvků (viz Tab. 4) a
- poloměr vertikálního oblouku (viz Tab. 5).

V následujících tabulkách označení * u kategorie tratí IV znamená speciální úpravu vozidel, jak je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 2: Převýšení D lim (mm)

Kategorie tratí (rychlost km/hod.)	I smíšený provoz, osobní $80 \leq V \leq 120$	II a smíšený provoz, osobní $120 < V \leq 160$	II b smíšený provoz, osobní $160 < V \leq 200$	III smíšený provoz, osobní $200 < V \leq 300$	IV smíšený provoz, osobní* $230 < V \leq 300$	V pouze osobní provoz $250 \leq V \leq 300$
Doporučená limitní hodnota	160	160	160	160	160	160
Maximální limitní hodnota	180	180	180	180	180	200

Komentář k tabulce:

- podle ORE B55/Rp5 a 8 se doporučuje u malých poloměrů $D_I = (R-50):1,5$
- omezení převýšení u nástupišť (110 mm), výhybek, úrovnových přejezdů, mostů a tunelů

Tab. 3: Nedostatek převýšení I lim (mm)

Kategorie tratí	Poloměr oblouku nebo V (km/hod.)	Doporučené limitní hodnoty		Maximální limitní hodnoty	
		nákladní doprava	osobní doprava	nákladní doprava	osobní doprava
I	$R < 650$ m	110	130	130	160
	$R \geq 650$ m	110	150	130	165
II a		110	150	160*	165
II b		110	150	160*	165
III	$200 < V \leq 250$	100	100	150*	150*
	$250 < V \leq 300$	80	80	130*	130*
IV	$V \leq 160$	110	160*	160*	180*
	$160 < V \leq 200$	x	140	x	160
	$200 < V \leq 230$	x	120	x	160
	$230 < V \leq 250$	x	100	x	150
V	$V = 250$	x	100	x	150
	$V > 300$	x	80	x	130*

* v textu normy jsou vysvětlení a doporučení pro použití těchto limitních hodnot

Tab. 4: Minimální délka směrových prvků L_i (m) – kruhové oblouky a přímé

Kategorie trati (rychlost km/hod.)	I smíšený provoz, osobní $80 \leq V \leq 120$	II a smíšený provoz, osobní $120 < V \leq 160$	II b smíšený provoz, osobní $160 < V \leq 200$	III smíšený provoz, osobní $200 < V \leq 300$	IV smíšený provoz, osobní* $230 < V \leq 300$	V pouze osobní provoz $250 \leq V \leq 300$
Doporučená limitní hodnota	$1/3V_{\max}^x)$			$\frac{V_{\max}}{1,5}$		
Maximální limitní hodnota	$1/5V_{\max}$			$1/2V_{\max}$		

Komentář k tabulce:

- ^{x)} pokud to je možné, je u spojení protisměrných oblouků žádoucí použít přechodnice s nulovou mezipřímou
- délky by neměly být kratší než 30 m (kratší délky viz část 2 této normy - výhybky)

Tab. 5: Poloměr vertikálního oblouku (R_V) lim (m)

Kategorie trati (rychlost km/hod.)	I smíšený provoz, osobní $80 \leq V \leq 120$	II a smíšený provoz, osobní $120 < V \leq 160$	II b smíšený provoz, osobní $160 < V \leq 200$	III smíšený provoz, osobní $200 < V \leq 300$	IV smíšený provoz, osobní* $230 < V \leq 300$	V pouze osobní provoz $250 \leq V \leq 300$
Doporučená limitní hodnota	$0,35 V_{\max}^2$ ^b	$0,35 V_{\max}^2$		$0,35 V_{\max}^2$		
Maximální limitní hodnota	$0,25 V_{\max}^2$ ^c			$0,175 V_{\max}^2$ ^a	$0,25 V_{\max}^2$ ^c	$0,175 V_{\max}^2$ ^a

Komentář k tabulce:

a – s tolerancí +10 % u vypuklého a +30 % vydutého lomu

b – na tratích, kde cestující stojí (metro) se doporučuje R_V větší než $0,77 V^2$

c – hodnota poloměru nemá být menší než 2 000 m

2.3.5 Přílohy

Nedílnou součástí normy je také 10 příloh A – I + ZA, které s výjimkou jedné – přílohy G týkající se rozchodu širšího než 1435 mm – mají charakter informativní. To však v žádném případě nesnižuje jejich význam. Jde o souhrny zkušeností, které by při používání normy měli respektovat jak investoři a projektanti, tak i správci a dodavatelé.

A – Dodatečné informace pro návrh polohy koleje týkající se tvaru a délky prvků

B – Klasifikace parametrů jako funkce jejich vlivu na bezpečnost, komfort a ekonomiku

C – Odolnost tratě proti příčným silám vyvozovaným vozidly

D – Ostatní kritéria přicházející v úvahu pro stanovení systému klasifikace tratě

E – Důsledky provozu vozidel s naklápěním skříní na odolnost, namáhání a únavu tratě

- F – Pravidla pro hodnoty parametrů adaptovaných na trať s rozchodem širším než 1435 mm
- G – Hodnoty parametrů pro návrh polohy koleje pro trať s rozchodem širším než 1435 mm (závazná příloha)
- H – Překážky a rizika vyplývající z použití maximálních (nebo minimálních) limitních hodnot
- I – Rekapitulace prací provedených v rámci ORE výboru B55 – maximální přípustné převýšení
- ZA – Vztahy mezi prEN a směrnicemi Evropské komise (98/48/EC)

2.4 prEN 13803-2 Návrh parametrů polohy koleje, rozchod 1435 mm a širší – část 2 – Výhybky a porovnatelné situace návrhu polohy s náhlými změnami křivosti (Switches and Crossings and comparable alignment design situations with abrupt changes of curvature)

Druhá část normy, která je věnována výhybkovým konstrukcím z pohledu jejich polohy v koleji, je ještě ve stadiu návrhu a diskusí v pracovní skupině WG15, konečná verze k předání do připomínek na TC256 by měla být hotova v lednu příštího roku.

Vlastní návrh konstrukce výhybek a dilatačních zařízení, jejich výroba, montáž a přejímka jsou obsahem prEN 13232-1 až 9 Železniční aplikace – (Trať) – Výhybky. Většina částí této normy je již hotova a nachází se v různém stupni připomínek, schvalování a vydání.

O obsahu prEN 13803-2 se zmíním jen stručně. V době psaní příspěvku, tj. koncem září 2002, je rozpracována verze 4.2. Kromě obligátních kapitol: Úvod a popis rozsahu normy, terminologie a definic, seznamu zkratk, předpokládá norma následující kapitoly:

- Základní kalkulace kritérií pro stanovení náhlých změn křivosti resp. nedostatku převýšení
- Kruhový oblouk bez přechodnice
- Kombinace kruhových oblouků
- Zásady umístění polohy výhybky v koleji

a 8 příloh (2 závazné, ostatní informativní):

- A – Všeobecně
- B – Široký rozchod (závazná příloha)
- C – Zásady pro umístění a použitelnost výhybek v hlavní koleji (závazná příloha)
- D – Limity příčného zrychlení: kvalita jízdy
- E – Maximální dovolená rychlost ve výměně
- F – Překážky a rizika vyplývající z použití limitních hodnot
- G – Rychlosti ve výhybkách při provozu vozidel s naklápěním skříní
- ZA – Vztahy mezi prEN a směrnicemi Evropské komise (98/48/EC, 2001/16/EC).

3. TSI pro subsystém „Infrastruktura“

3.1 Vydání TSI a jejich platnost a působnost

Ještě před vydáním TSI pro VRT vydala EK několik dalších dokumentů, které mají přímý vztah k interoperabilitě. Jedná se o:

- Zpráva Komise Radě a Evropskému parlamentu (COM-RE-EP z 11. 6. 1999) – mimo jiné uvádí nezbytnost řešení rozhraní s konvenčním železničním systémem a i vztah ke „třetím“ zemím.
- Doporučení Komise z 21. 3. 2001 (2001/290/EK) o základních parametrech trans-evropského vysokorychlostního železničního systému podle čl.5(3)b Směrnice 96/48/EK – je zde uvedeno 17 základních parametrů. Z hlediska stavební části infrastruktury to jsou: minimální průjezdný průřez a obrys vozidel, minimální poloměr oblouku, rozchod koleje, maximální namáhání tratě, minimální délka nástupiště a maximální délka vlaku, výška nástupiště, hmotnost na nápravu, hraniční charakteristiky vnitřního hluku, maximální limit pro tlakové změny, maximální stoupání, minimální osová vzdálenost kolejí, doprava handicapovaných osob. Ve vlastních TSI pak byly tyto základní parametry ještě rozšířeny.
- Sdělení Komise Radě a Evropskému parlamentu (COM(2002) 18 z 23. 1. 2002) k integrovanému evropskému železničnímu prostoru. Zde je mimo jiné uveden termín 15. 3. 2008 pro zajištění interoperability tak, aby byl zajištěn volný přístup k poskytování služeb v oblasti mezinárodní nákladní dopravy, zavedení podmínky interoperability pro financování dopravy ze zdrojů EU.

TSI pro VRT všech subsystémů byly publikovány v Úředním věstníku Evropského společenství (Official Journal of the European Communities) dne 12. 9. 2002 s tím, že vstupují v platnost 6 měsíců po oznámení Rozhodnutí, tj. 12. 3. 2003. Dále je uvedena závaznost jejich aplikace na stavby, rekonstrukce a údržbu. Česká republika zatím nemá VRT, proto uvádím jen dvě důležitá sdělení:

- Pro realizaci interoperability transevropského železničního systému je žádoucí, aby se TSI aplikovaly rovněž na obnovovací práce, což bude platit zejména pro TSI konvenční železniční dopravy podle Směrnice 2001/16/EK.
- Železnicím kandidátských států se doporučuje aplikovat TSI postupně v rámci uzavírání vstupních rozhovorů v příslušné kapitole.

Všechny TSI jako nepostradatelné zahrnují požadavky na bezpečnost, spolehlivost a použitelnost, ochranu zdraví lidí, ochranu životního prostředí a technickou kompatibilitu.

Pro konvenční železniční síť se TSI ve smyslu Směrnice 2001/16/EK pro první skupinu subsystémů začaly zpracovávat v letošním roce. Prioritu mají subsystémy pro řízení provozu a signalizaci a vše, co se týká nákladní dopravy. Subsystém Infrastruktura byl zařazen do druhé skupiny, příprava TSI ještě nezačala. Je samozřejmé, že se mezi vysokorychlostním a konvenčním systémem předpokládá kompatibilita zajišťující provozování některých vozidel v obou systémech, TSI pro konvenční tratě budou z TSI pro VRT vycházet. Ostatně Směrnice 96/48/EK uvádí, že přiměřeně platí i pro tratě spojující tratě vysokorychlostní.

3.2 TSI „Infrastruktura“ pro VRT

TSI mají 137 stran, z toho prvních 6 kapitol (ca 40 %) lze považovat za základní, kapitola 7 se týká implementace TSI včetně národních výjimek (8 stran), zbytek je věnován přílohám A – O.

Infrastruktura zahrnuje „pevná zařízení“ (fixed installations) tratě s výjimkou zabezpečovacího a sdělovacího zařízení a zařízení pro transformaci a dodávku elektrického proudu, které jsou obsahem jiných TSI.

TSI stanovují 3 kategorie tratí, řada ustanovení v TSI se však týká i rychlostí, které rozhodně nelze považovat za vysoké (viz dále).

Tab. 6: Kategorie tratí dle TSI pro vysokorychlostní systém

Kategorie trati	Charakteristika dopravy a vymezení rychlosti
I	speciálně postavené vysokorychlostní tratě vybavené pro rychlosti všeobecně rovné nebo vyšší než 250 km/hod.
II	speciálně modernizované vysokorychlostní tratě vybavené pro rychlosti řádově 200 km/hod.
III	speciálně modernizované vysokorychlostní tratě, které mají speciální rysy jako výsledek topografie, profilu nebo překážek ve městech, kdy musí být rychlost pro každý případ upravována

3.2.1 Základní parametry jsou

- Minimální průjezdný průřez (parametr 1)
- Minimální poloměr oblouku (parametr 2)
- Rozchod koleje (parametr 3)
- Maximální namáhání koleje (parametr 4)
- Minimální délka nástupiště (parametr 5)
- Výška nástupiště (parametr 6)
- Hraniční charakteristiky spojené s vnějším hlukem (parametr 17)
- Hraniční charakteristiky spojené s vnějšími vibracemi (parametr 18)
- Charakteristiky spojené s přístupem handicapovaných osob (parametr 22)
- Maximální tlakové změny v tunelech (parametr 23)
- Maximální klesání a stoupání (parametr 24)
- Minimální vzdálenost mezi osami kolejí (parametr 25)

3.2.2 Vztah TSI k prENV 13803-1

Oba dokumenty mají společné: parametr 3 – rozchod koleje a parametr 2 – minimální horizontální a vertikální poloměr oblouku. Oproti normě jsou v TSI limitní hodnoty těchto parametrů uvedeny mnohem méně podrobně. Určitý nesoulad je u nedostatku převýšení, norma připouští vyšší maximální limitní hodnoty (viz. dále). Nesoulad bude řešen zřejmě úpravou normy buď ještě před vydáním nebo při nejbližší novele. Způsob by měl být znám do konce tohoto roku.

Rozchod (parametr 3)

TSI uvažují pouze rozchod 1435 mm (rozchod 1668 mm - Španělsko a Portugalsko, 1524 mm – Finsko, 1602 mm – Severní Irsko jsou v kapitole 7 TSI uvedeny jako specifické případy).

Minimální horizontální a vertikální poloměr oblouku (parametr 2)

a) Horizontální oblouk

Poloměr oblouku

Pro oblast dep a spojovacích kolejí, kde vysokorychlostní vlaky jedou nízkou rychlostí, je stanoven minimální projektovaný oblouk 150 m (v praxi s ohledem na provozní tolerance v poloze koleje by neměl klesnout pod 125 m). V příloze H jsou řešeny minimální poloměry kolejových „S“. Pro běžnou kolej shodně norma i TSI nestanovují minimální poloměr, pouze jeho vztah k rychlosti.

Převýšení

TSI stanovuje nejvyšší projektované převýšení u nově budovaných tratí 180 mm, za provozu připouští tolerance ± 20 mm s tím, že převýšení nemá přesáhnout 190 mm. U tratí jen s osobní dopravou smí být maximum 200 mm. Norma uvedené hodnoty nepřekračuje, uvádí podrobněji doporučené i maximální hodnoty pro jednotlivé kategorie a situace.

Nedostatek převýšení

TSI uvádí pro kategorii I (nově budované tratě) limitní hodnotu 100 mm pro rychlostní pásmo $250 \text{ km/hod.} \leq V \leq 300 \text{ km/hod.}$ a 80 mm pro rychlosti nad 300 km/hod. Nedostatek převýšení pro tratě kategorie II a III uvádí Tab. 7

Tab. 7: Nedostatek převýšení dle TSI pro VRT (mm) u tratí kategorie II a III

Rychlosti (km/hod.)	Tratě kategorie II	Rychlosti (km/hod.)	Tratě kategorie III
$V \leq 160$	160	$V \leq 160$	180
$160 < V \leq 200$	150	$160 < V \leq 230$	165
$200 < V \leq 230$	140	$230 < V \leq 250$	150
$230 < V \leq 250$	130	$250 < V \leq 300$	130 (1)

Komentář k tabulce:

- (1) u pevné jízdní dráhy může být až 150 mm

b) Vertikální oblouk - TSI jen stanoví, že pro servisní a odstavné koleje nemá být poloměr vertikálního oblouku menší než 600 m u oblouku vypuklého a 900 m u oblouku vydutého. Norma řeší koleje pro rychlosti 80 km/hod. a vyšší.

4. Závěr

Jak TSI pro VRT, tak i norma prEN13803 představují rozsáhlé dokumenty, které u nás vyvolají potřebu novelizace nejen stávající národní normy ČSN 73 6360-1,2, ale i řady dalších norem a podnikových předpisů. A je nejvyšší čas začít s jejich přípravou. Nejedná se přitom „jen“ o vydání novelizace (jako člen CEN/CENELEC/ETSI se Česká republika zavázala přijmout každou evropskou normu do 6 měsíců od jejího vydání). Jedná se především o správné pochopení a efektivní používání obou nových dokumentů. A to nejdříve předpokládá jejich důkladné prostudování.

Literatura:

- [1] Směrnice 96/48/EK o interoperabilitě transevropského vysokorychlostního železničního systému ze dne 23. 6. 1996
- [2] Směrnice 2001/16/EK o interoperabilitě transevropského konvenčního železničního systému ze dne 19. 3. 2001
- [3] Zpráva Komise Radě a Evropskému parlamentu (COM-RE-EP z 11. 6. 1999)
- [4] Doporučení Komise z 21. 3. 2001 (2001/290/EK) o základních parametrech transevropského vysokorychlostního železničního systému podle čl.5(3)b Směrnice 96/48/EK
- [5] Sdělení Komise Radě a Evropskému parlamentu (COM(2002) 18 z 23. 1. 2002) k integrovanému evropskému železničnímu prostoru
- [6] Konečný návrh prENV 13803-1 „Návrh parametrů polohy koleje - Kolej“, 03/2002
- [7] Pracovní verze 4.2 prEN 13803-2 „Návrh parametrů polohy koleje - Výhybky a porovnatelné situace návrhu polohy s náhlými změnami křivosti“, 09/2002
- [8] Jean Hourcade: Minulost a budoucnost interoperability, Rail International, 1999
- [9] Pavel Řezáč, České dráhy a evropská železniční interoperabilita, Technický týdeník 47/2000
- [10] Danuše Marusičová, Evropská norma prEN(V) 13803 Železniční aplikace – Návrh parametrů polohy koleje – rozchod 1435 mm a širší – část 1 a 2, Sborník přednášek z XII. mezinárodní konference „Modernizace železničních tratí“, Žilina, 11/2002

Ověření sjízdnosti trakčního vedení TV typových sestav “J” a “S” při rychlosti 200 km/hod.

Ing. Josef Koudelný, ČD s.o., DDC, o.z., 014

Úvod

Již od prvních návrhů elektrizace našich tratí v období po druhé světové válce byly tehdejší sestavy trakčního vedení navrhovány pro rychlost 160 km/hod. Vycházelo se při tom ze sestav trakčního vedení AEG, ABB, Siemens apod. Vzorem byla zejména studie vypracovaná v letech 1941 - 1942 firmou AEG pro úsek Žilina – Spišská Nová Ves. Studie navrhovala elektrizační systémem 15 kV, $16^{2/3}$ Hz.

První sestava “10” (pro 3 kV ss) použitá v úseku Žilina – Vrútky vycházela právě ze sestavy AEG. Vzhledem k nedostatečné mechanické spolehlivosti izolátorů v ramenech L1 a L2 byla později sestava přepracována na sestavu “20”, kde byly izolátory umístěny v méně exponovaných místech – v závěsu nosného lana na rameni L2 a v rameni L3. Obě sestavy byly navrženy s trolejovým drátem 150 mm², s nosným lanem 120 mm² Cu, s přídatnými lany 50 mm² Bz o délce 12 – 20 m a s možností doplnění až o tři zesilovací vedení 240 mm² AlFe6. Výška sestav byla 1800 mm. Trolej i nosné lano byly plně kompenzovány. Konstrukční rychlost 160 km/hod. byla použita v úsecích Vrútky – Spišská Nová Ves a Praha – Česká Třebová – Valašské Meziříčí.

První sestavy trakčního vedení pro jednofázovou trakční proudovou soustavu 25 kV 50 Hz “S 10” a “S 20” byly navrženy rovněž pro rychlost 160 km/hod. Sestava “S 10” používala pro hlavní koleje trolejový drát 100 mm², nosné a přídatné lano 50 mm² Bz. Sestava “S 20” měla trolejový drát 100 mm² nosné lano 75 mm² Fe a přídatné lano 50 mm².

Přesto až do doby realizace modernizace koridorů byla maximální rychlost na tratích ČD 120 km/hod. Výjimkou byl železniční zkušební okruh v Cerhencích, kde byly běžně dosahovány rychlosti v elektrické trakci 200 km/hod.

Po ověření sjízdnosti současně budovaných trakčních sestav “J” a “S” na rychlost 160 km/hod., vznikly snahy o ověření sjízdnosti těchto sestav pro rychlost 200 – 230 km/hod. Z toho důvodu byly provedeny výpočty obou sestav a byla provedena zkušební jízda rychlostí 200 km/hod.

Spolehlivost a kvalitu dodávky elektrické energie hnacím vozidlům určuje vzájemně ovlivňování sběrače a trakčního vedení. Jejich spolupráce závisí na parametrech sběrače a trakčního vedení. K jejich posouzení jsou stanovena objektivní kritéria. Vyhodnocením vypočtených a změřených parametrů lze posoudit vlastnosti vedení a jeho vhodnost pro stanovenou rychlost. Tento článek se zabývá pouze parametry trakčního vedení. Současně je ovšem nutno uvést, že nedílnou součástí spolehlivého přenosu energie na sběrač hnacího vozidla je dobře pracující sběrač.

Základními parametry trakčního vedení (dále jen TV) jsou např.:

- **Pružnost TV a její rovnoměrnost:** Nejmenší pružnost TV je v blízkosti podpěry, nejvyšší je ve středu rozpětí. Ke zlepšení průběhu pružnosti TV v oblasti podpěry se montují “přídatná lana”. Jejich délka a tah podstatně ovlivňují pružnost TV. Zejména zvětšením délky přídatného lana se dosáhne zvýšení a větší rovnoměrnosti průběhu pružnosti TV (současně dosáhneme většího zdvihu TV). Další způsob pro zlepšení

pružnosti TV je zvýšení tahu v trolejovém drátu. Výpočty a měření prokázaly, že sestavy TV “J” a “S” vyhovují požadavkům a požadované pružnosti v EN 50 119.

- **Zdvih vedení:** Zdvih TV je jedním z omezujících faktorů při zvyšování rychlosti. Je přímo úměrný pružnosti TV a přítlačné síle sběrače. Při vyšších rychlostech je nutno kontrolovat i dynamické síly působící na sběrač. K maximálnímu zdvihu dochází v okamžiku průchodu sběrače středem rozpětí. Za ideálních podmínek by se výška zdvihu neměla při jízdě příliš měnit. Jedním z řešení je vytvoření “předprůhybu” trolejového drátu (do 1 ‰ rozpětí).
Podle provedených výpočtů sestavy “J” i “S” vyhovují z hlediska přípustného zdvihu, a to i při prodloužení přidavných lan z 12 m na 18 m.
- **Předprůhyb troleje:** Regulace troleje s předprůhybem vůči podpěrným bodům je základem předpokladu uskutečnění horizontální kontaktní dráhy sběrače. Vypočtené hodnoty sestav “J” a “S” jsou pro rychlosti do 200-230 km/hod. nízké a pod mezemi montážních tolerancí výšky trolejového drátu.
- **Rychlost šíření vlny:** Při pohybu sběrače dochází k šíření vlny po trolejovém vedení. Rychlost šíření vlny sestav TV “J” i “S” je stejná a činí 106 m/sec., tj. 382 km/hod. Obecně se předpokládá, že rychlost šíření vlny po trolejovém vedení by měla být cca 1,4 krát vyšší než max. rychlost vlaků. Z tohoto hlediska vychází max. rychlost jízdy cca 270 km/hod.
- **Vlastní frekvence kmitů TV a kritická rychlost:** Kritické rychlosti jsou rychlosti jízdy, při kterých vlivem rezonance s kmity sběrače značně narůstá amplituda zdvihu trolejového drátu. Vypočtené rezonanční frekvence pro sestavu “J” jsou $f_1=0,8538$ Hz a $f_2=0,8043$ Hz. Pro sestavu S jsou $f_1=0,9384$ Hz a $f_2=0,8847$ Hz.

Vypočtené kritické rychlosti pro sestavu “J” jsou:

$$v_1 = 127 \text{ km/hod}$$

$$v_2 = 195 \text{ km/hod}$$

$$v_3 = 237 \text{ km/hod}$$

Vypočtené kritické hodnoty pro sestavu “S” jsou:

$$v_1 = 140 \text{ km/hod}$$

$$v_2 = 214 \text{ km/hod}$$

$$v_3 = 261 \text{ km/hod}$$

- **Výška, sklon a klihatost:** Z posouzení vyplývá, že přesnost měření a montážní tolerance jsou pro rychlosti do 200 km/hod. postačující.

Ověření vypočtených charakteristik při rychlosti 160 km/hod. a 200 km/hod.

Dne 10. dubna 2002 byla ve 2. koleji úseku Břeclav – Vranovice provedena zkušební jízda rychlostí 200 km/hod. Jejím cílem bylo ověření výpočtů a dosavadních měření rychlostmi do 160 km/hod. Jízdu provedla měřicí souprava sestavená z lokomotivy ÖBB řady 1116 015-7 (Taurus), z měřicího vozu ÖBB pro diagnostiku trakčního vedení a ze dvou vozů ČD řady Ampz a Bmpz.

Zkušební úsek je elektrizován trakčním vedením sestavy “S”, která se používá u ČD na tratích elektrizovaných jednofázovou trakční proudovou sestavou. K umožnění srovnání s jinými systémy TV používanými v zahraničí byly tři kotevní úseky v měřeném úseku upraveny na sestavu podobnou sestavě DB Re 200 (předprůhyb, délka přidavných lan 12 m

a 14 m) a tři kotevní úseky byly upraveny na sestavu podobnou sestavě SNCF (bez přidavných lan, s vyšším tahem v trolejovém drátu a s předprůhybem). Projekt úprav zpracoval SUDOP Brno, vlastní úpravy byly realizovány ve spolupráci SEE SDC Brno a EŽ Praha, a.s.

Kromě vlastní výše popsané měřicí jízdy bylo na dvou místech (na klasické sestavě "S" a na sestavě podobné SNCF) provedeno měření zdvihu trolejového drátu, frekvence jeho kmitů a tvaru a délky vlny na trolejovém drátu. Měření bylo provedeno Technickou ústřednou dopravní cesty, sekci elektrotechniky a energetiky. Výsledky ukázaly, že obě sestavy jsou srovnatelné a sledované parametry jsou i při rychlosti 200 km/hod. v normativních mezích.

Závěr - opatření

Vyhodnocení měření bylo provedeno dne 2. 7. 2002 na TÚDC v Bohumíně na poradě zástupců:

- TÚDC S24
- ČD DDC O14
- ČD SDC SEE Brno
- EŽ Praha a.s.
- SUDOP PRAHA a BRNO
- ŽSR VVÚŽ SETZE Vrútky

Účastníci jednání se shodli, že trakční vedení sestavy "S" vyhovuje pro rychlost 200 km/hod. za podmínky dodržení přesné montáže podle projektové dokumentace a používání sběračů hnacích vozidel certifikovaných pro tuto rychlost.

Dále se účastníci jednání shodli na následujících doporučeních:

- zabezpečit lepší spolupráci na úseku projektování, stavby a údržby mezi odbornými složkami železniční svršek – trakční vedení. Vzhledem ke sjízdnosti TV se jako místa, kde by mohly vzniknout problémy jeví zejména místa lomu nivelety koleje a přechodnic. Úvodní jednání k tomuto problému svolá ČD DDC O14.
- pro jízdy rychlostmi vyššími než 160 km/hod. není možno používat sběrače současných hnacích vozidel. Úvodní jednání k tomuto problému svolá ČD DDC O14.
- projektanti TV zpracují metodiku pro projektování a montáž TV pro rychlost 200 km/hod., která bude řešit zejména průběh TV pod nadjezdy a regulaci TD vzhledem k lomu nivelety koleje a úpravu mechanických dělení.
- při předání a převzetí stavby musí být garantováno a doloženo provedení podle projektové dokumentace ve všech částech stavby železniční svršek – trakční vedení.
- z hlediska správné interpretace výsledků měření měřícího vozu TV je nutno jej navíc vybavit zařízením pro měření změny nivelety koleje.

Teoretické výpočty, statická i dynamická vedení popsaná v tomto materiálu jednoznačně prokázaly, že trakční vedení sestavy "S" je možno používat pro rychlosti do 200 km/hod.

U trakčního vedení sestavy "J" jak výpočty, tak měření do rychlosti 160 km/hod. nevykazují odchylky od normativních parametrů pro rychlost 200 km/hod., nebylo však možno provést jejich ověření zkušební jízdou touto rychlostí, protože nebylo k dispozici vhodné hnací vozidlo.

Zásady bezpečného pohybu nevidomých a slabozrakých osob ve stavbách na železnici

Viktor Dudr, Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých České republiky
Petr Lněnička, METROPROJEKT Praha a.s.



Úvod

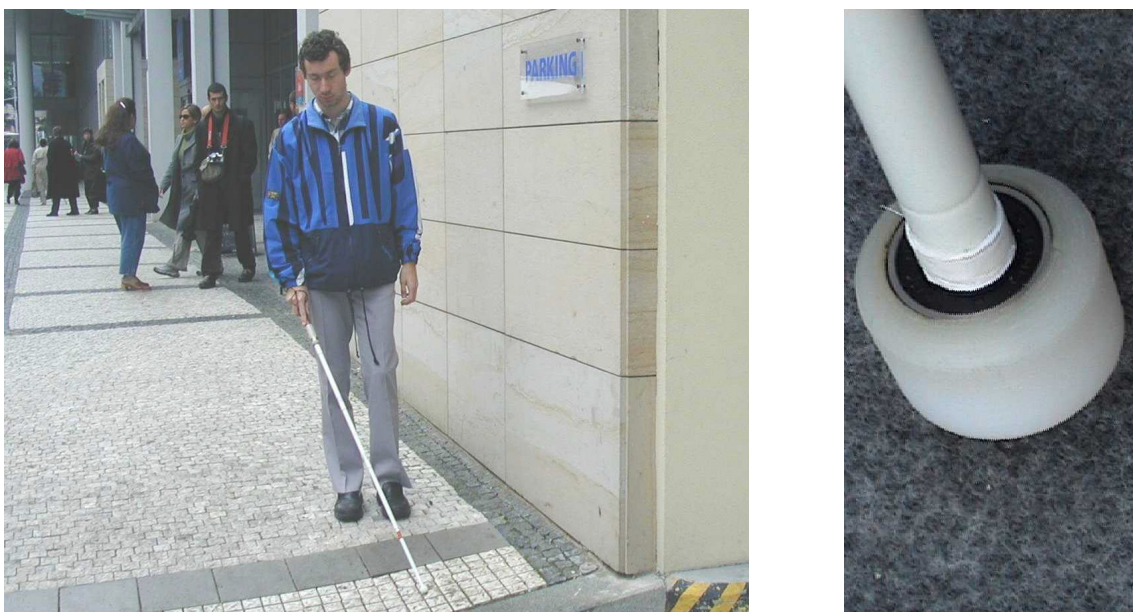
Stále více se na ulicích, v dopravních stavbách i prostředcích setkáváme s lidmi, kteří mají v ruce bílou hůl, s nevidomými a slabozrakými. Většinou se pohybují samostatně, jen někteří mají doprovod slepeckých vodících psů. Co tito plnoprávní uživatelé staveb a dopravy potřebují, jak mají úpravy pro tyto uživatele ve stavbách na železnici být prováděny? Nejdůležitější odpovědi na tyto otázky by chtěl dát veřejnosti i tento článek.



Obr. 1: Používání veřejné dopravy je podmínkou samostatnosti nevidomých a slabozrakých

Zásady samostatného pohybu a orientace nevidomých a slabozrakých.

Základem samostatného pohybu i orientace nevidomého je dostatek hmatových informací získávaných technikou dlouhé bílé hole. Této technice s přesnými pravidly se nevidomí učí v rámci sociální rehabilitace. Pro využití techniky dlouhé bílé hole je nutný dostatek hmatových orientačních bodů a znaků ve stavbách, na komunikacích i plochách, po kterých se nevidomý pohybuje. Doplnujícími informacemi jsou informace akustické. Akustické informace jsou ale základní tehdy, jedná-li se o proměnnou situaci, například při příjezdu dopravního prostředku nebo při přecházení vozovky. Pro slabozraké je důležité barevně kontrastní vyznačení stavby a zařizovacích předmětů.



Obr. 2: Pohyb nevidomého s bílou holí, detail rotační koncovky hole.

Ve stavbách na železnici, zejména na nástupištích, jsou nejdůležitější hmatové informace. Pro jejich řešení platí velmi důležitá pravidla – tím prvotním a základním je, že každá charakteristická orientační situace musí být hmatově nezaměnitelně vyznačena.



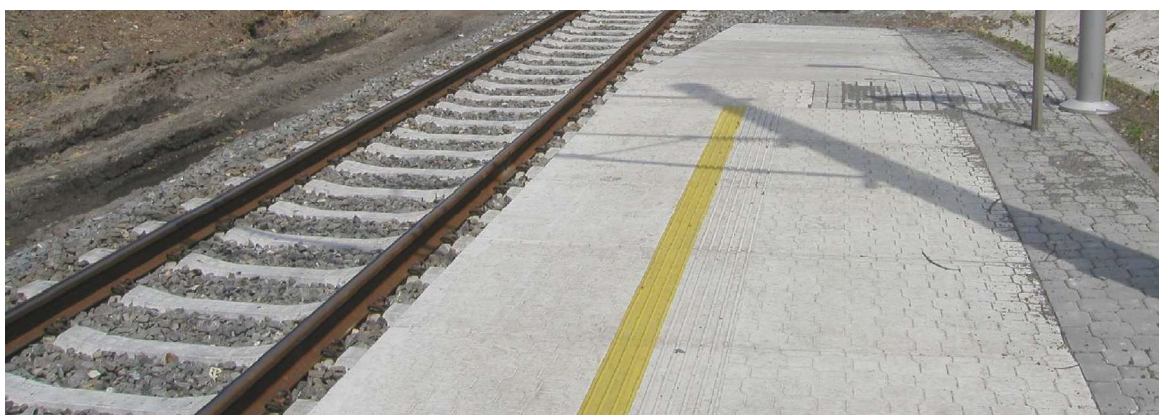
Obr. 3: Dálkově ovládaný digitální majáček s hlasovou frází, umístění, detail

Nejdůležitější je pro nevidomé hmatová informace o nepřístupném nebo nebezpečném prostoru. Na nástupištích železnice se jedná o veřejnosti nepřístupné prostory (nejčastěji na konci nástupiště) nebo o nebezpečné prostory, do kterých lze vstoupit za přesně definovaných podmínek (vstup na bezpečnostní pás při hraně nástupiště po příjezdu vlaku). Mimořádně důležitá je také hmatová informace o nutném směru chůze či důležitém prvku stavby (např. o schodišti, výtahu, rampě, přístřešku pro cestující, vstupu do výpravní budovy apod.).



Obr. 4: Varovný pás (obecně) vyznačuje hranici nebezpečného nebo nepřístupného prostoru

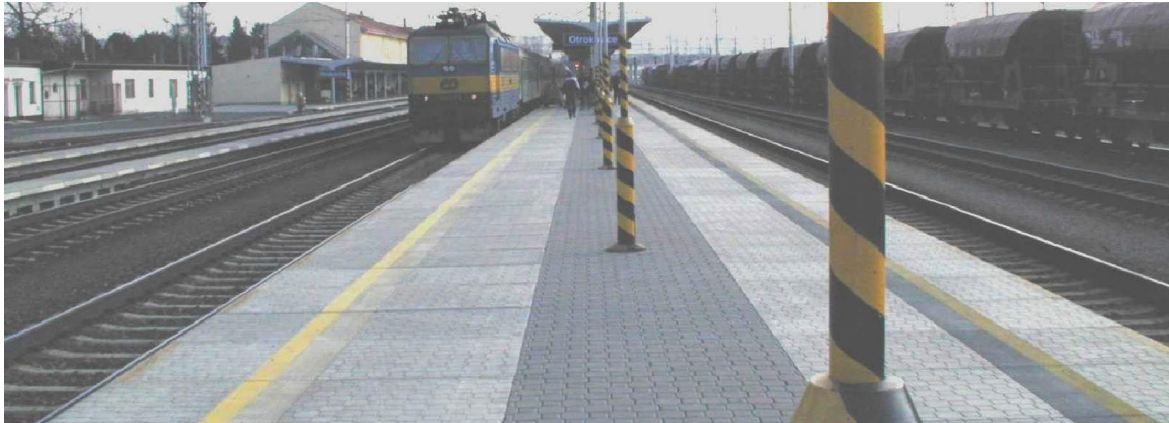
Tyto základní situace musejí být bezpodmínečně jednoznačně a nezaměnitelně hmatově vyznačeny. Bohužel jsou případy, které budou dále uvedeny, kdy tento základní princip samostatného a bezpečného pohybu a orientace nevidomých a slabozrakých nebyl důsledně respektován.



Obr. 5: Stavba nástupiště prováděná z konzolových desek s úpravami pro nevidomé

Úpravy a opatření pro nevidomé a slabozraké na nástupištích.

Na nástupištích se provádějí následující úpravy pro nevidomé. Především to jsou hmatové úpravy při hraně nástupiště a na jeho konci a hmatové vyznačení orientačně důležitých míst, akustické vedení a vyznačení překážek tak, aby byly zjistitelné při použití techniky bílé hole. Pro snadnou orientaci slouží štítky v Braillově písmu umístěné na vnitřní straně madel zábradlí. Pro slabozraké je důležité barevně kontrastní vyznačení některých částí stavby a zařizovacích předmětů, vhodné fonty a barvy na vizuálních informacích.



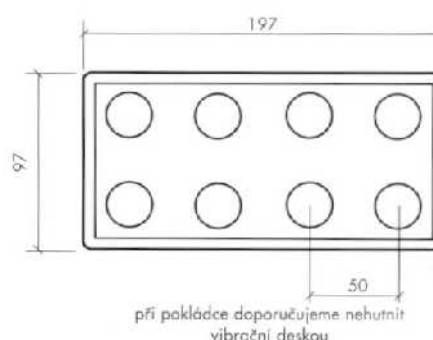
Obr. 6: Ostrovní nástupiště, průběžný varovný pás sloučený s vodící linií

Hmatové úpravy na nástupištích lze rozdělit do dvou základních skupin. V té první jsou hmatová opatření, která zajišťují bezpečnost nevidomých. Nejdůležitější je hmatově i vizuálně vnímatelný varovný pás se sloučenou vodící funkcí, který odděluje bezpečnostní pás při hraně nástupiště. Jeho funkce je dvojitá, dává zrakově postiženým informaci o blízkosti hrany nástupiště a zároveň slouží k vedení při pohybu po nástupišti. Povrch je tvořen charakteristickými drážkami a to společně s šířkou dává nezaměnitelnou hmatovou informaci. Dalším bezpečnostním prvkem na nástupišti je vyznačení jeho veřejného konce. To se provádí zřízením varovného pásu ze speciální slepecké dlažby s výstupky, nejčastěji půlkulovitými (tato zámková betonová dlažba je standardně používána pro slepecké úpravy na pěších komunikacích). Varovný pás má stejnou šířku jako varovný pás sloučený s vodící linií, hmatová jednoznačná odlišnost povrchu však spolehlivě zajišťuje jeho identifikaci a tím i orientaci u hranice nepřístupného prostoru. Signální pásy, které vyznačují orientačně důležitá místa jsou ze stejného materiálu jako varovné pásy, jejich šířka je však oproti varovným pásům dvojnásobná. Tento rozdíl v rozměrech jednoznačně určuje funkci hmatového prvku (odlišuje od sebe varovný a signální pás, shodné požadavky a principy mají tyto hmatové prvky i na pěších komunikacích).



Obr. 7: Konzolové desky pro konstrukci nástupišť, detail úprav pro nevidomé

Na signální pásy u důležitých míst upozorňuje i krátké (max. 400 mm) přerušení varovného pásu se sloučenou vodící funkcí.



Obr. 8: Materiál pro hmatové úpravy, betonová zámková dlažba s půlkulovitými výstupky

Na některých nástupištích slouží k orientaci a označení vstupu do podchodu (nástupu na lávku) dálkově ovládaný majáček s akustickým výstupem - hlasovou frází. Pro bezpečný pohyb nevidomých je také třeba vhodným způsobem řešit některé prvky stavby (sloupy zastřešení apod.) i rozmístění zařizovacích předmětů (dostatečná vzdálenost od varovného pásu se sloučenou vodící funkcí). Důležité je i vyznačení všech předmětů v půdoryse, zejména u informačních stojanů je nutná zarážka pro slepeckou hůl v odpovídající výši. Samozřejmostí musí být i barevně kontrastní vyznačení hranice bezpečnostního pásu, nástupních a výstupních stupňů schodišťových ramen. Podrobnosti k výše uvedeným úpravám lze nalézt v materiálech na internetových stránkách Sjednocené organizace nevidomých a slabozrakých a také ve standardu České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Podrobnější zmínka o těchto materiálech je na konci našeho příspěvku.

Na některých nástupištích, zejména u kusých kolejí, se mohou vyskytovat i jiné, méně standardní situace. I pro jejich řešení je však třeba uplatňovat výše zmíněná pravidla jednoznačnosti hmatových informací dané charakterem povrchu a rozměry hmatových prvků.



Obr. 9: Stojany informačního systému, vlevo správné řešení se zarážkou pro slepeckou hůl

Úpravy a opatření pro nevidomé a slabozraké ve výpravních budovách a prostorech podobného charakteru.

Výpravní budovy a další prostory pro veřejnost na železničních stanicích i zastávkách jsou pro samostatný a bezpečný pohyb nevidomých a slabozrakých podobné, jako prostory jiných velkých dopravních staveb (odbavovací haly autobusových nádraží, vestibuly a rozsáhlé podchody metra apod.). V převážné většině jsou vnitřní prostory uspořádané tak, že se v nich může nevidomý uživatel pohybovat samostatně bez toho, aby byly prováděny speciální úpravy. Vždy je však třeba pamatovat na hmatové označení některých míst (například dveří na WC). Hmatové vedení se v halách velkých nádraží většinou nezřizuje, provedení umělých vodících linií v podlaze je skutečně mimořádným a výjimečným případem, který by vždy měl být posuzován odborníkem na bezpečný a samostatný pohyb nevidomých a slabozrakých.

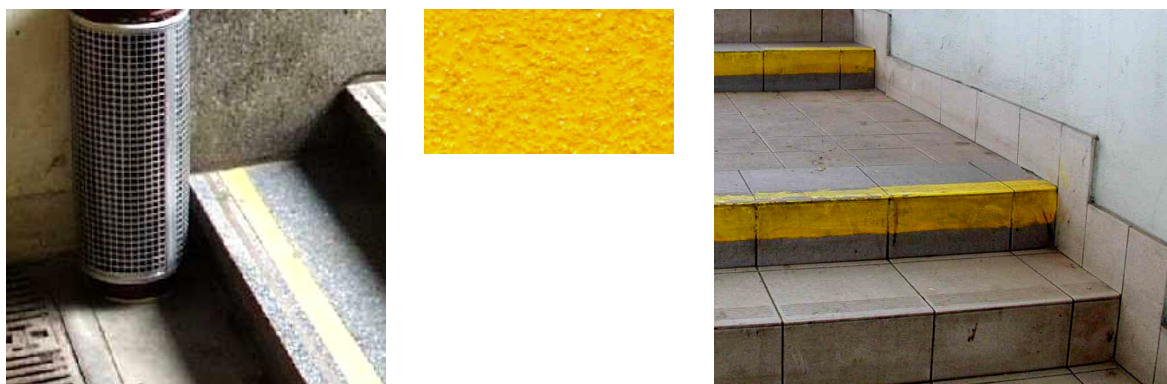
Úpravy ve výpravních budovách se proto většinou omezují na barevně kontrastní úpravy pro slabozraké. U velkých nádraží je často využíváno i akustické vedení. Při řešení veřejně přístupných budov a prostorů na železnici je vždy nutné pamatovat na to, že základem samostatného pohybu nevidomého jsou využitelné přirozené vodící linie pro nevidomé.



Obr. 10: Barevně kontrastní označení prosklených stěn a vstupních dveří

V praxi to znamená, že vždy musí být volná alespoň jedna stěna, podél které se musí nevidomý při technice dlouhé bílé hole pohybovat. Žel, toto pravidlo velice často nebývá respektováno a různé obchodní vestavby a kiosky mnohdy fakticky orientaci a pohyb nevidomých znesnadňují a znemožňují. Barevně kontrastní úpravy a označení musí být vždy provedeny na prosklených vstupních stěnách a dveřích, nutné je také správně provedené označení schodišťových stupňů. Zde se velice často objevují v návrhu i realizaci chyby, prováděcí předpis ke stavebnímu zákonu je ale jednoznačný a pro dopravní stavby předpisuje pouze označení pruhem u hrany stupnice. V případě osazení eskalátorů se nesmí

zapomenout na barevně kontrastní označování hřebene v místě nástupu na pohyblivý schodišťový pás. Vhodné je barevně kontrastně označovat i madla zábradlí, pulty u pokladen, zařizovací předměty včetně automatů pro veřejnost (jízdenky, nápoje apod.).



Obr. 11: Kontrastní označení schodišť, vlevo správné provedení – šíře pruhu musí být 0,1 m

Prvky pro akustické vedení mají především orientační funkci a uplatňují se nejvíce na velkých nádražích nebo v případě velkých a orientačně složitých přednádražních prostorů. Dálkově ovládaný majáček s hlasovou frází může mít principiálně dvě funkce. V případě, že se jedná o jednoduchou nebo malou výpravní budovu se složitým prostorem před ní, pouze svým trylkem a hlasovou informací vede nevidomého k budově. U velkých nádraží se často používá fráze, které akusticky informuje o vnitřním uspořádání prostoru, haly. Podrobnosti o úpravách pozemních staveb, mezi tyto patří i výpravní budovy, najdete a materiálech zmíněných na konci příspěvku.

Úpravy opatření pro nevidomé a slabozraké na komunikacích a plochách.

Součástí staveb na železnici mohou být i pěší komunikace, respektive jejich styk se stavbami na dráze. Nejčastěji to bývá křížení pěší komunikace s tělesem dráhy nebo pěší přechody přes komunikace pro motorová vozidla (tyto přechody mohou být součástí přístupu k výpravní budově). Pro samostatný a bezpečný pohyb zrakově postižených a hmatové vedení zde platí stejná pravidla, která byla zmíněna při hmatových úpravách na nástupištích železnice.

Základní úlohou hmatových prvků na komunikacích je především vymezení hranice mezi bezpečným a nebezpečným nebo nepřístupným prostorem a směrové vedení nevidomého. Na pěších komunikacích se proto zřizují varovné a signální pásy. Pro cílené usměrňování chůze nevidomého a předávání informací o orientačně důležitých místech se především využívá přirozeného uspořádání prostoru s dostatečným množstvím hmatových informací.

Umělé vodící linie jsou na komunikacích a plochách v exteriéru spíše výjimkou a jejich použití se omezuje na velká prostranství, náměstí či obchodní ulice (zde je přirozené vodící linie – stěn domů - využito pro obchodní činnost).



Obr. 12: Přechody pro pěší, hmatové úpravy v kamenné mozaice, v povrchu z litého asfaltu

Mimořádně důležité je zřizování signálních pásů u pěších přechodů. Tady signální pás určuje nevidomému směr přecházení. Zvláštním případem varovného pásu se sloučenou funkcí vodící je oddělení cyklistické stezky od chodníku pro pěší a vymezení zóny bezpečného pohybu v obytných ulicích. Pro řešení signálních pásů platí tyto hlavní zásady: vedení signálního pásu přes celou šířku pěší komunikace a jeho ukončení u přirozené vodící linie (například u stěny domu, obrubníku trávníku), vedení pásu pokud možno beze změny směru, provádění změny směru pásu přednostně v pravém úhlu. Signální pásy jsou, v případech daných předpisy, doplňovány vodícími pásy ve vozovce.

Připomínáme, že varovné pásy se musejí zřizovat vždy tam, kde pěší komunikace (chodník) křížuje těleso dráhy. Není podstatné, zda se jedná o místo vybavené signalizací či nikoli.

Při křížování pěší komunikace s tělesem dráhy je třeba zmínit i akustickou signalizaci. Tato záležitost stále není tvůrci právních předpisů (Zákon o drahách a Stavebně technický řád drah) dořešena a je velkým dluhem vůči našim zrakově postiženým spoluobčanům. Věcně se jedná o to, aby světelná signalizace byla doplněna stejnými akustickými signály, které na přechodech přes komunikace pro motorová vozidla vyznačují zvukově červenou a zelenou.

I podrobnosti o úpravách na komunikacích pro nevidomé a slabozraké lze najít v materiálech uvedených na konci příspěvku.

Právní prostředí.

Základním zákonem je především stavební zákon a jeho prováděcí předpisy, zákon o drahách a jeho prováděcí předpisy, zejména stavebně technický řád drah a přepravní řád. Velmi důležité jsou i prováděcí a doplňující předpisy k těmto základním právním normám. Zmínujeme zde normy (například pro nástupiště), vzorové listy Českých drah i jiné. Vzhledem k opožděnému vydání prováděcí vyhlášky ke stavebnímu zákonu (vyhláška 369/2001 Sb.) je tvorba odvozených předpisů z hlediska základních potřeb nevidomých a slabozrakých teprve v počátku. Vzhledem k negativním zkušenostem, které jsou popsány v dalším oddíle tohoto příspěvku, je žádoucí, aby v doplňovaných a nových předpisech byly důsledně uplatňovány a respektovány principy samostatného a bezpečného pohybu nevidomých a slabozrakých. Proto je nutné, již od počátku prací, potřeby a požadavky nevidomých a slabozrakých uživatelů konzultovat přímo nebo cestou Vládního výboru pro zdravotně postižené se Sjedenou organizací nevidomých a slabozrakých. Ta je v České republice jediným zástupcem zrakově postižených a má odbornou způsobilost (grant pro vytváření podmínek pro orientaci a bezpečný samostatný pohyb nevidomých

a slabozrakých, jeho součástí jsou i pro úpravy prostředí, včetně prostředí vzniklého stavební činností).

Problémy úprav pro nevidomé a slabozraké při realizaci staveb na železnici.

V současné době je realizována celá řada staveb na železnici, ve kterých jsou prováděny i úpravy a opatření pro nevidomé a slabozraké. V následujícím odstavci chceme velmi stručně zmínit dosavadní zkušenosti a poznatky, zjištěné na těchto stavbách.



Obr. 13: Nesprávné řešení některých hmatových úprav na ostrovním nástupišti železnice

Zkušenosti z prováděných staveb.

Velkým přínosem všech nových či rekonstruovaných staveb na železnici pro bezpečný a samostatný pohyb nevidomých a slabozrakých je zřizování varovného pásu se sloučenou vodící funkcí. To je většinou bezproblémově zajištěno uložením konzolových desek se speciální hmatovou úpravou (drážky rovnoběžné s osou nástupiště). Jiná situace je ale při hmatovém vyznačování konců nástupišť a vyznačování orientačně důležitých míst. Zde lze nalézt na rekonstruovaných i nově zřizovaných nástupištích problémová a někdy i vysloveně nebezpečná místa. Co je příčinou? Většinou to jsou nepřesné či zavádějící informace a sdělení, které se dostaly k projektantům, investorům i realizaci staveb. Nejčastějším zdrojem těchto chybných informací je Sdružení pro životní prostředí zdravotně postižených v ČR. Část konzultantů tohoto občanského sdružení, které je více odborně zaměřeno na problémy pohybově postižených, nepochopila totiž základní principy samostatného a bezpečného pohybu nevidomých a slabozrakých, a proto často uvedla své okolí v omyl. Omylem s mimořádně vážnými důsledky je požadavek na výrobu nástupištní konzolové desky s odbočkou. Tato odbočka má stejný (!) hmatový charakter jako varovný pás sloučený s vodící linií. Osazení tohoto panelu na nástupišti (je mimochodem v rozporu s platnou normou) může způsobit orientačně zmatečné až nebezpečné situace (obrázek 13, nejvíce nebezpečná chyba je na obrázku vpravo). Problémy jsou i s hmatovým vyznačováním důležitých míst (schodiště, rampy, vstupy do výpravních budov, do výtahů apod.).

V realizaci je často problémem špatné označování schodišťových stupňů (obr. 11 vpravo) a chybějící vyznačení překážek nebo zařizovacích předmětů v půdoryse (obr. 9 vpravo).

Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých proto vstoupila do jednání s vedením Českých drah a věříme, že zmíněné nedostatky se na nových stavbách již

nebudou opakovat. Cesta k tomu vede především přes nápravu základních i odvozených předpisů a norem.



Obr. 14: Rozestavěná nástupiště s hmatovými úpravami pro nevidomé a slabozraké

I přes některé nedostatky lze říci, že každým rokem je stále více vidět, že je nevidomý a slabozraký uživatel železnice vnímán jako rovnoprávný partner.

Dopravní prostředky na železnici a úpravy pro nevidomé a slabozraké.

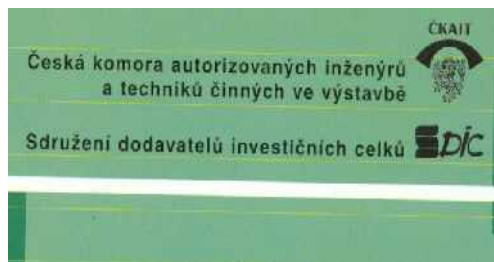
Pro nevidomé jsou nejdůležitější akustické informace (například akustická signalizace u některých dveří ucelených vlakových souprav) i některé hmatové prvky, jde především o označení tlačítka otevírání dveří v interiéru (při samoobslužném provozu v soupravách a jednotkách používaných pro předměstskou a příměstskou železniční dopravu), označení na dveřích WC apod. U souprav se samoobslužným otevíráním dveří musí být pamatováno i na dálkové spouštění (vysílačkou) požadavku na jejich otevření nevidomým uživatelem (toto opatření je běžné na tramvajích a autobusech a je funkční i na nové předměstské jednotce používané v železniční dopravě). Důležité pro přepravu zrakově postižených je vyhrazení místa s volným prostorem pro vodícího psa. Pro slabozraké je velmi důležité kontrastní označení důležitých prvků (vně i uvnitř) dopravních prostředků a vhodné řešení (fonty, barva) vizuálních informací.

Informace o nevidomých a slabozrakých a o úpravách prostředí pro ně.

Otázkami přístupnosti prostředí, staveb a dopravy pro nevidomé a slabozraké se zabývá především metodické centrum pro odstraňování architektonických bariér Sjednocené organizace nevidomých a slabozrakých (SONS) v Praze 1, Krakovská 21, telefon 221462166 až 68. Bližší informace o činnosti oddělení lze získat také na internetové adrese: www.brailnet.cz/sons/docs/bariery/index.html

Na této adrese jsou také přístupné publikace vydané SONSem týkající se problematiky zpřístupnění staveb a dopravy pro nevidomé a slabozraké.

Tyto informativní materiály pro stavební úřady, stavebníky, projektanty, investory i správce se jmenují „Metodické poznámky k vytváření podmínek pro samostatný a bezpečný pohyb nevidomých a slabozrakých lidí“, v současné době jsou vydány díly 1, 2, 3. Dílčí informace o úpravách na pozemních komunikacích a chybách v provádění úprav jsou na výše uvedené adrese také.



Obr. 15: Návrh části obálky standardu ČKAIT, obálka Metodických poznámek SONS

Velmi důležitým materiálem s dalšími základními informacemi o úpravách prostředí a staveb pro nevidomé a slabozraké je i technický standard České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

SONS v oblasti zpřístupňování staveb a dopravy také spolupracuje s odbornou skupinou České národní rady zdravotně postižených a Vládním výborem pro zdravotně postižené.



Zkušební s podšterkovými rohožemi a jejich využití na TŽK

Doc. Ing. Hana Krejčířiková, CSc., Ing. Martin Lidmila,
ČVUT Fakulta stavební, Katedra železničních staveb

1. Úvod

Každé pohybující se těleso je zdrojem chvění, které je přenášeno vzduchem a vnímáno jako hluk nebo je přenášeno hmotou – zeminou, konstrukčním materiálem budov, dopravních staveb apod. – jako vibrace a vnímáno jako chvění. Přípustná úroveň vibrací se řídí platnou legislativou, což je nařízení vlády ČR č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, norma ČSN ISO 2631 1-3/1994 Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím a metodickým návodem MZ ČR.

Desítky let byly železniční tratě, příp. tratě městské kolejové dopravy budovány bez opatření snižujících hluk a chvění. Vliv dopravy na životní prostředí zejména v oblastech s hustou zástavbou je řešen teprve v posledních desetiletích. Klasická je problematika městských podzemních tratí, mostů v blízkosti obytných zón, městské kolejové dopravy zejména v historických částech města, ale i na sídlištích a železničních tratích v blízkosti zástavby. Pro zmírnění účinků hlukových emisí nebo vibrací kolejových tratí je možné vkládáním systémů snižujících otřesy – systém odpružené hmoty, pružné systémy pražcového podloží s vhodnými pružnými komponenty – podšterkové rohože, pružné uložení pražců, pružné upevnění kolejnic. Protože tyto pružné systémy nebývají v dlouhých souvislých traťových úsecích, je nutné, aby jejich použití v konstrukci kolejové tratě zásadně nezměnilo její pružnostní charakteristiky a jejich homogenita zůstala v délce zachována. Tento příspěvek je zaměřen na použití podšterkových rohoží v pražcovém podloží se zaměřením na stanovení celkové únosnosti této konstrukce.

Vlastnosti používaných podšterkových rohoží odpovídají zpravidla Technickým podmínkám dodacím DB, materiálové zkoušky jejich vlastností musí vyhovovat následujícím technickým požadavkům a v provozních podmínkách vykazovat životnost 20 let. Mezi technické požadavky patří dynamická tuhost, pevnost a prodloužení v tahu, odpor vůči namáhání cyklickým tahem, mechanická pevnost, odolnost proti vodě a mrazu, stárnutí, klimatickým a chemickým vlivům. Orientační hodnoty modulu přetvárnosti materiálů používaných jako podšterkové rohože v konstrukčních vrstvách kolejové konstrukce nejsou dosud pro jednotlivé typy kolejových konstrukcí stanoveny.

České dráhy provozně ověřují antivibrační rohože od května 2000. Tehdy by zřízen zkušební úsek v rámci modernizace trati Praha – Děčín v úseku Vraňany – Hněvice, u železniční zastávky Horní Počaply v koleji č. 2 v délce 200 m. Na tomto úseku byly položeny antivibrační rohože Belar, výrobce Bohemiaelest a.s. Hovorčovice. Na rohož byla zřízena konstrukční vrstva šterkodrti frakce 0/32 tloušťky 24 cm a kolejové lože tloušťky 35 cm. Další zkušební úsek byl zřízen na trati Praha – Česká Třebová v úseku Kolín – Záboří nad Labem v obou kolejích. Na tomto úseku byly položeny antivibrační rohože USM 700 tloušťky 25 mm dodavatele Sedra Praha s.r.o. Na rohož byla zřízena konstrukční vrstva šterkodrti frakce 0/32 tloušťky 20 cm a kolejové lože tloušťky 40 cm. Další zkušební úsek byl např. zřízen v Praze na ocelovém mostě přes Bělehradskou třídu s rohožemi z komůrkového elastomeru Phoenix. U tramvajových tratí byl v Praze tento svršek poprvé použit v roce 1995 při rekonstrukci tramvajové tratě v Letenské ulici a na Malostranském náměstí. Jako tlumící prvek byly použity rohože SEDRA tl. 2x15 mm. Obdobná konstrukce s rohožemi SEDRA o celkové tloušťce 23 mm byla použita při rekonstrukci křižovatky

u Národního divadla v roce 2001. Dále byly v konstrukcích pražské tramvajové dopravy použity materiály firem PHOENIX, Bohemiaelast, Intertech Plus s.r.o. a dalších. Poslední budovaný úsek je v ulici Černokostelecká z 9/2002. Použití podšterkových rohoží v tramvajových konstrukcích zde uvádím proto, že požadovaná homogenní kontinuální tuhost tratí by měla být v obou případech použití rohoží zachována.

Pro určení únosnosti pláně a konstrukčních vrstev kolejových staveb je směrodatný „statický modul přetvárnosti“. Statický modul přetvárnosti E_0 se zjišťuje zatěžovací zkouškou tuhou deskou o průměru 0,3 m. Pro zatížení desky se volí specifický tlak $p = 0,2$ MPa stupňovitě po 0,05 MPa. Největší zatlačení pro dané zatížení se uvažuje, je-li pokles desky $\leq 0,02$ mm za minutu. Naměřený pokles se určí jako průměr ze tří hodnot. Po dosažení maximálního zatížení se deska postupně odlehčuje na nulu. Zatěžovací cyklus se opakuje dvakrát. Metodika měření statického modulu přetvárnosti pro určení únosnosti pláně spodku je určena předpisem ČD S4 Železniční spodek, Příloha 5. Pro určení únosnosti konstrukce v úrovni ložné plochy pražce kolejových staveb je směrodatný „statický modul přetvárnosti“ E_{pp} , který se zjišťuje zatěžovací zkouškou zatěžovací deskou o průměru 0,3 m stejným postupem jako v předchozím případě, pouze pro zatížení desky se volí specifický tlak $p = 0,4$ MPa a mění se stupňovitě po 0,1 MPa. Metodika je specifikována v TKP – Technické kvalitativní podmínky ČD, Příloha 6 Kolejové lože, 2000.

2. Měření statického modulu přetvárnosti

Experimentální měření lze rozdělit na tři základní oblasti:

- a) měření statického modulu přetvárnosti rohoží v lisu,
- b) měření na modelu konstrukce - v laboratorních podmínkách,
- c) měření na skutečné konstrukci - in situ.

Měření statických modulů přetvárnosti samostatných rohoží a modelu konstrukce pražcového podloží v měř. 1 : 1 bylo provedeno podle výše uvedené metodiky v Experimentálním centru Stavební fakulty ČVUT v Praze ve zkušebním boxu katedry železničních staveb a v lisu typu EUS (GAČR 130011370).

Celkem bylo zkoušeno 8 typů rohoží o rozměrech 50 x 50 cm tloušťky 20 až 30 mm různých firem. Na vzorcích pryžových desek byla provedena měření statického modulu přetvárnosti pomocí zatěžování tuhé kruhové desky. Měření statických modulů přetvárnosti bylo provedeno podle výše uvedené metodiky v Experimentálním centru. Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 2.1.

a) Zjištění nejjednodušších vztahů silových a deformačních vazeb z hlediska porovnání se skutečnou konstrukcí je na modelu v měřítku 1 : 1. Vzhledem k rozměrům jednotlivých prvků železniční konstrukce (délka a šířka pražce, vzdálenost pražců, tloušťka vrstev pražcového podloží, ...) je jako model skutečnosti uvažována reálná část konstrukce. Velikost modelu je přibližně 1,0 * 2,0 * 1,0 m odpovídá tedy elementu konstrukce tratě. Vzhledem k různorodosti materiálů vrstev konstrukce je nutné zajistit jejich modelovou podobnost ve zkušebním boxu stejných rozměrů. Materiál boxu je odolný proti deformacím při zatěžování konstrukce, tvarově stálý a současně umožňuje snadnou manipulaci při změnách vrstev modelu konstrukce. Modelování konstrukce probíhalo ve dvou etapách. V první etapě představovalo dno zkušebního boxu pevný podklad, např. povrch mostní konstrukce na něj byla uložena podšterková rohož a nahutněna vrstva kameniva zrnitosti 32/63. Ve druhé etapě měření byly na dno zkušebního boxu uloženy pryžové desky tloušťky

30 mm dodané gumárnou Zubří. Na této vrstvě byla nahutněna vrstva popílkového stabilizátu o tloušťce 15 cm. Tyto dvě vrstvy modelují požadovanou únosnost zemní pláně. Na vrstvu stabilizátu byla uložena podšterková rohož. Na ní byla nasypána a ve dvou vrstvách zhutněna vrstva kameniva zrnitosti 32/63 mm. Výsledky měření jsou v tab. 2.2.

b) Konstrukce pražcového podloží v obou úsecích byla obdobná, tvořená zemní plání stabilizovanou vápennou stabilizací, podšterkovou rohoží, konstrukční vrstvou šterkodrti zrnitosti 0/32 mm tl. cca 20 cm a kolejovým ložem tl. 35 až 40 cm pod pražcem. Průměrné hodnoty modulu přetvárnosti v obou zkušebních úsecích měření v úrovni pláně tělesa železničního spodku a kolejového lože jsou v tab. 2.3.

Tab. 2.1: Výsledky měření statického modulu přetvárnosti na podšterkových rohožích

Typ rohože	Tloušťka pryže v mm	Hodnota statického modulu přetvárnosti v MPa
USM 850	20	30
USM 900	20	49
USM 850	30	34
USM 950	30	43
USM 950 +USM 900	50	26
USM 900 +USM 950	50	26
Remapur 2085	24	36
Remapur 20852	24	68
Remapur 20853	24	31
Remapur 2089	24	67
Remapur 2090	24	12

3. Závěr

Cílem měření konstrukce železničního svršku a spodku bylo:

- zjištění deformačních charakteristik železničního systému s použitím a bez použití elastomerových rohoží,
- zjištění deformačních charakteristik železničního systému s použitím elastomerových rohoží uložených na zemní pláň při různých tloušťkách a stupni zhutnění kolejového lože,
- zjištění změny únosnosti systému s použitím a bez použití geosyntetických materiálů,
- zjištění možnosti náhrady části kolejového lože použitím podšterkových rohoží.

Výsledky měření uvedené v tab. 2.1 až 2.3 ukazují, že dosažené hodnoty modulů přetvárnosti nedosahují při zřízení konstrukce pražcového podloží požadovaných hodnot podle ČD S4 a ČD TKP. Uvedené konstrukce pražcového podloží bude nutné jinak modifikovat nebo zvolit jiný způsob charakteristiky konstrukce, který by lépe vystihoval její chování jako celku.

Tab. 2.2: Výsledky měření statického modulu přetvárnosti na modelu konstrukce

Typ rohože	Statický modul přetvárnosti pláň žel. spodkuv MPa	Tloušťka pryže v mm	Vrstva šterku v cm	Statický modul přetvárnosti v MPa
První etapa měření				
USM 850	*)	20	20	24
USM 900	*)	20	20	34
USM 850	*)	30	20	26
USM 950	*)	30	20	31
USM 850	*)	20	30	35
USM 900	*)	20	30	60
USM 850	*)	30	30	39
USM 950	*)	30	30	35
Druhá etapa měření				
Remapur 2085	63	24	30	27
Remapur2089	66	24	30	32

*) tuhý podklad (povrch mostní konstrukce)

Tab. 2.3: Výsledky měření statického modulu přetvárnosti ve zkušebních úsecích

Statický modul př etvárnosti v MPa			
ZÚ	Rok mě ř ení	Pláň železničního spodku	Kolejové lože
Horní Počaply	2000	22	49
	2001	32	72
ST. Kolín, kolej č. 1	2001	74	55
ST. Kolín, kolej č. 2	2001	51	53

Literatura:

- [1] ČD S4 Železniční spodek, 7/1998
- [2] ČD TKP, Příloha 6, Pražcové podloží, 12/2000
- [3] Sborník referátů „Czech Raildays 2002“
- [4] Materiál TÚDC H. K. – 283/2001-S13

Stavební koncept výhybek pro různé užití až po vysokorychlostní do 300 km/hod.

Ing. Zdeněk Šnajdr, DT výhybkárna a mostárna, spol. s r.o., Prostějov

1. Výchozí podmínky.

Technický rozvoj a systém jakosti patří od začátku k prioritám v rámci realizace dlouhodobé vize a podnikatelského záměru naší společnosti, neboť mít kvalitní produkt s lepším poměrem užitné hodnoty k ceně je pro zákazníka hlavní a vlastně jedinou dlouhodobou konkurenční výhodou.

Koridorové výhybky dodávané od roku 1995 se postupným vývojem dostaly na jakýsi vrchol možností jejich zásadní kvalitativní inovace. Toto konstatování samozřejmě nevylučuje jejich trvalé zlepšování pokud jde o kvalitu a stabilitu dodavatelských a výrobních procesů.

Ve stručnosti bych chtěl připomenout hlavní zdokonalovací programy a roky jejich realizace:

- průmyslová předmontáž výhybek - 1996
- konstrukce zkráceného monobloku srdcovky (náhrada dovozů) - 1996 –1997
- frézovací centrum na jazyky a srdcovky od firmy Waldrich Coburg (zkvalitnění náhradou za hoblování) – 1996 – 1997
- vývoj bainitického materiálu Lo8CrNiMo vč. technologie svařování pro odlitky srdcovek (náhrada za dovozy a složité kooperace) – 1996 - 2001
- kování jazyků UIC60 (náhrada za dovozy) – 1997 - 2000
- využití robotu CLOOS pro svařování podkladnic – 1997 - 1998
- zvládnutí technologie LIS – 1997 - 1999
- srdcovky s kovaným kaleným hrotem (náhrada za dovozy) – 1997 - 1999
- vývoj zařízení a technologie perlitizace výhybkových dílů 1997 – 2002
- svařovací stroj Schlatter (zlepšení řízení procesu) – 2001 - 2002
- průmyslová regenerace výhybek – 2001 – 2002
- servisní broušení výhybek – 2001 – 2002.

Kromě těchto již prakticky dokončených zdokonalení probíhaly a probíhají dlouhodobé programy optimalizace geometrické polohy a geometrie vztahu kolo - kolejnice u srdcovek a výměn, které vyžadují rovněž navazující zlepšování zajištění geometrické polohy koleje a řízení procesů při pokládce a údržbě výhybek. Výsledky těchto opatření jsou sledovány jak našimi pracovníky, tak ve spolupráci s odborníky s TUDC. Patří k nim např. rovněž optimalizace výměnové části výhybek, ověřované v žst. Jistebník, na základě které budou od příštího roku dodávány takto vylepšené výhybky opakovaně.

Myšlenka konceptu stavební výhybky pro různé užití vznikala postupně jako syntéza celé řady podnětů z různých oblastí na zavedení nových prvků u železničních výhybek s cílem jejich optimalizace pro různé kategorie užití.

Nutnost tohoto kroku postupně dozrávala od roku 1998, kdy byla prakticky dokončena celá vývojová řada koridorových výhybek s postupnou realizací programů směřujících k dotažení kvality a zbavování se závislosti na importech a složitých kooperacích.

Samotné zadání koncepce stavebnicové výhybky pro různé užití bylo formulováno na podzim roku 2001 a založeno na potřebě zásadní kvalitativní inovace železničních výhybek vycházející z následujících poznatků:

1) Potřeba exportu a množící se řada různých poptávek vč. zahraničních na provedení, vlastnosti, užití a servis výhybek.

2) Omezení užitných vlastností stávajících výhybek co do rychlosti průjezdu vozidel, zatížení na nápravu, životnosti a spolehlivosti dílů a s tím souvisejícími nároky na záruky, servis a údržbu.

3) Standardizace výhybek a jejich dílů vč. dokumentace jako důležitý nástroj ke zvyšování kvality, produktivity práce a řízení spolehlivosti procesů a produktů.

4) Pohled na hodnocení kvality produktu podle poměru užitné hodnoty pro zákazníka za celou dobu života tohoto produktu ve vztahu k jeho ceně.

5) Využití metody projektového řízení pro řízení a složitou koordinaci zdrojů a výstupů u dílčích projektů a postupových kroků.

Projekt „Stavebnicové výhybky pro různé užití“ na roky 2002 a 2003 vznikl na přelomu let 2001 a 2002 jako důležitý nástroj k zintenzivnění realizace dlouhodobé koncepce technického rozvoje v naší společnosti. Postupná realizace této koncepce bude znamenat kvalitativní zlepšení produktových schopností naší společnosti v průběhu tohoto desetiletí.

2. Zadání projektu „Stavebnicová koncepce výhybek pro různé užití“.

Cílem je zpracovat a realizovat ve schváleném rozsahu projekt „Stavebnicová koncepce železničních výhybek pro různé užití“ až po vysokorychlostní do 300 km/hod. s využitím vhodných nových prvků na úrovni současného poznání vědy a techniky s tržně akceptovatelnými poměry dosažitelné ceny a užitné hodnoty a při dodržení požadavků na vysokou bezpečnost provozu výhybky. Projekt je rozplánován na roky 2002 a 2003 s tím, že je stanoveno nejpozději v roce 2003 vložit k validaci do sítě ČD vzorek vysokorychlostní výhybky pro rychlost do 300 km/hod. splňující všechna kritéria kladená na tuto výhybku včetně železničního spodku a troleje.

Rozsah projektu je definován jako vytvoření standardů pro tvorbu výkresové a technologické dokumentace stavebnicové železniční výhybky pro různé užití včetně definování užitných kategorií s těmito mezními funkčními parametry:

- nápravový tlak pro tratě s osobní dopravou do 17 t a rychlostí do 300 km/hod.
- nápravový tlak pro tratě s kombinovanou dopravou do 25 t a rychlostí pro osobní
- vlaky do 200 km/hod. a pro nákladní vlaky do 160 km/hod.
- řešit variantu vysoce zátěžové výhybky s nápravovým tlakem do 40 t a rychlostí do 80 km/hod.
- z hlediska dlouhodobého zatížení uvažovat s kategoriemi nad 47 mil. hrt/rok (stanovit horní omezení), 29-47 mil.hrt/rok, a menší než 29 mil. hrt/rok.

Při tvorbě standardů a kategorií je uloženo posoudit vhodnost použití následujících prvků:

- optimalizace styku kolo kolejnice z pohledu namáhání obou dílů, a minimalizace třecích prací při průjezdu vozidla výhybkou (úklon pojížděné plochy hlav kolejnic)
- využití nových materiálů u kolejiva, zejména u nejméně namáhaných dílů jako jsou srdcovky, jazyky, opornice, přípojně a další kolejnice včetně zlepšení jejich pojížděných ploch (např. odlitky s bainitickou strukturou, perlitizace pojížděných ploch a pod.)
- optimalizace geometrického tvaru, úchylek tvaru a polohy a tolerancí pro jednotlivé kategorie výhybek a jejich díly s cílem vzájemné stabilizace polohy pojížděných ploch ve výhybce
- zpružněné upevnění v příčném i svislém směru
- srdcovky různých kategorií až po monolitické a s pohyblivým hrotem
- přestavník s hydraulickým pohonem
- kluzné stoličky se sníženou údržbou
- diagnostika provozních parametrů (opotřebení, deformace, posuny, kmitání, vady a jejich odstraňování, spolehlivost aj.) v závislosti na čase a projeté zátěži.

Součástí projektu je na základě přezkoumání vhodnosti prvků pro jednotlivé kategorie provést jejich ověření a vložení do trati včetně rozplánování systému sledování a validace.

Vložením vybraných vzorků k validaci a zpracováním návrhu standardních kategorií výhybek a jejich částí končí tento projekt. Samotná revize a dopracování standardů na základě validace bude předmětem dalšího projektu od roku 2004.

3. Stav projektu „Stavebnicová koncepce výhybek pro různé užití“.

Součástí řešení projektu je 12 úkolů technického rozvoje (dílních projektů) a celkem 18 postupových kroků projektu. Samotná koordinace těchto kroků je mimořádně náročná, neboť tyto kroky a úkoly technického rozvoje řeší požadavky, u nichž nelze využít platnou legislativu, normy ani předpisy ČD. Požadavky jdou nad rámec současných standardů a rovněž nad rámec současných požadavků ČD.

Při řešení projektu bude nutno vložit k validaci v rámci několika výhybek nové prvky z řešených úkolů tak, aby nedošlo k možnému překrytí příčin a následků, které by mohly vést k nesprávným závěrům.

Jedná se například o výhybky s perlitizovanými díly, kde je tepelným zpracováním dosaženo zlepšení mechanických vlastností pojížděných povrchů hlav kolejnic v souladu s předpisem DB TL - 918 142. V současné době již probíhá validace tohoto prvku v trati a předpokládá se podstatné snížení nákladů na údržbu a prodloužení životnosti zejména nejméně namáhaných dílů výhybky, jako jsou jazyky, opornice a kolejnice používané u srdcovek.

Jako další je možno uvést výhybku s pružným upevněním ve svislém směru s cílem dosažení lepšího poměru užitné hodnoty k ceně, případně pro možnost budoucího použití na pevné jízdní dráze.

Dalšími prvky v rámci stavebnicové koncepce jsou modernizované výhybky střední a nižší kategorie a v souladu se zadáním i výhybka pro vysokou zátěž pro různé technologické vlečky v oblasti dolů, hutí apod.

Mezi vzorky k validaci je uvažována rovněž optimalizovaná varianta současně koridorové výhybky s odlévanou srdcovkou v provedení zkrácený monoblok z materiálu Lo8CrNiMo s bainitickou strukturou a s kolejnicemi v úklonu hlav v jednotném tvaru lots 136, jak je podrobněji popsáno v následujícím kroku.

K nejdůležitějším krokům projektu patří vložení vzorku vysokorychlostní výhybky s parametry pro rychlost 300 km/hod., plánované na jaro roku 2003. Proto se o něm zmíním podrobněji. Pro validaci byla vybrána výhybka č. 5 v žst. Vranovice (J60 1:12-500 PHS). K realizaci tohoto kroku byl zpracován návrh výhybky, který byl oponentován na externí oponentuře spojené s kontrolním dnem projektu dne 11. 7. 2002 za účasti 29 odborníků. Oponentní posudky k předložené dokumentaci vypracovali za TUDC S13 ing. Emílie Bergová a ing. Matouš Vazač, za TUDC S14 ing. Petr Varadinov a za katedru dopravních prostředků Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice Prof. Ing. Jiří Izer, CSc. a Doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc. Závěrem oponentury bylo konstatováno, že navržené řešení představuje další krok ke zkvalitňování technické úrovně našich výhybek. Dále bylo konstatováno, že všechny připomínky oponentů budou následně využity k dopracování dokumentace výsledného návrhu a na základě toho se tento návrh uvolňuje k výrobě vzorku.

Kompletní systém zabezpečení této výhybky včetně elektromechanického přestavníku a závěru pro pohyblivý hrot srdcovky bude realizován na základě smluvní spolupráce s firmou AŽD Praha, která jej řeší jako vlastní vývojový úkol. Protože srdcovka s pohyblivým hrotem bude novým relativně složitým prvkem našich výhybek, je jako součást smlouvy naplánováno provedení několikaměsíčních zkoušek přestavování v zimních měsících ještě před vložением do trati.

Dále uvádím přehled hlavních údajů k shora uvedenému prototypu výhybky:

**Jednoduchá výhybka J60 1:12-500 PHS
s optimalizovanou trajektorií (lots 136 1:40)
Žst. Vranovice výhybka č.5**

Pro provozní ověření je navržen prototyp výhybky s optimalizovanou trajektorií, u které budou pro průjezd železničního dvojkolí vytvořeny stejné kontaktní podmínky jaké jsou u modernizovaných tratí ČD. Toto provedení zajistí snížené kmitání a klidnější průjezd vozidel výhybkou, což je důležité zejména pro vysoké rychlosti.

Vzhledem k tomu, že modernizované tratě ČD jsou tvořeny kolejnicemi UIC60 s úklonem 1:40 a od roku 1996 důsledně přebroušenými do tvaru UIC60 lots 136 1:40, byl tento tvar profilu hlavy kolejnice vytvořen na hlavách kolejnic s úklonem 1 : nekonečno používaných pro výhybky až dosud, takže v oblasti pražců a upevnění kolejnic nebude nutné provádět žádné úpravy. Znamená to, že jak výměna tak i střední a srdcovková část výhybky bude mít jednotný profil obrysu hlavy kolejnice shodný s profilem kolejnic na výhybku navazujících.

U výhybky je využito výsledků a doporučení uvedených ve zprávě pod názvem „Návrh tvarů příčných řezů pro výhybku J60 1:12-500“, která vznikla na základě požadavku naší společnosti a jejímiž autory jsou Prof. Ing. Jiří Izer, CSc. a Doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc. z Univerzity Pardubice. Toto provedení posune bod dotyku mezi kolem a kolejnicí

směrem k ose kolejnice a minimalizuje třecí práce při průjezdu výměnou. Tím se docílí snížení kontaktního namáhání (včetně jeho smykové složky přes hranu hlavy) a podílu kluzného tření mezi kolem a kolejnicí, což by mělo vést ke zpomalení tvorby povrchových vad, převalků a opotřebení celé soustavy a tím prodloužení životnosti a snížení nákladů na údržbu.

Výhybka J60 1:12-500 s pohyblivým hrotem srdcovky je svojí konstrukcí určena pro pojezdovou rychlost do 300 km/hod. v přímém směru. Je uložena na betonových pražcích s žebrovými podkladnicemi a k upevnění kolejnic lze použít pružné svěrky Vossloh nebo pružné spony Pandrol s adaptérem. Hlavy kolejnic UIC60 ve výhybce mají jednotný tvar lots 136 v úklonu 1:40. Tohoto tvaru je dosaženo opracováním na obráběcím centru.

Tolerance rozchodu koleje ve výhybce jsou zpřísněny oproti ČSN 766360. Při přejímce bude rozchod koleje ve výhybce, v hlavní i odbočné větvi 1435 +2-0 mm. Provozní tolerance rozchodu koleje jsou zpřísněny na 1435+5-0 mm. Výhybka bude doplněna před a za výhybkou přechodovými úseky, ve kterých bude řešeno plynulé navázání na volnou kolej. Byla navržena nová geometrie jazyka s posunutou osou a příčným tvarem odpovídajícím již tvaru UIC60 lots136 1:40 včetně výškového opracování pro plynulý přechod kola z opornice na jazyk v přesně stanoveném tolerančním pásmu. Toto provedení s nepřerušenou pojížděnou hranou v srdcovce a optimálně řízenou polohou kontaktní plochy přispěje ke snížení kmitání a klidnějšímu průjezdu vozidel výhybkou, což je důležité zejména pro vysoké rychlosti.

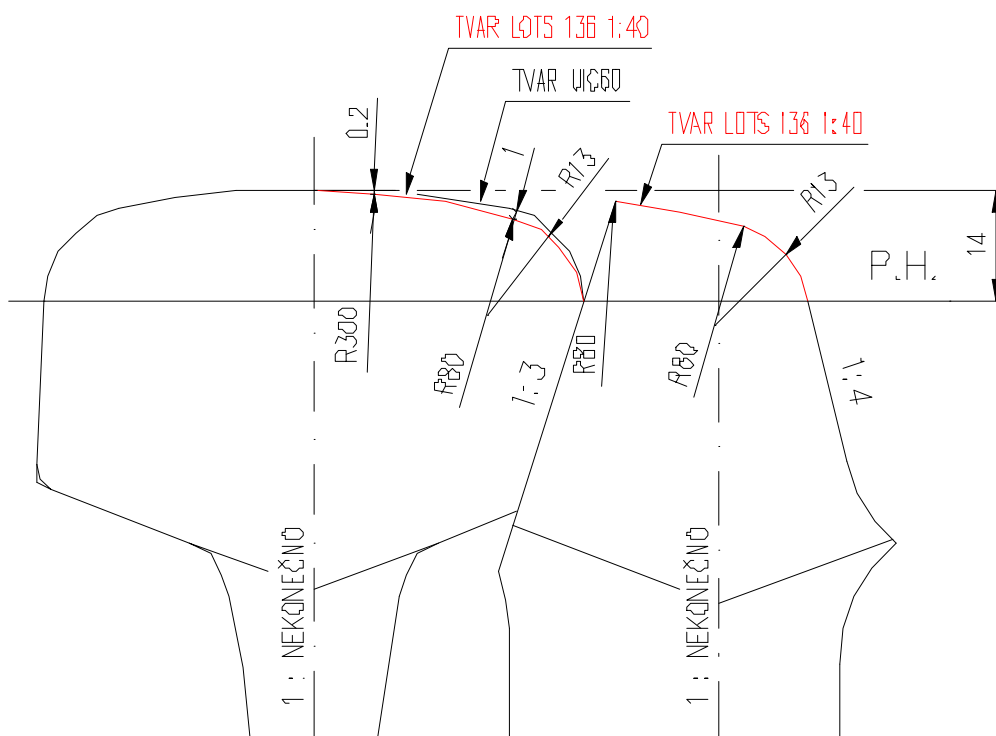
Ve výměně jsou použity bezúdržbové kluzné stoličky SK-B0201 se speciálním nástřikem, stejná technologie nástřiku je použita na kluzných stoličkách u srdcovky s pohyblivým hrotem. Vysoce tvrdý nástřik z materiálu $\text{Cr}_3\text{C}_2/\text{NiCr}$ odstraňuje potřebu mazání a tím snižuje náklady na údržbu. Má koeficient tření za sucha stejný jako u dobře namazané stávající kluzné stoličky a střední technickou životnost stanovenou na ~20 let.

V rámci tohoto kroku je nutno řešit smluvně zpracování projektů vybraného zhlaví pro vložení, smlouvy se stavební montážní organizací a dále provozování a validaci s tím, že všechny tyto činnosti budou mít stanoveny specifické požadavky, které nejsou dány současnými zákony, normami a předpisy. Tyto specifické požadavky budou samozřejmě platit také pro nákup vstupů, výrobu a montáž vč. plánování kontrol a zkoušek. Ke zvládnutí těchto nároků je rovněž podmínkou zvládnutí stability procesů na vyšší úrovni na našem závodě výhybkárna, což je předmětem samostatného projektu. Celá realizace shora popsání kroku se děje z prostředků naší společnosti.

4. Závěr

Uvědomujeme si, že realizace tohoto náročného projektu by nebyla možná bez spolupráce a podpory celé řady organizací a odborníků z různých oblastí, za což bych chtěl touto cestou poděkovat. Jedná se především o řídicí, odborné a technicko-organizační složky ČD s.o., dále vysoké školy jako Univerzita Pardubice, VUT Brno a TU VŠB Ostrava, projektové organizace a výzkumné ústavy jako jsou SUDOP, ČD Výzkumný ústav železniční, Ústav fyziky materiálu ČSAV Brno, Ústav aplikované mechaniky Brno, VUHŽ Dobruška a firmy AŽD Praha, Dopravní stavby Holding, ZTS VaV Dubnica n. V., SVS FEM Brno aj.

V závěru svého příspěvku bych chtěl vyslovit naše přání, aby tento a na něj navazující projekty a kroky po roce 2003 vedly k postupnému vytvoření soustavy výhybek, které podle podmínek užití budou poskytovat zákazníkům poměr užité hodnoty k ceně na světové úrovni a přispějí tak svým dílem k rozvoji kvalitní železniční dopravy.



Obr. 1: Detail opracování temene opornice a jazyka

ŽPSV – 50 let dodávek pro železniční stavby

Ing. Jan Spevák, ŽPSV Uherský Ostroh a.s.

V roce 2002 završila značka ŽPSV 50 let své bohaté historie. To je jistě dobrým důvodem a okamžikem pro bilancování dosavadních výsledků a vytyčení dalších cílů do budoucnosti. Tato pozice je určitě snadnější, pokud se společnosti daří dobře a momentální výsledky lze hodnotit kladně. S uspokojením můžeme konstatovat, že naše společnost tyto základní atributy splňuje. K tomuto významnému mezníku dospěla akciová společnost Železniční průmyslová stavební výroba Uherský Ostroh jakožto pokračovatel bývalého státního podniku ŽPSV.

Výsledky padesáti let existence značky ŽPSV lze shrnout do několika následujících údajů charakterizujících dosavadní výrobu:

- 39.412.121 kusů prazců
- 3.890.305 tun drobných betonových výrobků
- 371.145 tun výhybkových prazců
- 3.357.390 m³ prefabrikátů
- 79.098.268 tun drceného kameniva
- 20.173.842 tun těženého kameniva

Od poměrně skromných začátků, kdy byl v roce 1952 zřízen v Praze „Podnik pro lomy a šterkovny“ prošla značka ŽPSV přes mnoho a mnoho změn, kdy hlavní proběhly samozřejmě v roce 1989, až po stávající stav, kdy akciová společnost ŽPSV Uherský Ostroh je dnes moderní dynamický výrobce betonového zboží s pevným místem mezi předními betonářskými podniky v České republice.

V minulém roce se společnost umístila z hlediska objemu tržeb na desátém místě v České republice mezi podniky s výrobou stavebních hmot, mezi producenty betonového zboží se pohybuje v naprosté špičce. Ve svých šesti závodech a dvou provozech vyrábí ročně zboží za více než 1 miliardu Kč.

Kromě uvedených šesti závodů v České republice vlastní firma také majoritní podíl v ŽPSV Čaňa a. s. na Slovensku. Také tato firma má podobnou náplň výroby a je svou produkcí výrazně orientována na Železnice Slovenské republiky.

Na území České republiky jsou závody ŽPSV rozmístěny tak, že hlavní výrobní potenciál je soustředěn na Moravě a ve východních Čechách, ale i závody v jižních Čechách a v těsné blízkosti Prahy získávají postupně na významu.

Padesát let výroby betonového zboží je již dostatečně dlouhá doba, abychom ji mohli nazvat tradicí – tradicí podloženou zkušenostmi, technicky i odborně zdatnými pracovníky, kteří po celých padesát let odváděli a odvádějí kvalitní práci pod značkou ŽPSV.

Za tuto dobu prošly radikální proměnou také výrobky společnosti a s využitím nejnovějších poznatků vědy a techniky se dostaly na úroveň srovnatelnou s produkty předních evropských firem tohoto segmentu trhu.

Přes značnou diverzifikaci výroby v poslední době a značné posílení produkce pro pozemní stavitelství tvoří stále nejdůležitější část výroby výroba pro železniční stavby. Nosným programem jsou zde i nadále železniční prazce příčné i výhybkové, významný objem výroby tvoří prvky nástupišť, konstrukce přejezdů a přechodů, podchodů, propustků, prvky odvodnění, zpevňovací prefabrikáty, různé zádlazby a dlažby, systémy opěrných zdí a protihlukových stěn, mostní konstrukce, nezanedbatelnou částí je i výroba speciálních

prvků pro železniční značení. Dodávky pro železniční stavby činí cca 75 % z celé produkce ŽPSV.

Všemi těmito výrobky se společnost ŽPSV podílí výraznou měrou na modernizaci tranzitních koridorů Českých drah.

Výrobkem, který zde nachází největší uplatnění, je pochopitelně pražec s označením B-91S. Tento typ pražce dodává společnost ŽPSV variantně s upevněním Vossloh či Pandrol Fastclip.

Tyto pražce se značnou rezervou splňují požadavky na nápravový tlak a rychlost 160 km/hod., což bylo ověřeno 10. dubna 2002 na úseku 1. železničního koridoru mezi stanicemi Břeclav – Vranovice měřící soupravou ÖBB, kdy tento úsek byl poježděn rychlostí 200 km/hod.

Významným kompletačním prvkem pro realizaci koridorových tratí, který se stal součástí sortimentu ŽPSV od roku 1995, je betonový výhybkový pražec VPS.

Je samozřejmé, že každá firma, která chce uspět na tak náročném trhu, jako jsou železniční stavby a která chce být seriózním partnerem tak náročného obchodního partnera, jakým jsou České dráhy, musí zajišťovat další vývoj směřující k inovovaným a novým výrobkům a technickým řešením, k aplikaci nejnovějších poznatků vědy a techniky a k uspokojování nových potřeb zákazníka ve stále vyšší kvalitě.

Inovované a nové výrobky – informativní vzorek

1. Pražce

1a. Pražce pro rozchod 760 mm

Přestože společnost ŽPSV Uherský Ostroh je tradičním výrobcem pražců pro český trh a zajišťuje výrobu různých typů příčných i výhybkových pražců pro České dráhy a dopravní podniky, nevykřývala dosud jeden segment trhu, a sice pražce pro rozchod 760 mm. Abychom tento handicap odstranili, připravili jsme po konzultacích s Jindřichohradeckými místními drahami výrobu tohoto pražce, který nese označení TB – 92 VD. Bází, na níž jsme tento typ vytvořili, je pražec pro městskou dopravu rozchodu 1000 mm. Pražec jsme dimenzovali tak, aby vyhověl požadavkům potenciálních uživatelů.

Určovací parametry pražce jsou:

- nápravová síla - 11,5 t
- pojezdová rychlost - 70 km/hod
- rozdělení pražců v trati - a 600 mm
- rozchod - 760 mm

Návrhové momenty:

- průřez pod kolejnicí - hlavní +10 kNm
- vedlejší – 6 kNm
- průřez ve středu - hlavní - 8 kNm
- vedlejší + 5 kNm
- upevnění kolejnice - bezpodkladnicové Vossloh W 14
- třída betonu - B 55
- délka pražce - 1.700 mm
- úklon úložné plochy - 1:20

Návrhové momenty pražce s rezervou pokrývají silové účinky vyvozené provozním zatížením.

Základní návrh pražce VD je proveden pro užití kolejnice S 49. Pro jiný typ kolejnice jsme schopni operativně provést potřebné úpravy.

Pokud se týká konstrukce pražce, jedná se o předem předpínaný trámec, předepjatý zvlňovaným drátem \varnothing 3 mm. Celková kotevní síla činí 300 kN, konečná předpínací síla pak je 281 kN.

Požadavek odběratele na úpravu rozchodu do oblouků malého poloměru je řešen změnou délky plastových úhlových vložek. Celkové toleranční pole je vymezeno v rozsahu \pm 10 mm s modulem 2,5 mm.

Tento pražec podle požadavku odběratele budeme dodávat s předmontovaným upevněním.

Zahájení dodávek tohoto pražce předpokládáme ve 4. čtvrtletí roku 2002 a rádi bychom ho uplatnili také na úzkorozchodných tratích v německém a rakouském pohraničí.

1b. Pražec se zapuštěnou podkladnicí

Stávající pražec typu B-91S se dodává s pružným upevněním kolejnice. Možnost použití podkladnicového upevnění nás inspirovalo k provedení úprav na úložné ploše pražce B-91S tak, aby zde mohla být upevněna podkladnice pro následnou aplikaci pevného upevnění kolejnice. V současné době se provádějí přípravné práce pro zahájení zkušební výroby prvních kusů.

2. Protihlukové stěny

V minulosti společnost ŽPSV vyráběla protihlukové stěny odrazivé a protihlukové stěny pohltivé se střední úrovní pohltivosti a absorpční vrstvou z drčené pryže či desek Sonit.

Nová právní úprava ochrany proti účinkům hluku zvyšuje požadavky na účinnost (pohltivost) těchto stavebních konstrukcí. Společnost ŽPSV zahájila v těchto dnech výrobu a dodávku takových konstrukcí pro německý trh a činí poslední kroky pro možnost jejich uplatnění také na českém trhu.

Jedná se o sendvičovou konstrukci, kde pohltivá vrstva je tvořena profilovanou vrstvou speciálního mezerovitého betonu, systém výroby umožňuje barevné provedení v odstínech RAL a velmi variabilní provedení. Pohltivost se u tohoto prvku pohybuje v hodnotách 9 ÷ 11 dB.

Celá konstrukce protihlukové stěny je pak jako tradičně tvořena systémem patka, sloup s drážkami pro zasunutí stěnových prvků, soklové desky a pohltivé panely.

Kromě výše uvedených vlastností je další výhodou této konstrukce její trvanlivost, vysoká odolnost, nulová údržba a příznivá cena. Věříme, že všechny tyto aspekty budou dobrým předpokladem pro úspěšné uplatnění této konstrukce na koridorových i ostatních železničních stavbách.

3. Mostní program

V roce 2003 došlo k zásadní inovaci stávajícího mostního programu. Tato inovace spočívá v tom, že byla zahájena výroba předem předpjaté varianty mostních prvků. To bylo umožněno dokončením nové předpínací výrobní dráhy v našem závodě Lítice nad Orlicí.

Věříme, že předem předpínané nosníky MK–T–ČD najdou oprávněně své uplatnění na stavbách železničních mostů. Jejich kvalita, variabilita i ekonomické parametry je k tomu předurčují.

O výše uvedených tvrzeních bychom chtěli odbornou veřejnost přesvědčit na prezentaci, kterou připravujeme přímo ve výrobě na letošní říjen.

4. Ostatní program

Pokud se týká ostatního výrobního programu, provádíme trvale drobné inovace, které vycházejí z poznatků našich odběratelů, z nových technických a technologických řešení a z nejnovějších poznatků vědy a techniky. Výsledkem jsou pak vylepšení technického řešení a kvality či změna designu stávajících výrobků či rozšíření variant stávajícího sortimentu. Tak například jsme uvedli na trh nové způsoby spojování konzolových desek nástupišť, rozšířili trubní program v Nových Hradech či sortiment dlažeb v Doloplazech.

Vývoj se ve společnosti ŽPSV neorientuje pouze na nové či inovované výrobky, ale z velké části též na využití výpočetní techniky při simulacích provozních podmínek, na aplikace nových poznatků technologie, na nové metody zkoušení a na další neméně významné oblasti, jako je sledování a řízení kvality a prohlubování informací jakožto nutného zdroje pro další možný pokrok. Mnoho úkolů z této oblasti má dlouhodobý charakter a řeší se v několika etapách po dobu i několika let. Do této oblasti spadá například vytváření systému hodnocení výsledné kvality s využitím výpočetní techniky a dat sbíraných v průběhu procesu výroby, vývoj řešení ke snížení účinků hluku a vibrací od provozu kolejových vozidel, vývoj nových výrobních zařízení, principiálně nové řešení vibrace, sledování pražců pod zatížením atd.

Ročně je na tuto oblast vynakládáno cca 0,3 % z obrátu společnosti (vlastní vývoj), další významné prostředky jsou vydávány na pořízení investic, zajišťujících uvedení těchto teoretických poznatků do života.

Jsme si vědomi toho, že v současném nekompromisním tržním prostředí nelze žít z podstaty, nelze ustrnout ve vývoji. Chceme-li se i v budoucnu úspěšně uplatňovat na trhu, musíme nabízet to, co trh potřebuje a jen v té nejlepší kvalitě.

Významnou oblastí, které se firma ŽPSV už z podstaty své činnosti musí věnovat, je zvyšování kvality betonové směsi s použitím nejnovějších výsledků vědy. V této oblasti jsme výrazně posílili vlastní tým odborníků s cílem aktivně se podílet na vlastním vývoji a hledat vlastní, našim specifikům nejlépe odpovídající cesty. Beton je jistě jednou z nejrozšířenějších stavebních látek. Všichni se s ním denně setkáváme, mnozí s ním často pracujeme a pro laiky je to pouhá směs cementu, kameniva a vody. Skutečnost je ale diametrálně jiná, beton je látka složitá, náročná, ale ve svých modifikacích velmi perspektivní.

Beton je obecně nejrozšířenějším konstrukčním materiálem, kterého se ročně produkuje 1200 až 2400 kg/člověka. Proč má beton tak výlučné postavení? Prof. Hewlett uvádí dva důvody:

1) beton je velice adaptabilní a dá se použít téměř pro všechny situace, ať konstrukční nebo nekonstrukční

2) je schopný dalšího vývoje a je schopný reagovat na problém životního prostředí, spotřeby energie a nové funkční požadavky konstrukční i estetické.

Ale musíme vidět i druhou stranu mince: při výrobě 1 tuny porlandského cementu vzniká také 1 tuna CO₂. To má za následek, že 3 – 6 % celkových emisí CO₂ pochází právě z výroby cementu. A protože do betonu patří i výztuž a spotřebuje se také další energie, musíme vzít na vědomí, že výroba betonu se na celkových emisích CO₂ podílí 8 %! Zanedbatelná není také energie, která se spotřebuje při zpracování betonu. Ve Velké Británii se blíží k 25 % celkové energie spotřebované průmyslem. A v této zemi produkuje stavební průmysl také 20 % z celkového množství odpadů. Tato čísla nás nemohou nechat lhostejnými a je nutné se zamýšlet nad tím, jak využít beton účelněji a hospodárněji. Cesta k tomuto cíli je zdánlivě jednoduchá, přitom nesmírně zajímavá. Je nutné vyrábět vysokohodnotné betony (High Performance Concrete) a „šít je na míru“ pro tu či onu aplikaci.

Vysokohodnotný beton

Definice vysokohodnotného betonu není striktně zavedena. Dá se říci, že jde o beton s tlakovou pevností alespoň 60 Mpa. K jejímu dosažení je třeba snížit vodní součinitel pod 0,4, vzniklý beton pak bývá dostatečně hutný, což je základní podmínkou jeho trvanlivosti. Proto nemluvíme jen o vysokopevnostním betonu, ale o vysokohodnotném betonu. Použití vysokohodnotného betonu přináší výhody. Vedle nesporných konstrukčních a uživatelských výhod je tu i přínos pro ekologii, méně oceli, méně kameniva.

Zelený beton (Green Concrete)

Posuňme se v úvahách o betonu ještě dál. Už bylo dostatečně ukázáno, že použití vysokohodnotných betonů přináší výhody technické, ekonomické a také ekologické. Ovšem existují ještě další možnosti. Ve světě se stále více mluví o zeleném betonu, tedy o betonu, který je ještě citlivější k životnímu prostředí. Tento přístup neznamená náhradu betonu jiným materiálem, ale redukci dopadu výroby cementu a betonu na životní prostředí. A v objemech výroby betonu znamená například i malá úspora cementu nebo betonu velké přínosy pro životní prostředí.

Přitom ovšem mají být vyráběny betony vysokých tříd nebo vysokohodnotné betony, jejichž pevnosti budou dosahovat alespoň 85 % hodnot srovnávacích betonů. Pro dosažení těchto cílů byly specifikovány čtyři cesty:

1. rostoucí využití konvenčních reziduálních produktů, například popílků
2. využití reziduálních produktů z betonářské výroby, například moučky a prachu z drceného kameniva a kalů z vyplachování míchaček a ostatního zařízení
3. využití odpadů, které nejsou v betonech běžně zpracovávány, například popílků ze spaloven odpadů
4. využití cementů nových typů se sníženým dopadem na životní prostředí.

Výsledky ze světa ukazují, že nastoupená cesta je správná, uvedené cíle jsou reálné a dílčích výsledků již bylo dosaženo.

Není to tak jednoduché

Ať vysokohodnotný beton, tak zelený beton jsou materiály, při jejichž vývoji a přípravě není možné vystačit se zažitými zásadami.

Příkladem může být třeba smrštění vysokohodnotných betonů. Běžně například víme, že pokud má beton vyšší vodní součinitel, vykazuje při zrání výraznější smrštění,

kteřé je způsobeno odpařováním vody. Tomu se dá ale do značné míry předejít ošetřováním betonu, při uložení ve vodě běžný beton dokonce mírně nabývá na objemu. Co ale, když připravíme beton s velmi nízkým vodním součinitelem. Ten by se měl smršťovat velmi málo. Ano, voda se z něj příliš nevypařuje, kapilárních pórů tam totiž není mnoho. Ale při pokračující hydrataci potřebuje cement další a další vodu. Tu odčerpává z okolních drobných pórů což způsobuje takzvané smrštění od samovysychání. Beton vysychá zevnitř. A ošetřování příliš nepomůže, voda proniká do hutného betonu jen velmi pomalu. V předešlých letech byla z podnětu ŽPSV Uherský Ostroh věnována pozornost právě této problematice. S aplikací lomové mechaniky bylo dokázáno, jak škodlivý efekt může toto smrštění mít, zejména s ohledem na křehkost vysokohodnotných betonů. Byly také hledány cesty k nápravě, ať již modifikací pojiva, nebo modifikací složení betonové směsi. Poslední výzkumy se týkají samoošetřování, kdy je vytvořen rezervoár vody uvnitř betonu buď aplikací nasákavého kameniva, nebo vhodného polymeru.

Rozsáhlou problematiku tvoří chemické přísady do betonu. Z těch jsou nejpoužívanější superplastifikátory. V současné době mizí tvrzení o tom, že ten či onen plastifikátor je vhodný pro všechny cementy. Naopak, ukazuje se, že nejen z hlediska rheologie ale i z hlediska mechanických vlastností se musíme zabývat kompatibilitou plastifikátorů a cementů. Jedním z důvodů je například různá kinetika rozpustnosti různých typů sádrovce. Ten je v cementu kvůli regulaci tuhnutí. Ovšem zejména v případě betonů s velmi nízkým vodním součinitelem se jej může rozpustit jen velmi malé množství. Vody je tam velmi málo, brzy dojde k nasycení roztoku a sádrovce se může rozpustit tak malé množství, že se stává aktuálním takzvané falešné tuhnutí cementu. Plastifikátor může situaci zlepšit, ale také zhoršit. V této problematice bylo také dosaženo výrazných výsledků, zejména v oblasti vysvětlení křehnutí cementových past.

Další problémy vyvstávají například v oblasti normativní. Například na hotových betonech se dá dokladovat, že použité kamenivo – moučka z lomu – jeho kvalitu nesníží. Ovšem tato moučka nesplňuje svými parametry požadavky kladené na kamenivo do betonu. V oblasti využití odpadů je situace ještě složitější. Pokud jde například o popílky, které obsahují těžké kovy, je jistě opatrnost na místě. Ačkoliv zrovna těžké kovy mohou být v kombinaci s cementem vázány do tak stabilních komplexů, že jsou vlastně zneškodněny. Proč se ale pro některé aplikace vylučuje použití jiných cementů než portlandských, to je záhadou. Přitom pro dosažení vysokohodnotných betonů je zcela nezbytné používat příměsi.

I z těch několika případů je jasné, že při cestě za vysokohodnotnými betony a zelenými betony je třeba překonat řadu překážek, někdy i normativních, ale jistě to stojí za to. Konečně k otázce: „Kam kráčíš, betone?“ se dá připojit další: „Kam kráčíš, společnosti?“ Pokud do evropské unie, tak se musíme vypořádat i s problémy týkajícími se betonů a jejich vztahu k životnímu prostředí.

Věříme, že se nám podaří úspěšně kráčet touto cestou tím spíš, že vyrábíme jeden z nejnáročnějších betonových výrobků – železniční pražec a chceme ho i nadále vyrábět pouze na té nejvyšší technické úrovni, aby v budoucnu byla značka ŽPSV vždy synonymem té nejvyšší kvality.

Porušování oběžné plochy kol brzděných kotoučovou brzdou

Doc. Ing. Jan Kout, CSc., ČD, s.o., Výzkumný ústav železniční Praha

Prof. Ing. Rudolf Kaloč, CSc., Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice

1. Úvod

V polovině roku 1998 byl z podnětu Drážního úřadu zaveden zkušební provoz vozů řady 843, 043 a 943 na základě rozsáhlého poškozování oběžných ploch těchto vozů. Při pravidelných prohlídkách byly oběžné plochy posuzovány podle „Katalogu vad na jízdní ploše“, který byl vypracován výrobcem kol firmou BONATRANS, a.s. Bohumín.

Při statistickém zpracování údajů o výskytu jednotlivých vad bylo zjištěno, že nejzávažnějším porušením jízdní plochy se jeví vady typu „vydrolenin“, které ve své poslední fázi rozvoje jsou typickým porušením materiálu tzv. kontaktní únavou.

Přes neoddiskutovatelný význam statistického zpracování souborů vad je však zřejmé, že touto cestou nelze získat odpověď na příčiny degračních porušení jízdní plochy kol až do stádia vydrolování materiálu. Proto bylo v závěru roku 1999, z podnětu ČD DOP O12, zahájeno řešení výzkumného úkolu „Oběžná plocha kol v provozu ČD“ jehož součástí bylo nejenom pokračování v již zahájeném provozním sledování, ale i výzkum příčin vzniku porušení oběžných ploch kol včetně návrhu a realizace unikátního zkušebního zařízení pro laboratorní experimenty za podmínek styku skutečných povrchů kola a kolejnice při zatěžovacích podmínkách, které se co nejvíce blíží podmínkám provozním.

2. Prokázané skutečnosti

Pátráme-li po příčinách vzniku vad typu „vydrolenin“ na povrchu oběžné plochy železničního kola, lze s velkou jistotou vycházet z následujících pozorovaných, případně jinak prokázaných skutečností:

- a) poruchy tohoto typu jsou lokální a při jejich výskytu jsou náhodně rozloženy na povrchu jízdní plochy v obvodovém pásmu kontaktu kola s kolejnicí.
- b) vznik „vydrolenin“ je téměř výhradně zaznamenán u kol, která nejsou bržděna (případně jsou jen dobrždována) špalíkovými brzdami
- c) rozvíjející se vada vesměs začíná u tzv. *tvrdého místa* (např. martenzit), přičemž podle dosavadních četných metalografických analýz se tento iniciátor (vesměs malých rozměrů) jako prvotní příčina následného kontaktně únavového porušení, nachází v těsné blízkosti povrchu.

POZNÁMKA 1: se samotným fenoménem vzniku martenzitické struktury na povrchu kola se setkáváme i v jiných případech jeho porušení; jedná se o běžně známé a přetrvávající případy tzv. plochých kol. Je však třeba důrazně upozornit na to, že velikosti objemů zasažených martenzitickou strukturou jsou o řád větší než v případě, kterým se zabýváme a ovlivnění dalších, spodních vrstev materiálu kola, nevykazuje plastické přetvoření – martenzitická struktura přechází do základního materiálu pouze prostřednictvím tepelně ovlivněné oblasti. Martenzitická přeměna povrchových a podpovrchových vrstev ovšem nastává také u tzv. *přebzděných kol*, brzděných špalíky; i v tomto případě dochází v konečném důsledku ke kontaktně únavovému porušení oběžné plochy kola – opět se nejedná o případ námi řešený

- d) následná trhlina jako důsledek iniciace a všeobecného zatížení kola se šíří v povrchových vrstvách a v konečné fázi vyústí zpět napovrch, oddělujíc jistý objem materiálu (vydrolenin). U rozměrů oddělené části materiálu obvykle převládá rozměr ve směru obvodu kola. Hloubka porušení je determinovaná tvarem trhliny, přesněji řečeno trajektorií jejího čela, případně rozvětvenou trajektorií rozštěpené trhliny.

POZNÁMKA 2: je třeba říci, že ve většině případů nemusí hrozit akutní nebezpečí pokračujícího šíření trhlin hluboko do podpovrchových oblastí jízdní plochy, a že zmiňované poruchy budou převážně vadami typu „vydrolenin“. Nicméně nelze vyloučit, že nedojde v jisté fázi proniknutí trhliny do podpovrchových vrstev vlivem dalšího nového iniciátoru k pokračujícímu šíření, i např. magistrální trhliny, v radiálním směru; i když je tento jev fyzikálně možný, je patrně méně pravděpodobnější, to je však třeba dalším výzkumem prokázat

- e) vznik tvrdého místa (martenzitu), který byl při zvolené pracovní hypotéze pokládán za stěžejní příčinu vzniku poruchy, je podložen výpočtem možného vzniku povrchové teploty nad hodnotou A_{c3} při reálných prokluzech kola
- f) vznikající termický efekt je dějem periodickým v případě, že při odvalování kola dojde k opakovanému styku téže plošky, případně dějem neperiodickým pokud k periodicitě styku (při obecnějším relativním pohybu kola vzhledem ke kolejnici) nedojde. Nelze vyloučit ani ojedinělý kontakt u téže plošky neopakovaný. Výše popsané alternativy shodně představují zdroj tepla, který po zániku plošky mizí a nastává nestacionární proces ochlazování v důsledku nestacionarity (nebo periodické změny) a v důsledku malých zachvácených objemů materiálu budou rychlosti ochlazování podstatně větší nežli při kvazistatických (nevlňových) teplotních procesech šíření tepla v pevném prostředí. *Z hlediska tvorby základné struktury může být reálně dosaženo kritické ochlazovací rychlosti.*
- g) Nutno zdůraznit, že nelze vyloučit jiné druhy iniciátorů trhlin, jako lokální mechanické narušení povrchu, vměstkovité částice, případně tvrdé struktury způsobené v procesu obrábění jízdní plochy, kterýmžto procesem se utváří jistý stav mikrogeometrie povrchu, (ten úzce souvisí s lokálními napětovými stavy).

3. Vliv všeobecného zatížení v kontaktní ploše, na podmínky porušování povrchových objemů

Pokud jako pracovní metodu, pro posouzení porušení materiálu v kontaktní oblasti, použijeme smluvní model, pro nějž je definována napjatost, je vhodné klasifikovat základní zatěžující děje takto:

- a) zatížení statického charakteru
- b) zatížení impulzivní (ráz)
- c) zatížení cyklické (únavové)

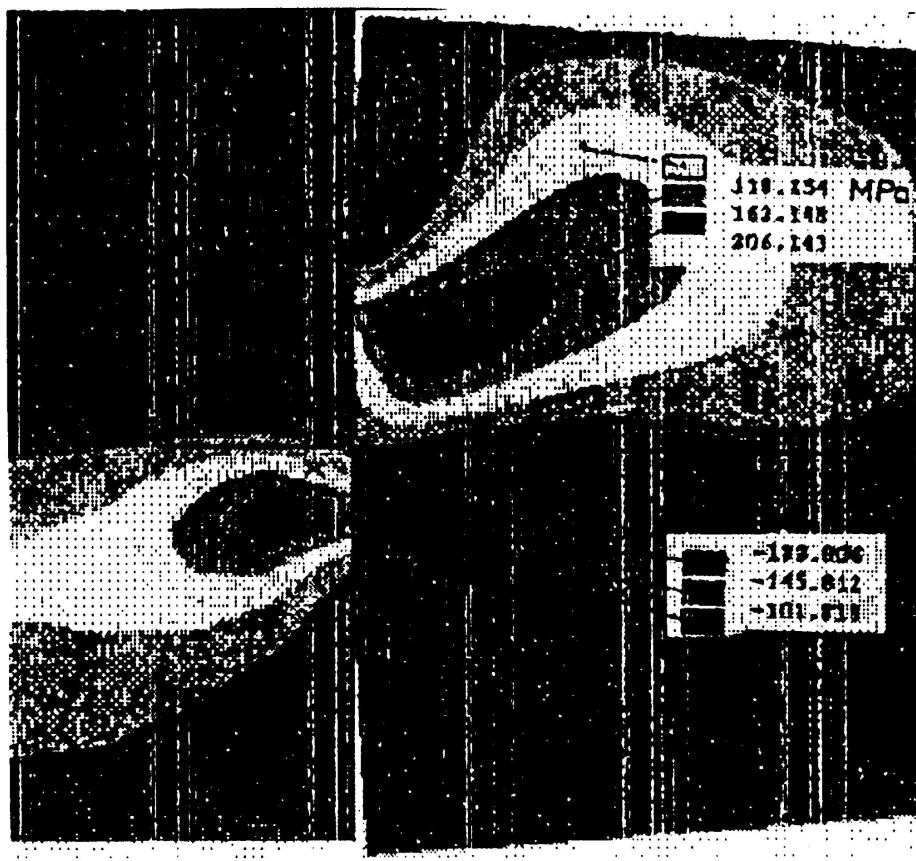
Zatížení ad a), vesměs založené na elementární teorii Hertzově, poskytuje orientaci pro popis stavu napjatosti deformačně zachváceného kontaktního objemu. Aplikace dynamické Hertzovy [1] teorie, může poskytnout základní informace o době trvání rázového děje. V žádném případě však nerespektuje odvalovací děj v kontaktu. Klasické pojetí cyklického zatížení, kdy k porušení dochází vlivem postupných účinků mnoha

zatěžujících cyklů, nemusí vyhovovat reálnému stavu odvalujícího se kola, jelikož periodicitu zatížení konkrétní stykové plošky není zaručena. Nicméně pro teoretické vysvětlení příčin porušování mají zásadní význam postupy založené na numerickém modelování kontaktu při respektování cykličnosti zatížení a s použitím cyklického zákona přetvoření, např. ve tvaru:

$$\varepsilon_a = \frac{\sigma_a}{E} + \left(\frac{\sigma_a}{K} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

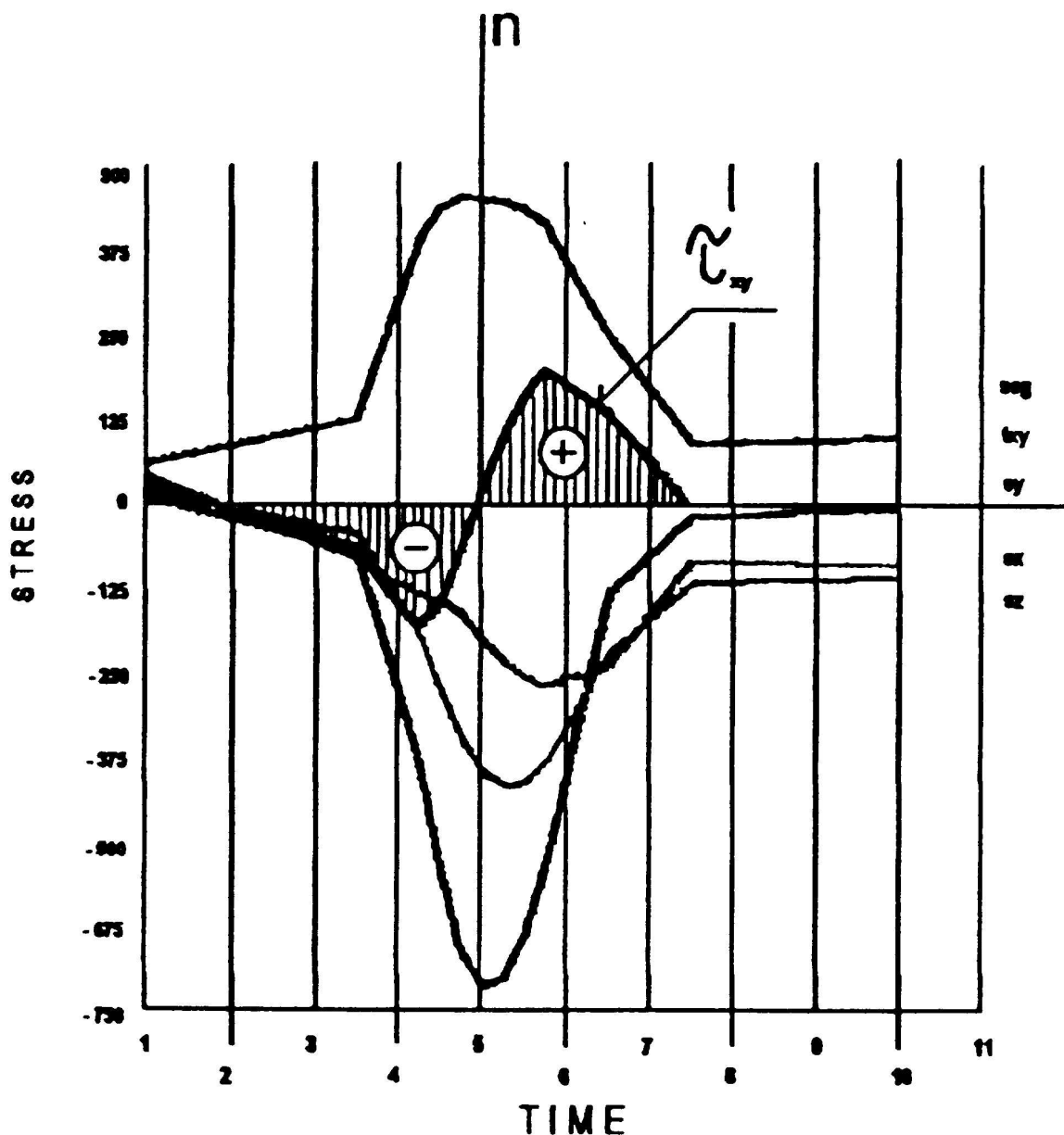
Uvedený vztah mezi amplitudami elastického a plastického přetvoření se součinitelem cyklického zpevnění K a exponentem cyklického zpevnění n byl použit v práci [2], která je významná tím, že matematický model respektuje postupné odvalování, na rozdíl od vesměs používaných modelů kolmého přitlačení povrchů proti sobě. V citované práci [2] byl použit programový systém ANSYS 5.4, přičemž styk oblastí je zprostředkován kontaktními prvky CONTACT 48 [3].

Výsledky studie [2] potvrzují známé závěry analytických řešení např. o existenci maximálního smykového napětí v podpovrchových vrstvách. Za klíčový poznatek však nutno považovat zjištění, že při odvalování dochází ke změně znaménka smykových napětí, takže jeho rozkmit je zhruba dvojnásobný proti stacionárnímu kontaktu.



Obr. 1: Izolinie smykového napětí τ_{xy} [MPa]
 Fig. 1: The isoline of the shear stress τ_{xy} [MPa]

Z podrobného rozboru ukázky výpočtů (obr. 1) plyne nesymetričnost deformační zóny kola vzhledem k normále \underline{n} . Průběh napětí τ_{xy} libovolného bodu v kontaktní oblasti, v závislosti na čase, má charakter uvedený na obr. 2.



Obr. 2: Závislost smykového napětí τ_{xy} na čase t (libovolného bodu v kontaktu)
 Fig. 2: The shear stress-time relationship (of the arbitrary point in the contact area)

Veškeré tyto výsledky podporují správnost představy o existenci tří základních pásem kontaktní zóny, tj. existenci pásma předstihu (P), přilnutí (L) a zpoždování (Z). Vzájemný poměr délek těchto tří pásem je pak proměnlivý a charakteristický pro kolo poháněné, brzděné a kolo prostě odvalované. V tomto smyslu by měly být revidovány představy o jednozonálních skluzových dějích.

V pásmu (L) dochází ke změně znaménka smykového napětí, a je to zřejmě oblast obsahující extrémní hodnotu normálového tlaku p_{\max} . V pásmu (P), nacházejícího se ve směru postupu kola, dochází k relativnímu pohybu částic ve směru postupu kola, v pásmu (Z) k pohybu částic proti směru postupu kola.

Představa tří zón v oblasti styku tvoří základ popisu fyzikálních jevů v kontaktní vrstvě, jelikož tomu musí odpovídat okrajové podmínky pro analytické úvahy, ze kterých lze odvodit vlivy jednotlivých parametrů na stav celé kontaktní oblasti. Později bude poukázáno např. na dominantní vliv délky pásma předstihu (P), na velikost součinitele tření, apod.

Inženýrský výpočet velikostí složek tenzoru napětí na základě teorie rovinné pružnosti může vycházet ze vztahů pro polorovinu:

$$\begin{aligned}\sigma_y^\tau &= -\frac{2}{\pi} y^2 \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\tau(\varepsilon)(x-\varepsilon)}{[(x-\varepsilon)^2 + y^2]^2} d\varepsilon \\ \sigma_x^\tau &= -\frac{2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\tau(\varepsilon)(x-\varepsilon)^3}{[(x-\varepsilon)^2 + y^2]^2} d\varepsilon \quad \} \quad (2) \\ \tau_{xy}^\tau &= -\frac{2}{\pi} y \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\tau(\varepsilon)(x-\varepsilon)^2}{[(x-\varepsilon)^2 + y^2]^2} d\varepsilon\end{aligned}$$

Horní index τ u složek napětí symbolizuje, že funkce $\tau(\varepsilon)$ vyjadřuje jen rozložení smykového napětí v kontaktní oblasti, tj. podél osy \underline{x} ohraničující polorovinu ($y = 0$). Podobně lze napsat vztahy pro složky tenzoru napětí v libovolném bodě poloroviny (x, y) pro známou funkci $p(\varepsilon)$, tj. při jistém rozložení specifických tlaků podél kontaktu (osa \underline{x}). Obě funkce $p(\varepsilon)$, $\tau(\varepsilon)$ jsou vzájemně vázané, což lze teoreticky popsat různým způsobem, nejčastěji pomocí Coulombova zákona tření nebo pomocí hydrodynamické teorie apod. V dalším se zaměříme na vliv rozložení napětí τ a p na stykové plošce, při předpokládané existenci stálého součinitele tření f_0 . Řešením rovnic typu (2) a při linearizovaném průběhu funkce $\tau(\varepsilon)$, viz obr. 3, obdržíme závislost (3):

$$\frac{\tau_{\max}}{p_{\max}} = \frac{8}{\pi} f_0 \left[\eta \operatorname{arctg} \frac{1}{\eta} - 2\eta \operatorname{arctg} \frac{0,5}{\eta} + \ln \frac{1 + \eta^2}{0,25 + \eta^2} \right] + \frac{1}{\pi} \eta \ln \frac{\eta^2 + 1}{\eta^2} \quad (3)$$

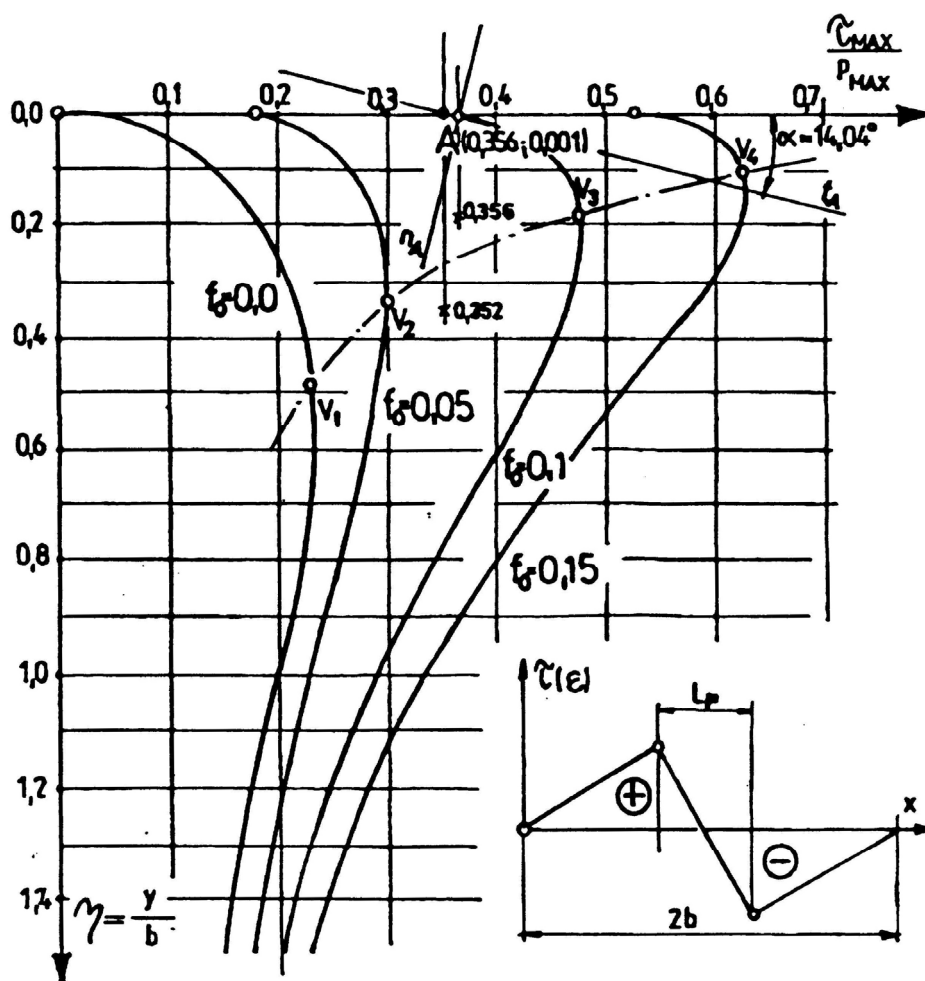
Vztah (3) platí pro $\xi = \frac{x}{b} = 0$ a $\frac{L_p}{2b} = 0,5$, kde $2b$ je délka dotykové oblasti ve směru tečném a L_p je délka zóny L (pásmo přilnutí). Bezrozměrný faktor η určuje hloubku, ve které je $\tau = \tau_{\max}$.

Platí, že $\eta = \frac{y}{b}$, přičemž y je souřadnice ve směru normály k povrchu poloroviny ($y \perp x$). Grafická interpretace rovnice (3) je uvedena na obr. 3. Z průběhů křivek s parametrem f_0 je zřetelně vidět, že se vzrůstající hodnotou součinitele f_0 roste hodnota

$\frac{\tau_{\max}}{\rho_{\max}}$ a její extrém se přibližuje k povrchu ($\eta \rightarrow 0$). Na základě provedeného řešení lze rovněž prokázat, že stejným efektem působí i zkracující se délka pásma přilnutí, tj. délka L_p .

Pro další úvahy je nezbytné si povšimnout, že nejrychlejší nárůst napětí τ_{\max} je pro $\eta = 0$, tj. na povrchu, a je v podstatě nezávislý na hodnotě f_0 . V oblasti poklesu hodnoty τ_{\max} , tj. pod spojnici vrcholů $V_{1,2,3,\dots}$, je pokles podstatně mírnější a všechny křivky směřují k limitní hodnotě τ_{\max} .

Je zřejmé, že průběh popisovaných závislostí bude ovlivněn dalšími faktory, zejména průběhem samotných funkcí $\tau(\epsilon)$ a $p(\epsilon)$. Nicméně numerickým řešením bylo prokázáno, že charakter závislostí $\frac{\tau_{\max}}{\rho_{\max}}$ zůstává zachován.



Obr. 3: Průběh závislostí $\frac{\tau_{\max}}{\rho_{\max}} = f(\eta)$ pro různé hodnoty parametru f_0

Fig. 3: The $\frac{\tau_{\max}}{\rho_{\max}} - \eta$ relationship for the various value of the parameter f_0

4. Kontaktní vrstva

Z fyzikálního hlediska je zřejmé, že tenká kontaktní vrstva je prostředím, jehož vlastnosti mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit životnost jízdni plochy kola. Zplastizovaná, a v důsledku toho zpevněná kontaktní vrstva prokazatelně vykazuje různé hodnoty pevnostních vlastností. Tyto značně rozptýlené vlastnosti, kvantifikované např. mikrotvrdostí, jsou vesměs vysvětlovány vadami krystalické struktury, které podle [6] jsou z makroskopického hlediska nazývány „prioritními defekty“. V podstatě jde o jemné trhlinky, vyskytující se na povrchu [7], které po odstranění znamenají podstatné zvýšení odolnosti povrchu proti poškození (viz např. experimenty podle Joffeho [6] s krystalem kamenné soli). Významný vliv na pevnost materiálu má také přítomnost povrchově aktivních látek v okolním prostředí, které jsou schopné adsorbce, což vyvolává značné snížení povrchové energie (Griffithova představa). Povrchové částice pronikají stále hlouběji do povrchových vrstev, a tak vytvářejí systém vlasových trhlin. Jedná se o iniciátory vad, které lze odstranit relativně snadno. Komplikovaněji působí iniciátory typu vměstků, nehomogenity materiálové a nehomogenity geometrické (faktory obrábění). Mezi materiálové nehomogenity nutno zařadit zejména „tvrdá místa“, např. malé objemy martenzitických struktur; takové struktury byly na povrchu provozovaných kol bezpečně prokázány. Je vážnou otázkou, zda preventivní odstranění těchto iniciátorů nebylo u železničních kol potlačeno odstraněním špalíkového brzdění.

V kontaktní vrstvě se tedy zákonitě vytváří soubor defektů, čímž vzniká značná materiálová nehomogenita. V této souvislosti stojí za poznámku, že pokusy o numerické modelování styku kolo - kolejnice, zejména prosazované v úvahách o opotřebení, jsou problematické; např. i volba speciálních typů kontaktních elementů při použití metody MKP je zavádějící, jelikož jev kontaktu je popisován vlastnostmi prvků, nikoli vlastnostmi skutečných struktur materiálu.

Podle teorií lomové mechaniky se předpokládá existence fenoménu nejnebezpečnějšího defektu, přičemž je problém zpracováván statisticky, z důvodů stochastického rozdělení defektů. Avšak u plastických materiálů je situace složitější ve srovnání s představami vzniku křehkého porušení. Totiž v procesu plastizace dochází zákonitě ke změně velikosti defektů a jejich orientaci, takže individuální objemové elementy povrchové vrstvy se stávají vzájemně závislé.

Z pragmatických důvodů dále přistoupíme k inženýrské úvaze o existenci kontaktní vrstvy, tj. budeme ji charakterizovat její tloušťkou h_{pl} s představou, že se jedná o tzv. „primární plastizaci“. Tímto způsobem bude vytvořen model pro představu prostředí iniciátorů trhlin, které se dále šíří do podpovrchových oblastí věnce kola.

Nechť je rozměr kontaktní plošky ve směru osy x dán hodnotou $2b$. Uvažujme-li rovnováhu sil ve směru osy x , pak lze pro interval $-b \leq x \leq +b$, a za předpokladu existence zmíněné **tenké** kontaktní vrstvy (h_{pl}), přijmout předpoklad, že $dy \approx dx$ ($y \perp x$).

Rovnice rovnováhy:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0$$

dává podle [5] možnost odvodit vztah:

$$\sigma_y = p_{\max} \left(1 - \xi^2\right)^{2f_{str}} \frac{b}{h_{pl}} \quad (4)$$

Na základě pokusů, ověřených fotoelasticimetrickými modely, byla odvozena empirická rovnice:

$$\frac{p_{\max}}{p_{\text{stř}}} = 1 + 5,34f_{\text{stř}} \quad (5)$$

V rovnicích (4) a (5) jsou p_{\max} a $p_{\text{stř}}$ specifické tlaky ve styku, $f_{\text{stř}}$ je střední hodnota součinitele tření a $\xi = \frac{x}{b}$. V intervalu $-b \leq x \leq +b$ lze rov. (4) linearizovat tvarem:

$$\frac{p_{\max}}{p_{\text{stř}}} = 1 + 0,835f_{\text{stř}} \frac{b}{h_{\text{pl}}} \quad (6)$$

Z rovnic (5) a (6) vyplyne elementární podmínka:

$$h_{\text{pl}} = 0,156.b \quad (7)$$

Hodnotu b můžeme orientačně stanovit podle [5] pomocí vztahu:

$$b = \left[\left(5,5 + 8 \ln \frac{b_{\max}}{p_{\text{stř}}} \right) \frac{p_{\text{stř}}}{E} \frac{2(1-\mu^2)}{\pi} \right] R \quad (8)$$

Pro $\mu = 0,3$; $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Pa; $\frac{p_{\max}}{p_{\text{stř}}} = 1,6$; $p_{\text{stř}} = 6,0 \cdot 10^8$ Pa; $R = 0,46$ m obdržíme dle (8) hodnotu $b = 7,1 \cdot 10^{-3}$ m a konečně dle (7) hodnotu $h_{\text{pl}} = 1,108 \cdot 10^{-3}$ m.

5. Prognóza o charakteru šíření trhliny ve věnci kola

Na základě předpovědi tloušťky tzv. kontaktní vrstvy lze vymezit oblast iniciace a oblast šíření trhliny. Zkušenosti ukazují, že rozvíjející se trhlina má vždy tendenci orientovat svůj směr pod malým úhlem vzhledem k povrchu kola a v jisté hloubce neproniká radiálně. Další šíření ve směru obvodovém je vesměs přerušeno vylomením jisté objemové části materiálu a vzniká tak vada nazývaná „vydrolenina“.

Podle dislokační teorie je známo, že se, při definované hodnotě tenzoru napětí v daném bodě, dají explicitně určit hodnoty síly pro každou kombinaci hnacího účinku trhliny v příslušné kluzové rovině. Potom kombinace obsahující nejintenzivnější pole napětí, bude určovat systém, kterým se nejpravděpodobněji realizuje plastická deformace jakožto základní podmínka šíření trhliny. Extrémní hodnota tenzoru napětí bude zřejmě prezentována hodnotou τ_{\max} . Podle obr. 3 odpovídají této hodnotě napětí body $V_{1,2,3,\dots}$, ležící na čáře, která odděluje oblast nárůstu hodnoty τ_{\max} od oblasti podstatně mírnějšího poklesu hodnoty τ_{\max} . Charakter průběhů je v podstatě invariantní k parametru f_0 ($f_0 \equiv f_{\text{stř}}$).

Sledujeme-li např. průběh s hodnotou $f_0 = 0,1$ má η , odpovídající bodu V_3 , hodnotu 0,21. Při $b = 7,1$ mm (dle (8)) je maximální hodnoty τ_{\max} dosaženo v hloubce $y = b$. $\eta = 1,49$ mm. Při srovnání s vypočtenou hodnotou $h_{\text{pl}} = 1,108$ mm zjišťujeme, že se trhlina šíří pod kontaktní vrstvou. Při větších hodnotách L_p (délka zóny přilnutí), budou souřadnice bodů $V_{1,2,3,\dots}$ dosahovat větších hodnot. Nicméně, nelze ovšem vyloučit ani šíření trhliny v menších hloubkách, zejména při větších hodnotách součinitele tření f_0 .

Důvod, proč šířící se trhlina nemá tendenci trvale směřovat šikmo pod povrch, můžeme spatřovat v tom, že pod body $V_{1,2,3,\dots}$, (obr. 3) je gradient napětí $\tau_{\max} = f(\eta)$ podstatně menší. Naproti tomu v oblasti povrchu, kde $\eta \rightarrow 0$, je hodnota gradientu napětí největší (obr. 3). Fyzikálně je tedy velmi pravděpodobné, že hodnota gradientu $\tau_{\max} = f(\eta)$ je co do směru *kriteriem hnacího účinku trhliny*. Extrémní hodnota gradientu v blízkosti

povrchu je potom určujícím parametrem počátečního směru šíření trhliny. Např. podle (3) pro $\eta = 0,001$ (povrchová oblast) a pro $f_0 = 0,1$, svírá normála funkce $\tau_{\max} = f(\eta)$ v bodě $A(0,356;0,001)$ s normálou \underline{n} k povrchu kola, úhel:

$$\alpha = \arctg \frac{0,001}{0,004} = 14,04^\circ$$

Tato teoretická úvaha vede ke tvrzení, že by sklon trhliny, v počátku jejího šíření, měl odpovídat hodnotě α .

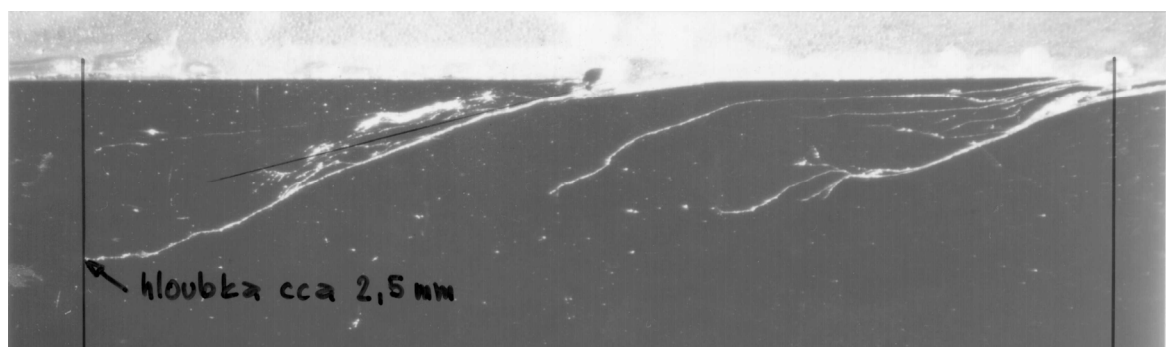
Obrat trhliny směrem vzhůru (k povrchu kola) po dosažení maximální hloubky zřejmě odpovídá procesu následného vydrolení objemu materiálu při kontaktním únavovém procesu, který vzniká cyklickým zatížením trhlinou narušeného povrchu, kolovou silou. Morfologii povrchu lomové plochy po tomto vylomení lze stěžít na skutečných kolech z provozu studovat, jelikož jsou vesměs jistou dobu provozována i po vzniku vydroleniny.

6. Metalografické posouzení porušeného železničního kola

Obruč železničního kola, z materiálu B5T dle Vyhl. UIC 810 – 1, provozovaná cca 200.000 km, byla podrobena metalografickému posouzení, za účelem stanovení pravděpodobných příčin vzniku porušení jízdní plochy vydrolením. Metalografické výbrusy byly zhotoveny z podélného výřezu obruče kola.

Na obr. 4 je makrosnímek podélného (obvodového) řezu, na němž jsou dokumentovány rozvinuté trhliny, iniciované na povrchu jízdní plochy. Jak je z obrázku patrné, všechny sledované trhliny vycházejí z míst povrchu, který je porušen, resp. z míst v nichž jsou „vydroleniny“. Hloubka levé magistrální trhliny činí cca 2,5 mm, pravé magistrální trhliny asi 1,8 mm. Úhly normál směřů šíření magistrálních trhlín na jejich počátku, s normálami k povrchu jízdní plochy, nabývají hodnot $\alpha = 10 \div 12^\circ$, což velmi dobře koresponduje s vypočtenou hodnotou úhlu α (viz kap. 5).

Pozornosti čtenáře by neměla uniknout ani oblast konců magistrálních trhlín, která pro tento konkrétní případ odpovídá, s největší pravděpodobností, okamžiku, kdy se magistrální trhliny začínají „obracet“ zpátky k povrchu kola. Nutno však důrazně upozornit na to, že další šíření do materiálu kola nebo rozvětvení magistrálních trhlín je rovněž možné.

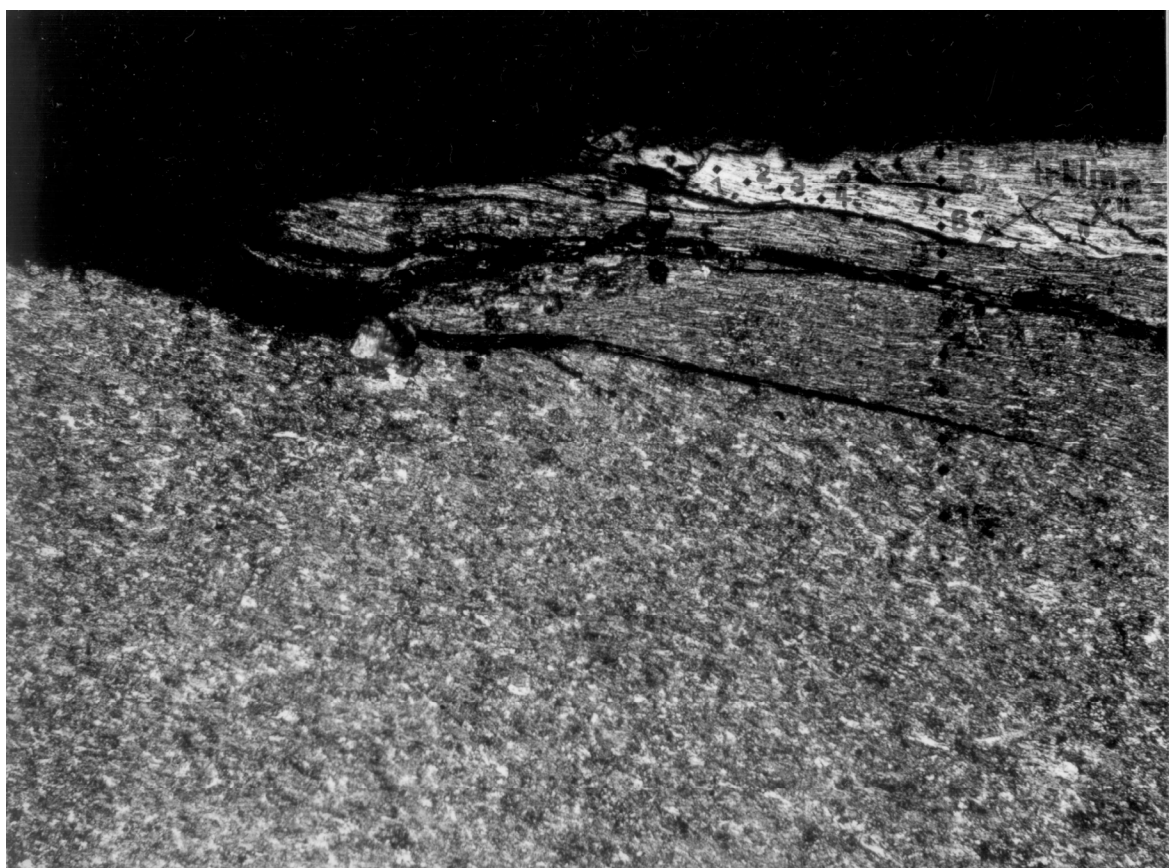


Obr. 4: Trhliny v materiálu kola (zvět. 10 x)

Fig. 4: The cracks in the material of the wheel (blow up 10 times)

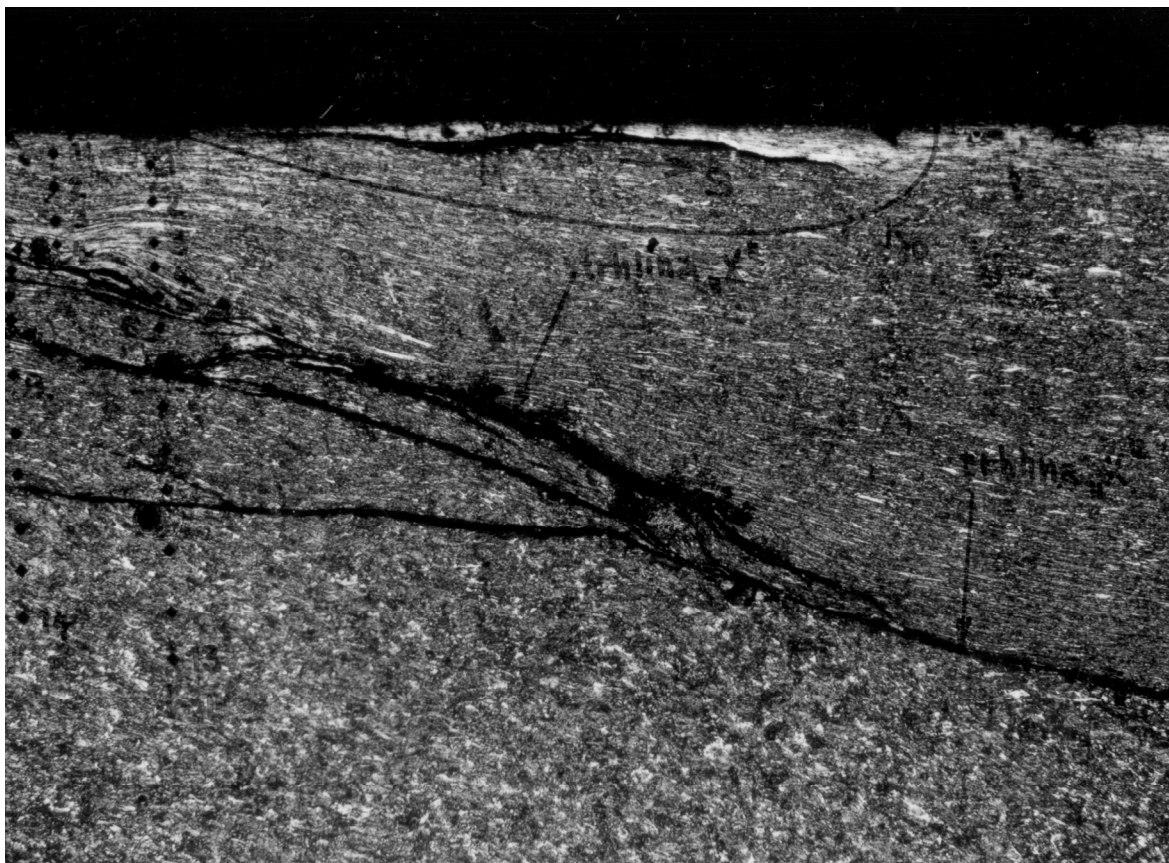
Na obr. 5 je dokumentován detail porušení jízdní plochy (vydrolenina v levém horním rohu). Z tohoto místa prvotního porušení se šíří trhliny pod povrch kola. Výrazně světlá část mikrostruktury (pravá horní část snímku), vykazující markantní plastickou

deformaci v podélném směru (vzhledem ke kolu, ve směru obvodovém), má hodnoty mikrotvrdosti HV 0,05, které odpovídají mikrostruktuře tvořené listovým martenzitem. V této souvislosti je třeba poznamenat, že základní struktura materiálu obruče po jejím tepelném zpracování je tvořena z perlitické hmoty; perlit je lamelární, středně hrubý. Vyloučený ferit v základní hmotě tvoří slabé, neúplné síťoví, které náznakově uzavírá nestejněměrné perlitické útvary. Velikost zrna odpovídá ze 60 % č. 7 a zbytek č. 8. *Nejedná se tedy, a priori, o ocel tepelně zpracovanou na tvrdou strukturu.*



Obr. 5: Šíření trhlin v materiálu kola (zvět. 125 x)
Fig. 5: The cracks propagation in the material of the wheel (blow up 125 times)

Na obr. 6, který je (v obvodovém směru) pokračováním obr. 5, stojí za pozornost „tvrdé místo“ na povrchu obruče, které bylo iniciátorem rozvíjející se trhliny. „Tvrdé místo“ zasahuje oblast o délce cca 0,18 mm a hloubce asi 0,012 mm. Střední část obrázku, z hlediska geneze porušování, představuje místo sloučení dříve rozvětvených trhlin, do pokračující magistralní trhliny.



Obr. 6: Šíření trhlin v materiálu kola, pokračování obr. 5 (zvět. 125 x)

Fig. 6: The cracks propagation in the material of the wheel, continue of the Fig. 5 (blow up 125 times)

Teoretické i praktické poznatky o fázové přeměně austenitu v metastabilní martenzit známé z literatury i z praktických realizací, platí bez výhrad pro tepelné zpracování kalitelných ocelí - popsáný jev fázové přeměny se tedy realizuje záměrně, za účelem zvýšení exploatačních vlastností ocelí a z nich zhotovených výrobků.

Ve vztahu k řešenému problému porušování jízdní plochy železničních kol, lze počítat s tím, že fázová přeměna bude vykazovat menší či větší anomálie, ve srovnání s průběhem této přeměny při tepelném zpracování ocele, a to proto, že při vzniku zákalných struktur na povrchu jízdních ploch jsou tepelným šokem zasahovány pouze mikroobjemy materiálu.

Protože, jak již bylo řečeno výše, je vznik tvrdých (zákalných) struktur dominantní a prvotní příčinou porušování oběžných ploch železničních kol, **je nanejvýš nutné** se dále výzkumně zabývat fenoménem martenzitické transformace tenkých vrstev a mikroobjemů s přímou aplikací na materiál železničních kol, jejich oběžné plochy a s ohledem na silové, napěťové a deformační poměry v kontaktu kolo - kolejnice a jeho bezprostřední objem materiálu, a nestacionaritu tepelného procesu. Přes nutnost dalšího, intenzivního výzkumu bude stále platit:

- materiál musí být zahřátý na teplotu vyšší, než je teplota bodu přeměny A_{c3} a z této teploty ochlazen takovou rychlostí, aby byla potlačena perlitická a bainitická přeměna

- rychlost růstu martenzitu je mimořádně veliká a blíží se rychlosti zvuku v daném prostředí
- s ohledem na nestacionaritu tepelného procesu v kontaktu může martenzit vzniknout jednorázově

7. Vznik tepla v kontaktu kolo – kolejnice

V kap. 4 bylo pojednáno o kontaktní vrstvě jako o prostředí, jehož vlastnosti mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit životnost jízdní plochy kola. Přijmeme tedy, jako pracovní hypotézu, existenci kontaktní vrstvy konečné tloušťky – tím pak definujeme také prostředí, oddělující tělesa v kontaktu. Při respektování takového modelu styku kola s kolejnicí, lze oblast kontaktu definovat jako zdroj tepla, které vzniká nejen z existence třecích sil ve smyslu Coulombovském, ale také z existence odporu proti deformaci při pohybech částic v deformované vrstvě okamžité tloušťky δ .

Jak je dokázáno v práci [8] lze oprávněně předpokládat, že ve styku kolo - kolejnice vzniká jednorozměrné, nestacionární teplotní pole. Z tohoto předpokladu a na základě řešení rovnice šíření tepla v tečném (obvodovém) směru lze dospět k jednoznačnému závěru:

- v širokém rozmezí skluzových rychlostí v_s a malých rozměrů okamžité skluzové plošky, je možné zcela zanedbat tepelný tok v obvodovém směru rotujícího kola; potenciálně vznikající teplo v kontaktu se šíří vedením v radiálním směru, tj. kolmo k obvodové stykové vrstvě
- kontaktní vrstva, jejíž tloušťka δ se mění podél její délky je vlastním zdrojem tepla, což znamená, že na styku kola s kolejnicí existuje teplotní diskontinuita

Radiální tepelné vlnění

Předpokládejme stav, kdy v určitém časovém intervalu dochází při odvalování kola stálou úhlovou rychlostí ω , k opakovanému kontaktu identické stykové plošky. Toto stykové místo je vystaveno periodickému namáhání a při existujících deformačních skluzech, také k periodickému tepelnému zatěžování. Vzniká tepelné vlnění v radiálním směru „y“, které lze popsat rovnicí:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \quad (9)$$

kde y – souřadnice ve směru radiálním [m].

Okrajové podmínky pro rov.(9) budou:

$$\left. \begin{array}{l} \text{pro } y = 0 \quad T = T_a \cdot \sin \omega t + T_0 \\ \text{pro } y \rightarrow \infty \quad T = T_0 \end{array} \right\} \quad (10)$$

Řešení rov. (9) pro okrajové podmínky (10) lze napsat ve tvaru:

$$T = T_a \cdot \exp\left(-y \sqrt{\frac{\omega}{2a}}\right) \cdot \cos\left(\omega t - y \sqrt{\frac{\omega}{2a}}\right) + T_0 \quad (11)$$

Zde T_a je amplituda tepelného vlnění, T_0 je střední teplota odpovídající stacionární hodnotě po zániku tepelného vlnění (obr. 7). Zavedeme-li dobu periody tepelného vlnění $t_0 = 2\pi \cdot \omega^{-1}$, lze pro d délku teplotní vlny odvodit vztah:

$$d = 2\sqrt{\pi \cdot a \cdot t_0} \text{ ,}$$

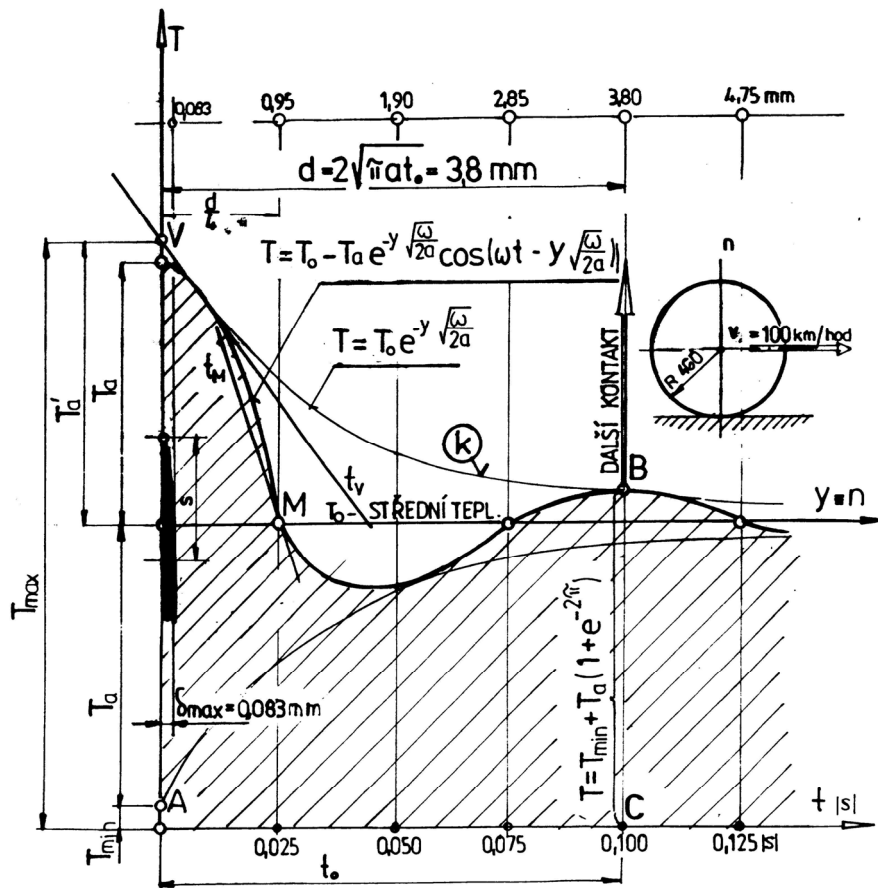
kde teplotní vodivost $a \cong 12,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

Pulzující zdroj tepla ztotožňujeme s tzv. kontaktní vrstvou o tloušťce δ .

$$\delta = \sqrt{\frac{2a \cdot s}{v_s}}$$

Pro délku stykové plošky $s = 8,0 \text{ mm}$ a $v = 27,78 \text{ m/sec.}$ obdržíme $\delta \cong 0,083 \text{ mm}$. Na základě tohoto výsledku můžeme usoudit, že zmíněný zdroj tepla je v podstatě povrchovým efektem.

Pokud nedojde k opakovanému styku téže plošky, tj. nelze předpokládat periodické tepelné zatížení, nemůže tepelné vlnění vzniknout a proces ochlazování zaniklé kontaktní plošky má kvazistatický charakter, viz. křivka k na obr. 7. Pak rychlosti ochlazování jsou, jak je zřejmé z průběhu na obr. 7, podstatně menší ve srovnání s průběhem odpovídajícím vlnovému ději (směrnice tečen k uvedeným průběhům teplot v závislosti na čase t);



Obr. 7 Průběh teploty v závislosti na čase t pro radiální tepelné vlnění
Fig. 7 The relationship „temperature-time“ at radial thermal wave

maximální teplotní spád odpovídá podpovrchovému bodu M, tj. pro $y = 0,25d = 0,25 \cdot 3,8 = 0,95$ mm, resp. pro $t = 0,025$ s; teplotní spád je názorně charakterizován sklonem tečny v bodě M (tečna t_M). Porovnáme-li tento sklon se sklonem tečny v bodě V (tečna t_V), je zřejmé, že existuje značný rozdíl v případě, kdy chápeme průběh teplot ve směru normály jako vlnový.

Uvedené zjištění směřuje k závěru, že event. vznik nestabilních struktur bude pravděpodobnější pro případy, kdy dochází k radiálnímu tepelnému vlnění.

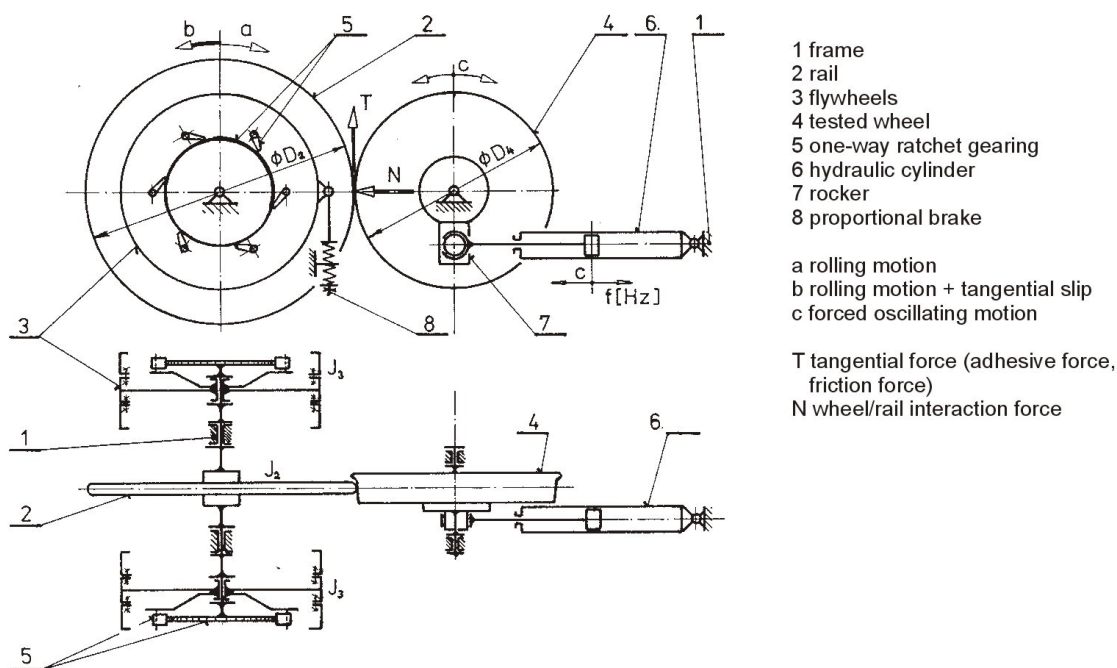
9. Experimentální ověření hypotéz poškození oběžných ploch železničních kol

V předchozích kapitolách byl vyjádřen pohled na problematiku porušování oběžných ploch železničních kol a formulovány hypotézy, na jejichž základě je možno kvalifikovat a v některých případech i kvantifikovat příčiny porušování. Nicméně, s ohledem na složitost a závažnost problematiky degradace oběžné plochy kol, kolejových vozidel (nejenom drážních), je třeba řešit tento problém i cestou experimentálního výzkumu; je třeba předložené hypotézy buď potvrdit anebo vyvrátit, a tím přispět k odstranění, resp. k omezení výskytu citovaných vad provozovaných kol.

Materiálové rozborů provozem porušených kol jsou nezastupitelné a jako první ukázaly na možnou prvotní příčinu vzniku porušení (tvrdé struktury). Na základě rozborů bylo možno rovněž konstatovat, že konečné porušení oběžné plochy je kontaktní únava. Avšak přece jenom nedají podrobnou odpověď na to podstatné – na genezi vzniku porušení.

Genezi porušení nelze také odhalit cestou provozního sledování, i když odborně prováděný zkušební provoz (zvláště z hlediska sběru a úplnosti dat v souvislosti s jejich následným statistickým zpracováním) je významným přínosem.

Jelikož se výše popsané jevy odehrávají v povrchových vrstvách materiálu kol, kde je značná materiálová nehomogenita, je nezbytné realizovat experimenty na skutečných površích zatěžovaných reálnými silami, a za existence reálných skluzových poměrů. Tato nezbytnost se stala přesvědčením úzkého kolektivu pracovníků (Prof. Kaloč, CSc. Univerzita Pardubice, Ing. Matušek, CSc. a Ing. Novosad, CSc. Bonatrans, a.s. Bohumín a řešitel úkolu „Oběžná plocha kol v provozu ČD“) a vedla k projektu (Prof. Kaloč, CSc.), realizaci (Bonatrans, a.s. Bohumín) a oživení (Doc. Ing. Kout, CSc. VÚŽ Praha) nového typu zkušebního zařízení, na kterém se modeluje proces kontaktu odvalujícího se kola, oscilačním principem, při nastavených všeobecných skluzových podmínkách (příčný skluz, podélný skluz, spinová rotace).



Obr. 8 Kinematické schéma zkušebního zařízení
 Fig. 8 The kinematic diagram of the testing equipment

Zkušební zařízení (viz obr. 8) je založeno na dynamickém efektu vyvolání tečného skluzu, který se odehrává v rovině styčné kružnice kola. Princip zkušebního zařízení lze popsat následovně:

- rotující kolejnice ve tvaru kotouče o průměru $D_2 = 1240$ mm je nalisována na hřídeli; moment setrvačnosti kolejnice je J_2
- na prodlouženém konci hřídele kolejnice je otočně uložen setrvačnick o měnitelném momentu setrvačnosti okamžité hodnoty J_3 až $(J_3 + J_2)$
- kolejnice je v kontaktu se zkoušeným kolem o průměru $D_4 = 920$ mm, u něhož je možno zvolit místo styku podrobené programovanému zatěžování; kolová síla mezi kolem a kolejnicí je nastavitelná až do velikosti 125 kN
- periodické zatížení zvolené stykové plošky je zajištěno oscilačním pohybem zkoušeného kola, pomocí elektronicky řízeného hydraulického válce Schenck; pro zvolené rozměry kliky a řízený zdvih pístnice hydraulického válce lze dosáhnout potřebné dráhy odvalování na zkoušeném kole
- základní setrvačnick (moment setrvačnosti J_3) na hřídeli kolejnice je opatřen zařízením, které během první půlperiody oscilačního pohybu kola nereaguje (dochází k odvalování) a během druhé půlperiody automaticky připojuje přídatný setrvačnick o hmotovém momentu setrvačnosti J_3 , čímž dojde k narušení adhezní vazby a vzniku reálného tečného skluzu Δs .
- aby nedocházelo k „roztáčení“ setrvačnicků, jsou tyto připoutány k základnímu rámu stroje prostřednictvím táhla a pružiny (vazba 8) tzv. proporcionální brzdou

Základní vlastnosti zkušebního zařízení lze shrnout takto:

- postupné otáčení rotující kolejničky znamená postupnou výměnu její dotykové plošky, což je významné pro její životnost. Také tepelná bilance na styku (styk jako tepelný zdroj) se více blíží provozním podmínkám
- oscilační princip se střídáním režimu valení a režimu prokluzu zamezuje vznik reverzáci smykových sil ve styku a vhodně odděluje etapy následných prokluzů. Zároveň je zajištěno namáhání identické dotykové plošky na oběžné ploše kola. Je tak umožněn výběr plošky a studium geneze poškození od počátečního stavu, který může být např. z materiálového hlediska připraven dle požadavků výzkumu. Nekonečná kolejnička se díky oscilačnímu pohybu zpožďuje a stykové místo jejího povrchu se postupně vyměňuje
- velikost tečného skluzu Δs je funkcí kolové síly N , součinitele adheze f , tuhosti a předpětí pružiny proporcionální brzdy; pro každý režim zkoušek jsou zpracovány diagramy na nastavení zkušebního stroje
- elektronické řízení hydraulického válce umožňuje upravovat průběh zrychlení oscilačního pohybu a tím vhodně ladit budící režim
- vyvolání skluzu urychlováním setrvačných hmot, odpovídá ději na kolejovém vozidle, kde prokluzu mají vesměs dynamický charakter
- zkušební zařízení má provedenou konstrukční přípravu na realizaci elektronicky řízené časové změny spinové rotace, vyvolání periodického resp. náhodného příčného skluzu, dynamické změny kolové síly.

Popisované zkušební zařízení je instalováno v Dynamické zkušební laboratoři Výzkumného ústavu železničního v Cerhonicích.

10. Shrnutí

Závěrem proved'me shrnutí řešené problematiky:

- vady typu vydrolenin vznikají u kol brzděných kotoučovou brzdou nebo výrazně brzdou elektrodynamickou
- prvotní příčinou vzniklého poškození je vznik tvrdé, zákalné struktury v mikroobjemu povrchové vrstvy oběžné plochy kol; iniciátory jsou po oběžné ploše rozmístěny nestejně, zpravidla v blízkém okolí styčné kružnice, někdy ovšem také v přechodu do okolku
- příčinou vzniku metastabilní zákalné struktury je dosažení, v zachváceném mikroobjemu, teploty bodu přeměny A_{C3}
- následné ochlazení mikroobjemu je tak rasantní, že jsou potlačeny fázové přeměny austenitu na perlitickou, resp. bainitickou strukturu
- trhliny se šíří z iniciačních míst pod povrch oběžné plochy zpravidla jako magistrální trhliny s řadou rozvětvení; v určité hloubce, jejíž **exaktní stanovení musí být předmětem dalšího řešení**, se většina magistrálních trhlin „vrací k povrchu oběžné plochy“ - odpověď na otázky, proč se tak děje, a zda se tak bude dít vždy, **není dosud zcela zodpovězena a měla by být**, alespoň z části, **známá až po rozsáhlých experimentech na oscilačním zkušebním zařízení**

- **zodpovězení této otázky je nutno považovat, z hlediska možné destrukce železničního kola a ohrožení bezpečnosti železniční dopravy, za fundamentální; bohužel, s ohledem na nedostatek finančních prostředků je řešení této problematiky v současné době zastaveno**
- doposud v železničním provozu indikované degradace oběžné plochy kol jsou ve své podstatě kontaktní únavou, což dokazuje typický vzhled porušeného kola
- k odstranění, nebo alespoň k omezení, výskytu těchto závažných poškození, jak se zdá, existují tři cesty:
 - použití ocelí s vyšší pevností, resp. ocelí mikrolegovaných (předpokladem je dokladovat jejich čistotu s ohledem na výskyt vměstků a dokladovat křehkolomové charakteristiky ve smyslu lomové mechaniky)
 - dokončovací operace obrábění oběžné plochy kol provádět s drsností povrchu podstatně nižší než je běžné a postupem, který vylučuje a proiri výrazné tepelné ovlivnění oběžné plochy;
 - odbourávání vzniklých zákalných struktur na povrchu oběžné plochy bezprostředně po jejich vzniku, což vede na rekonstrukce brzd kolejových vozidel v tom smyslu, že paralelně s kotoučovou brzdou bude působit na každém kole brzda špalíková, dimenzovaná (co se týká tepelného výkonu) tak, aby vyvolala takové tepelné zatížení kola, aby došlo k transformaci mikroobjemů martenzitu na bezpečnější struktury (např. bainit) a nedošlo k ohřevu věnce kola na teplotu vyšší než cca 120°C [Pozor, nemáme na mysli tzv. čistící brzdové špalíky]
- z teoretických řešení problematiky styku kola s kolejnicí, zvláště pak ze studia kontaktní vrstvy (a s ohledem na existenci reálných skluzů) lze usuzovat na to, že **na vznik** prvotních iniciátorů porušení (tvrdé struktury) mohou mít výrazný vliv, v současné době ve velké míře zaváděné, elektronicky řízené rozjezdy, resp. brzdění, na mezi adheze

Literatura:

- [1] Brepta, R., Prokopec, M.: Šíření napěťových vln a rázy v tělesech, Academia Praha, 1972
- [2] Petruška, J.: Deformačně-napěťové poměry v kontaktu železničního kola a kolejnice, Zpráva o řešení úkolu pro ŽDB Bohumín, Brno, prosinec 1998
- [3] ANSYS – Structural Nonlinearities, Rev. 5s, Swanson Analysis Systems, 1992
- [4] Durelli, A., Philips, A., Tsao, G.: Introduction to the Theoretical and Experimental Analysis of Stress and Strain, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 1958
- [5] Poluchin, V. a kol.: Naděžnost' i dolgověčnost' valkov cholodnoj prokatki, Metalurgia, Moskva, 1971
- [6] Mazanec, K.: Mechanické vlastnosti kovů, Skripta VŠB Ostrava, Duben 1968
- [7] Kaloč, R.: Ověřování vlastností železničních kol, Hutnické aktuality, roč.22, č.6 VÚHŽ Dobrá, 1981
- [8] Kout, J.: Poruchy oběžných ploch železničních kol brzděných kotoučovou brzdou, Habilitační práce, DFJP Univerzity Pardubice, leden 2002