



*Správa železniční dopravní cesty*

**SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY,  
státní organizace**

**Ředitelství - Úsek provozuschopnosti dráhy  
Odbor traťového hospodářství  
Správa dopravní cesty střední Čechy  
Technická ústředna dopravní cesty**

17. konference

**Železniční dopravní cesta  
2012**

**27. - 29.3.2012  
Hotel Pyramida,  
Bělohorská 24, Praha 6**

## • **Přípravný výbor konference**

**Vedoucí přípravného výboru:**

### **Ing. Jiří Kozák**

ředitel Odboru traťového hospodářství  
Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, Ředitelství, Praha

**Členové:**

### **Ing. Jan Čihák**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha

### **Ing. Jiří Šídlo**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha

### **Ing. Zdeněk Vondrák**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Správa dopravní cesty střední Čechy

### **Ing. Zdeněk Soušek**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Správa dopravní cesty střední Čechy

### **Ing. Petr Sychrovský**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Technická ústředna dopravní cesty, Praha

### **Ing. Pavel Pišťák**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,  
Technická ústředna dopravní cesty, Praha



# 17. konference

## Železniční dopravní cesta 2012

se konaná pod záštitou:

ministra dopravy ČR Mgr. Pavla Dobeše,  
primátora Hlavního města Prahy Doc. MUDr. Bohuslava Svobody, CSc.  
a  
hejtmana Středočeského kraje MUDr. Davida Rátha

ČESKÁ REPUBLIKA  
MINISTERSTVO DOPRAVY  
Mgr. Pavel Dobeš  
ministr dopravy


V Praze 4. ledna 2012  
Č. j.: 26/2012-072-TO/2

Vážený pane inženýre,

velmi Vám děkuji za poskytnuté informace o vaší konferenci „Železniční dopravní cesta 2012“.

Témata provozuschopnosti, správy a údržby železniční dopravní cesty patří k relevantním prioritám ministerstva. Rád bych Vás informoval, že jsem se rozhodl záštitu nad vaší konferencí udělit.

V případě, že mi to mé pracovní povinnosti dovolí, velmi rád zahájím 17. ročník konference. V opačném případě budu delegovat svého zástupce.



S pozdravem

Ing. Pavel Habarta, MBA  
zástupce generálního ředitele  
Dlážděná 1003/7  
110 00 Praha 1

STŘEDOČESKÝ KRAJ  
HEJTMAN STŘEDOČESKÉHO KRAJE MUDr. DAVID RATH  
UDĚLUJE

**ZÁŠTITU**  
17. konferenci „Železniční dopravní cesta 2012“

27. - 29. 3. 2012, Praha

4. 1. 2012

MUDr. David RATH  
HEJTMAN STŘEDOČESKÉHO KRAJE



## Generální partner



**KPM CONSULT**

ve spolupráci s partnery konference







Správa železniční dopravní cesty

Praha 27.-29.3.2012



Správa železniční dopravní cesty

17. konference „Železniční dopravní cesta 2012“

---

## **Sponzoři konference**



## OBSAH

<b>OBSAH .....</b>	<b>13</b>
<b>KONCEPCE PRAŽSKÉ PŘÍMĚSTSKÉ DOPRAVY .....</b>	<b>15</b>
Ing. Filip Drápal ROPID, Praha.....	15
<b>KONCEPCE ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTÍ NA STÁVAJÍCÍCH TRATÍCH .....</b>	<b>20</b>
Ing. Radek Trejtnar, SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha .....	20
<b>ZAVÁDĚNÍ SYSTÉMU ETCS NA TRATÍCH V ČR.....</b>	<b>27</b>
Ing. Marcel KLEGA SŽDC, Ředitelství, Odbor automatizace a elektrotechniky, Praha .....	27
<b>SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ NÁKLADŮ PO DOBU ŽIVOTNOSTI ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY (METODIKA LCC).....</b>	<b>36</b>
Wali Nawabi DB, AG, Mnichov, SRN.....	36
<b>NOVÉ TRENDY V UPEVNĚNÍ KOLEJNIC .....</b>	<b>44</b>
Nicole Wiethoff Vossloh Fastening Systems GmbH, Werdohl, Německo .....	44
<b>HISTORIE OUTSOURCINGU ÚDRŽBY ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ V HOLANDSKU .</b>	<b>50</b>
Jan Swier ProRail Asset Management, Holansko, .....	50
Ing. Radek Trejtnar SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha.....	50
<b>THE HISTORY OF OUTSOURCING RAIL INFRASTRUCTURE MAINTENANCE IN THE NETHERLANDS .....</b>	<b>54</b>
Jan Swier ProRail InfraManagement.....	54
<b>PROJEKTY PRO IV. KORIDOR .....</b>	<b>74</b>
Ing. Miloš Krameš SUDOP PRAHA a.s. ....	74
<b>REALIZACE ŽELEZNIČNÍHO SPODKU A PROTIHLUKOVÝCH STĚN NA IV. KORIDORU .....</b>	<b>79</b>
Radomír Barták EUROVIA CS, a.s., Praha .....	79
<b>MODERNIZACE TRATI VOTICE-BENEŠOV U PRAHY .....</b>	<b>85</b>
Ing. Michal Žák GJW spol. s.r.o.....	85
<b>IV. KORIDOR PO PRVNÍM POLOČASU .....</b>	<b>91</b>
Ing. Jiří Vejnar, Ing. Karel Fridrich SŽDC, Stavební správa západ, Praha .....	91
<b>BEZSTYKOVÁ KOLEJ NA MOSTECH.....</b>	<b>98</b>
Doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební .....	98
<b>NOVÝ PŘEDPIS O PEVNÉ JÍZDNÍ DRÁZE .....</b>	<b>107</b>
Ing. Radek Bernatík SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha.....	107
<b>NOVELIZACE PŘEDPISU SŽDC S3/2 BEZSTYKOVÁ KOLEJ.....</b>	<b>118</b>
Ing. Petr Szabó, SŽDC, s.o., Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha .....	118

---

<b>ZAJIŠTĚNÍ POŽADAVKŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA PROVOZUSCHOPNOSTI DRÁHY .....</b>	<b>131</b>
Ing. Rudolf Zelinka, SZDC, s.o., Ředitelství, Odbor provozuschopnosti, Praha .....	131
<b>MECHANIZACE PRO ÚDRŽBU TRATÍ .....</b>	<b>138</b>
Ing. Miroslav Hollan, SZDC, s.o., Ředitelství, Odbor provozuschopnosti, Praha.....	138
<b>ZVÝŠENÍ KVALITY JÍZDNÍ DRÁHY VE VÝHYBKÁCH POMOCÍ ZPRUŽNĚNÍ... ..</b>	<b>145</b>
Ing. Marek Smolka, DT – Výhybkárna a strojírna, a.s. Prostějov, Doc. Ing. Hana Krejčíříková, CSc., ČVUT FSv v Praze, Prof. Ing. Jaroslav Smutný, Ph. D., VUT FAST v Brně .....	145
<b>SYSTÉMOVÉ ŘEŠENÍ REGENERACE KOLEJNIC U SZDC.....</b>	<b>151</b>
Ing. Ondřej Chládek, Josef Veselý, Duchcovská svařovna a.s.....	151
<b>ZÁVADY NA ŽELEZNIČNÍM SVRŠKU .....</b>	<b>159</b>
Ing. Jan Čihák, SZDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha .....	159
<b>PRŮZKUMNÉ PRÁCE, KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ A ŽIVOTNOST ŽELEZNIČNÍHO SPODKU .....</b>	<b>170</b>
Ing. Ladislav Minář, CSc. a kolektiv, KOLEJCONSULT & servis, spol. s r.o. ....	170
<b>SEZNAM REKLAM: .....</b>	<b>176</b>



## **KONCEPCE PRAŽSKÉ PŘÍMĚSTSKÉ DOPRAVY**

**Ing. Filip Drápal  
ROPID, Praha**

### **1. REGIONÁLNÍ PLÁN PRAŽSKÉ INTEGROVANÉ DOPRAVY: ŽELEZNICE JAKO PÁTEŘ**

Dopravní opatření v oblasti železniční dopravy pro období jízdního řádu na léta 2013 až 2016 jsou navržena v souladu se schválenými materiály, především Studií obsluhy hl. m. Prahy a jeho okolí hromadnou dopravou osob (Metroprojekt 2002) a v souladu s všeobecně prezentovanými záměry představitelů města i ČD na posílení role železniční dopravy v Praze. Vzhledem k nutnosti provázání regionální železniční dopravy na území hl. m. Prahy s regionální železniční dopravou na území sousedního Středočeského kraje obsahuje tento návrh dopravních opatření též nástin možného řešení na území sousedního kraje.

Železnice má v rámci PID vysoký potenciál rozvoje, již realizovaná opatření potvrzují vysoký zájem cestujících. Vlaky mohou nabídnout rychlá a pohodlná spojení především z okrajových částí Prahy i z jejího okolí, ale také kvalitní vnitroměstská spojení přes centrum Prahy. Mohou tak odlehčit linkám metra a tramvají, které se především v centru města pohybují na hranici kapacity a také přispět k odlehčení problémů na příjezdových komunikacích do města.

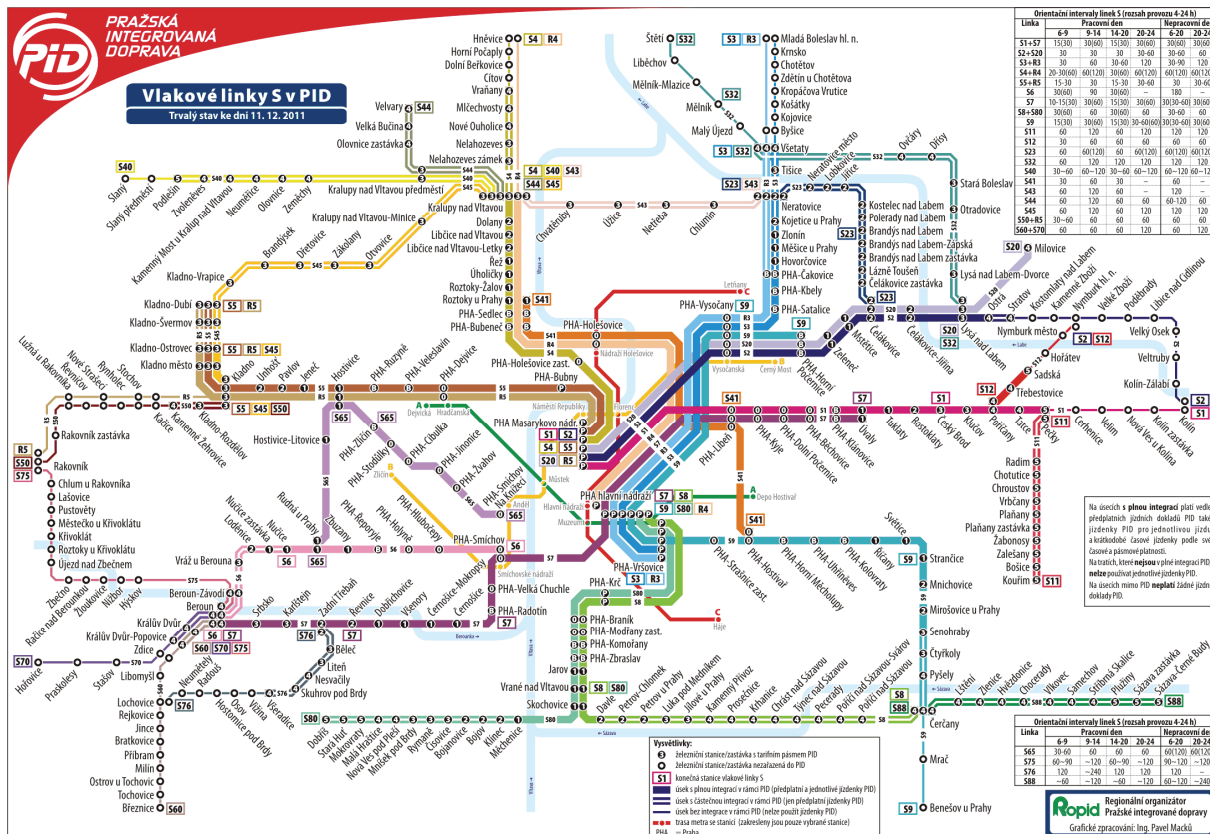
#### **Železnice v rámci PID by se měla rozvíjet především v těchto oblastech:**

- prohloubení integrace s ostatními druhy dopravy na území Prahy i v jejím okolí (návazné linky, možnosti přestupu, nové zastávky atd.);
- uplatnění plné integrace z hlediska tarifu (uznávání nejen předplatních jízdenek, ale i jednotlivých jízdenek);
- rozšíření integrace rychlíků;
- modernizace infrastruktury a vznik nových zastávek;
- zkrácení intervalů především na území Prahy na hodnoty odpovídající městským požadavkům a standardům;
- rozvoj průjezdného modelu železniční dopravy propojováním, resp. prodlužováním vybraných linek za účelem vytvoření přímých spojení protilehlých částí Prahy i jejího bližšího okolí.

#### **Navržená dopravní opatření:**

- prodloužení dalších vybraných vlaků linky S7 ve směru Český Brod a Nymburk;
- prodloužení vlaků linky S9 do Milovic v pracovní dny, v úseku Praha – Lysá nad Labem dosažení souhrnného intervalu (spolu s linkou S2) 15 minut ve špičce pracovního dne (v současnosti 30 minut);

- vyhodnocení provozu na lince S3, úprava provozního konceptu;
- zkrácení intervalu na nejméně využívaných linkách (především úseky Praha – Říčany a Praha – Úvaly) na 10 minut v ranní špičce pracovního dne;
- revitalizace provozu na trati 122 Praha – Hostivice – Rudná u Prahy v souvislosti s výstavbou nových železničních zastávek v oblasti Rudná, Hostivice, Chýně;
- posílení dopravy na trati 074, v úseku Čelákovice – Brandýs nad Labem dosažení intervalu 30 minut ve špičce pracovního dne při omezení souběžné autobusové dopravy;
- rozvoj sítě spěšných vlaků za účelem rychlého spojení hlavních sídel Středočeského kraje a Prahy (Benešov, Beroun, Kolín, Nymburk, Poděbrady, Kralupy nad Vltavou, Kladno, Mělník, Neratovice) – částečně již realizováno prostřednictvím vlaků dálkové dopravy, které je třeba doplnit spěšnými vlaky;
- posílení dopravy na linkách S4 a S41 (celotýdenní provoz v celé trase);
- realizace nového provozního konceptu na trati 210 („Posázavský pacifik“) – zavedení taktového jízdního řádu;
- posílení role železnice omezením souběžné autobusové dopravy (například v úseku Benešov – Praha nebo Kolín – Praha), snížení zátěže autobusových terminálů na území Prahy (Rožtyly, Černý Most, Florenc).



## 2. ANALÝZA STAVU INFRASTRUKTURY V ŽELEZNIČNÍM UZLU PRAHA

Poslední velkou investicí v železničním uzlu Praha (ŽUP) bylo Nové spojení zprovozněné v r. 2008. Další připravené a připravované stavby stagnují. Oddalování modernizace způsobilo mnohé stav, kdy je již téměř vyčerpána životnost trati (Praha – Beroun). Nejsou dokončeny koridorové stavby nebo jejich propojení v uzlu (I. koridor: nejvytíženější úsek Úvaly – Praha-Běchovice, úsek Praha-Holešovice – Praha-Bubeneč, III. koridor: nejvytíženější úsek Beroun – Praha hl.n., IV. koridor: nejvytíženější úsek Praha-Hostivař – Praha hl.n.). Palčivá je neexistence kvalitní tratě Kladno – Praha a železničního spojení na letišti Ruzyně.

Obdobná situace je ohledně budování nových zastávek, jichž je připraveno a zařazeno do územního plánu hl. m. Prahy více než 20. Naposledy byla zprovozněna nová zastávka Praha-Komořany v r. 1997, a to jako náhrada za zastavování v žst. Praha-Modřany jako vyvolaná investice hl. města v rámci silniční stavby KOMOKO (komunikace Modřany – Komořany). Průměrná vzdálenost železničních zastávek v celé síti SŽDC je cca 3,8 km, ovšem v intravilánu hlavního města Prahy je tato hodnota dokonce 4,9 km.

Stav železniční infrastruktury neumožňuje přesný interval příměstské dopravy 15 minut na tratích Praha – Český Brod (trať 011), Praha – Řevnice (trať 171), pravidelný interval v úsecích tratí Praha - Strančice (trať 221), Lysá n. L. – Praha (trať 231). Potřebné zhuštění intervalu je paralyzováno stavem infrastruktury i na úsecích jednokolejných tratí Neratovice (resp. Čakovice) – Praha (trať 070), Kladno – Praha (120), Nučice – Praha (173), Čerčany – Praha (210), v blízké budoucnosti i Hostivice – Praha (122). Trati 231, 173 a 122 jsou zatím nezpůsobilé pro vedení odklonové dopravy při modernizačních pracích na tratích 011, 171 a 120. Nezpůsobilost nákladních spojek (zejména jednokolejný úsek Praha-Libeň – Praha-Malešice – Praha-Hostivař a neexistence mimoúrovňového křížení v Praze-Libni) brání rozšíření městské železniční dopravy (zatím možno jen o víkendech).

Neexistence zastávek jako např. Podbaba, Kačerov, Rajská zahrada brání vazbám na ostatní druhy dopravy, popř. vlaky míjejí rozsáhlá sídliště (Rajská zahrada – sídl. Černý Most, Hutě, cca 40 tis. obyvatel).

Shrnutí – z 10 tratí zaústěných do hl. města nevyhovuje plně potřebám aglomerace prakticky žádná. Využitelnost již realizovaných investic (Nové spojení, IV. koridor Benešov – Praha-Hostivař) je podvázána nerealizovanými modernizacemi v uzlu. To se týká i investic právě uskutečňovaných – např. na III. koridoru Plzeň – Beroun s plánovaným dokončením v r. 2015 nenaváže rychlá trať z Berouna do Prahy a na stávající trati údolím Berounky dojde připravovanou rekonstrukcí jen k dílčím zlepšením. Již nyní je zřejmé, že některé stavby připravované SŽDC (např. Praha – Beroun) v důsledku omezených možností financování a po zohlednění stanovisek dalších účastníků územního řízení plně nevyhoví plánovanému provoznímu konceptu regionální i dálkové dopravy.

### 3. SEZNAM PRIORIT V ŽELEZNIČNÍM UZLU PRAHA

Seznam vychází z „Regionálního plánu Pražské integrované dopravy“ na rok 2012 s výhledem na období 2013 – 2016 zpracovaného na základě povinnosti objednatelů veřejné dopravy pořizovat dopravní plány dle zákona č. 194/2010 Sb.

- a) „Optimalizace trati Praha-Holešovice – Praha-Bubeneč“ se **zastávkou Podbaba**. Na stavbu je hotový projekt, k budoucí zastávce byla k 1.9.2011 prodloužena tramvajová trať, stavbu je možné zahájit v r. 2012 za předpokladu jejího zařazení do indikativního seznamu staveb OPD (t.č. je stavba pouze jako záložní v „zásobníku staveb“);
- b) Modernizace trati Praha-Smíchov – Rudná u Prahy – Beroun (zabezpečovací zařízení, nová výhybna Hlubočepy, zastávka Praha-Hlubočepy střed a další projednané a připravované zastávky ve Středočeském kraji) jako předpoklad použití trati jako **odklonové pro dálkové vlaky** při rekonstrukci hlavní tratě Praha-Smíchov – Beroun a **pro vedení příměstské dopravy v taktu 15 – 30 minut**, potřeba realizace v r. 2012-2013, před zahájením modernizace III. koridoru Praha - Beroun;
- c) Modernizace hlavní trati Praha-Smíchov – Beroun - v nejbližším období rekonstrukce zab. zař. a dalších dožitých zařízení tak, aby provoz nebyl trvale narušován závadami, **umožnění taktu 15 minut do Řevnic, 10 minut do Černošic-Mokropes**, přesun zastávky **Praha-Velká Chuchle** blíže k centru městské části a výstavba zastávky **Praha-Radotín sídliště**, potřeba realizace do r. 2015;
- d) Modernizace trati Praha-Smíchov – Hostivice (obnovení a zab. zař. výhyben Žvahov, Jinonice, Stodůlky) jako předpoklad pro **vedení odklonových vlaků** při modernizaci Praha – Kladno a pro vedení příměstské dopravy v taktu 15 – 30 minut po aktivaci projednaných a připravovaných zastávek v oblasti Hostivice – Chýně cca v r. 2012;
- e) **Modernizace trati Praha – Kladno** s odbočkou na letiště, potřeba zahájení nejpozději v rámci OPD 2 v r. 2014;
- f) **Peronizace žst. Praha-Hostivař** jako součást optimalizace Praha-Hostivař – Praha hl.n. Zahájení první části stavby (žst. Praha-Hostivař) by bylo možné v r. 2013 za předpokladu zařazení stavby do indikativního seznamu staveb OPD;
- g) **Přestavba trati Praha-Libeň – Praha-Malešice – Praha-Hostivař**, mimoúrovňové křížení v Libni, zdvoukolejnění a zastávka v Malešicích (**Depo Hostivař** metro) jako předpoklad zavedení funkční městské železniční dopravy;
- h) Úpravy na trati Praha – Vrané n. Vlt. – Čerčany/Dobříš (zab. zař., zabezpečení přejezdů, odstranění trvalých omezení traťové rychlosti) **pro taktový provoz v int. 30 – 60 minut** včetně výstavby zastávky **Praha-Kačerov** (metro C);
- i) **Dostavba kolejí na Masarykově nádraží (na 9), propojení ul. Na Florenci – Opletalova** s východními konci nástupišť, propojení Masarykova a Hlavního nádraží;
- j) Propojení severního podchodu žst. Praha hl.n. na Žižkov.

**Poznámka:** v seznamu aktuálních priorit není uvedena „Optimalizace Lysá n.L. – Praha-Vysočany, 1. stavba, která byla zahájena 1.9.2011 s předpokladem ukončení 2012 a stavba „Modernizace Praha-Běchovice – Úvaly, která je podmíněna předchozí stavbou a po získání územního rozhodnutí se předpokládá v r. 2013 – 2015 z prostředků OPD a SFDI. Hl.m. Praha předpokládá při této stavbě realizaci zastávky Praha-Běchovice střed.

#### 4. DALŠÍ STAVBY S PŘESAHEM ROKU 2016

- Optimalizace trati Lysá n.L. – Praha-Vysočany, 2. stavba včetně výstavby zastávky **Praha-Rajská zahrada**;
- Optimalizace trati Praha-Hostivař – Praha hl.n. se zastávkami **Praha-Zahradní město a Praha-Eden**;
- Optimalizace trati Praha-Smíchov – Praha hl.n. se zastávkou **Praha-Výtoň**;
- Modernizace Praha-Smíchov – Beroun, tunelová varianta, vyvedení VRT z Prahy;
- Vyvedení VRT z ŽUP směr východ, sever;
- Příprava Nového spojení II;
- Úprava trati Praha – Všetaty pro taktový provoz 30 minut (elektrizace + částečné zdvoukolejnění, zastávka **Praha-Třeboradice**, popř. další na území Středočeského kraje);
- Modernizace úseku Praha-Bubny – odb. Stromovka vč. náhrady za zast. Praha - Holešovice zastávka;
- Další stavby popř. zastávky podle rozvíjejících se potřeb pražské aglomerace a železniční dopravy (např. elektrizace dalších tratí, modernizace uzlu Balabenka, zast. Praha-Karlín, systémy TramTrain, ...).

#### LITERATURA:

ROPID: Regionální plán Pražské integrované dopravy 2012-2016

#### Lektorská poznámka:

Termíny staveb, uváděné v příspěvku jsou představou objednatele osobní regionální dopravy v Praze, které ale vždy neodpovídají možnostem financování podle střednědobého výhledu SFDI a v řadě případů ani reálnému stavu přípravy staveb.

Lektoroval: Ing. Miroslav Veliš, SŽDC, Praha



## **KONCEPCE ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTÍ NA STÁVAJÍCÍCH TRATÍCH**

**Ing. Radek Trejtnar,  
SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha**

### **1. ÚVOD**

Traťová rychlost je jedním ze základních užitých parametrů tratí. Zvýšení traťové rychlosti má podstatný vliv na efektivitu a atraktivnost železniční dopravy.

Traťové rychlosti na větší části sítě tratí odpovídají možnostem a potřebám doby, kdy tyto tratě vznikaly, tedy možnostem a potřebám druhé poloviny devatenáctého a začátku dvacátého století. V této době železniční doprava znamenala revoluci v možnostech cestování i přepravě zboží. V průběhu dvacátého století byla v bývalém Československu dominující snaha zvýšit dopravní kapacitu tratí a jejich přechodnost pro těžké nákladní vlaky. Na konci dvacátého století bylo v České republice rozhodnuto o rekonstrukci čtyř tranzitních železničních koridorů, která stále probíhá. Krom několika případů souvislých rekonstrukcí tratí, např. související s elektrizacemi tratí, se na síti ostatních celostátních a regionálních drah traťová rychlost za poslední desetiletí zásadně nemění. Tento příspěvek se věnuje analýze možností zvyšování rychlosti na stávajících tratích, tedy tam, kde neproběhla, ani se nepřipravuje rozsáhlá investiční výstavba, spojená s komplexní rekonstrukcí tratě.

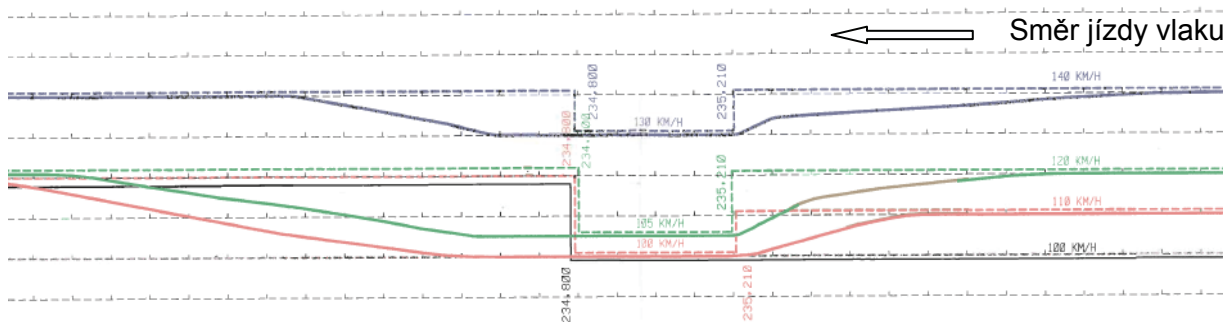
### **2. MOTIVACE PRO ZVYŠOVÁNÍ TRAŤOVÝCH RYCHLOSTÍ**

Železniční doprava je charakteristická poměrně vysokými investičními i provozními náklady. Aby byla železniční doprava efektivní, musí být zatížena dostatečně velkými přepravními výkony a k tomu musí být konkurenceschopná příslušné přepravy získat. V opačném případě dojde dříve nebo později k omezování a zastavení provozování drážní dopravy s následujícím omezováním a zastavením provozování dráhy. Jedním z nejdůležitějších nástrojů zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy je zvyšování traťových rychlostí.

Základní technické důvody pro zvýšení rychlostí jsou zkrácení jízdních dob a zvýšení stability jízdního řádu. Dalšími pozitivními vlivy zvýšení traťových rychlostí je zvýšení ekonomické efektivity nasazování vozidel a personálu na straně dopravce a zvýšení propustnosti tratí.

Zkrácení jízdních dob se vždy projevuje úměrně procentu zvýšení rychlosti, tedy nejvyšších efektů při stejně velkém zvýšení rychlosti dosáhneme v oblasti nejnižších rychlostí. Pokud např. uvažujeme zvýšení rychlosti o 20 km/h ze 40 km/h na 60 km/h, dojde při jízdě ustálenou rychlostí na úseku délky 10 km ke zkrácení jízdních dob o 5 min (z 15 min na 10 min), tj. o třetinu. Pokud uvažujeme zvýšení rychlosti o 20 km/h ze 120 km/h na 140 km/h, dojde na úseku délky 10 km ke zkrácení jízdní doby o cca 43 sekund (z 5 minut na 4 minuty a 17 sekund), tj. o 14 %.

Ještě vyšší význam má odstraňování propadů rychlosti. Délka faktického zvýšení rychlosti je totiž vlivem reálných dynamických vlastností vlaku (omezené možnosti jeho náhlého zrychlení a zpomalení) významně prodloužena, podle konkrétní situace až násobně vzhledem k fyzické délce omezení rychlosti. Při odstranění propadů rychlosti dochází nejen ke zkrácení jízdní doby, ale též k významné úspoře energie. Z tohoto vyplývá, že maximálně efektivní je zvyšování rychlostí tam, kde jsou rychlosti nejnižší.



**Obr. 1 Tachogram rychlostí V, V130 a V<sub>k</sub> pro propad rychlosti v žst. Opatov ve směru Česká Třebová - Svitavy**

Při snižování jízdních dob dochází v závislosti na místních podmínkách a stylu konstrukce jízdního řádu k jeho stabilizaci, resp. v případě taktových jízdních řádů je často zvýšení rychlosti podmínkou jejich zavedení. Vyšší rychlosti umožňují krácení jízdních dob v případě zpoždění (tj. zachování přípojů v nácestných stanicích), dále pak umožňují konat dopravní úkony ostatních vlaků v předepsaných dobách (např. křižování vlaků na jednokolejných tratích).

Dalšími návaznými důvody ke zvyšování rychlostí jsou např. optimalizace průběhů rychlosti vzhledem k dynamickým a energetickým vlastnostem vlaků. Častým případem může být odstraňování propadů (místních snížení) rychlosti, a tím zvýšení energetické úspornosti. Cílem je vyhnout se zmaření kinetické energie při brzdění a jejímu novému vytváření při následném rozjezdu.

Dále pak zvýšení rychlosti přináší i úsporu dopravcům ve smyslu zvýšení efektivnosti nasazování vozidel a obsluhy vlaku. Při stejné četnosti spojení lze při vyšší rychlosti obecně nasadit menší počet vlakových souprav nebo jednotek, včetně menšího počtu personálu obsluhy vlaku. Jako příklad lze uvést situaci přepravního ramene Pardubice – Liberec. Současná cestovní doba zde nasazovaný motorových rychlíků řady 843 je 2 hodiny 53 minut. Následně souprava 2 hodiny čeká na jízdu zpět. Tedy doba úplného obratu je cca 10 hodin, což při dvouhodinovém intervalu mezi vlaky znamená turnusovou potřebu 5 vlakových náležitostí (vozidla plus personál). Pokud by se podařilo zkrátit cestovní čas na cca 2,5 hodiny, klesla by doba obratu na 6 hodin (2,5 h jízdy, 0,5 h pobyt) a vystačilo by se se třemi vlakovými náležitostmi, tedy úspora 40 % vozidel i personálu. Cestovní rychlost by bylo třeba zvýšit z 54 km/h na 64 km/h.

Jako negativum zvýšení rychlostí je občas vnímáno místními správci dopravní cesty riziko zvýšeného opotřebení tratí, a to především ve vztahu k jízdě vozidla v oblouku s potenciálním vyšším příčným působením. Na základě analýzy výsledků zkoušek vozidel za jízdy se prokazuje, že při nasazení moderních vozidel s dobrými jízdními vlastnostmi, funkčním mazáním okolků a dobrým udržovacím stavem,

nedochází k zásadnímu nárůstu opotřebení ve vztahu k vyšším hodnotám rychlostí (tj. vyšším hodnotám nedostatku převýšení). Z tohoto důvodu přijala SŽDC koncepční záměr rozvíjet přednostně rychlost pro stanovená vozidla (pojmem stanovená vozidla se rozumí vozidla, která splňují požadavky na průjezd oblouku zvýšenou rychlostí). Tato rychlost se označuje  $V_{130}$  podle maximální využitelné hodnoty nedostatku převýšení  $l = 130$  mm, přičemž výběr stanovených vozidel je založen na průkazu kvality jízdních vlastností těchto vozidel při jízdě s vyššími hodnotami nedostatku převýšení.

Chápaní rychlosti určené pro stanovená vozidla jako rychlosti základní je ve shodě se současným stavem technické úrovně železničního systému (infrastruktura a vozidla). Lze konstatovat, že úroveň využití nedostatku převýšení až do hodnot  $l = 130$  mm (podle horních rychlostníků typu N) je považována za úroveň standardní (viz ČSN EN 13803-1 a ČSN EN 14363). V tomto smyslu lze chápat rychlost odpovídající využití nedostatku převýšení  $l = 100$  mm (podle spodních rychlostníků typu N) za rychlost odpovídající vozidlům nevyhovujícím současným evropským standardům. Proto ani nemůže být záměrem SŽDC, mimo odůvodněných případů, tento typ rychlosti rozvíjet.

Obecně lze říci, že při traťových rychlostech do 120 km/h (maximální rychlost pro všechny mimokoridorové tratě) a s rostoucími výkonnostními parametry moderních nákladních lokomotiv není rozdíl rychlosti nákladních a osobních vlaků zásadní. Proto není na místě se obávat poklesu propustnosti tratí z důvodu zvýšení rychlostí (efekt nerovnoběžného grafikonu)

Výše uvedené ozřejmuje, že zvyšování rychlostí by mělo být prováděno v úzké spolupráci s dopravci, koordinátory integrovaných dopravních systémů a objednateli regionální i dálkové osobní dopravy, kteří dokáží dobře definovat dopravní potřeby zvýšení rychlostí. Pro tyto subjekty je zvýšení traťových rychlostí důležitým prvkem z hlediska uspokojování potřeb cestujících. V systému integrovaného taktového jízdního řádu s přestupovými vazbami totiž může úspora několika minut znamenat stihnutí předchozího přípoje a tím i dosažení cíle cesty o hodinu dříve.

### 3. NÁSTROJE KE ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTÍ

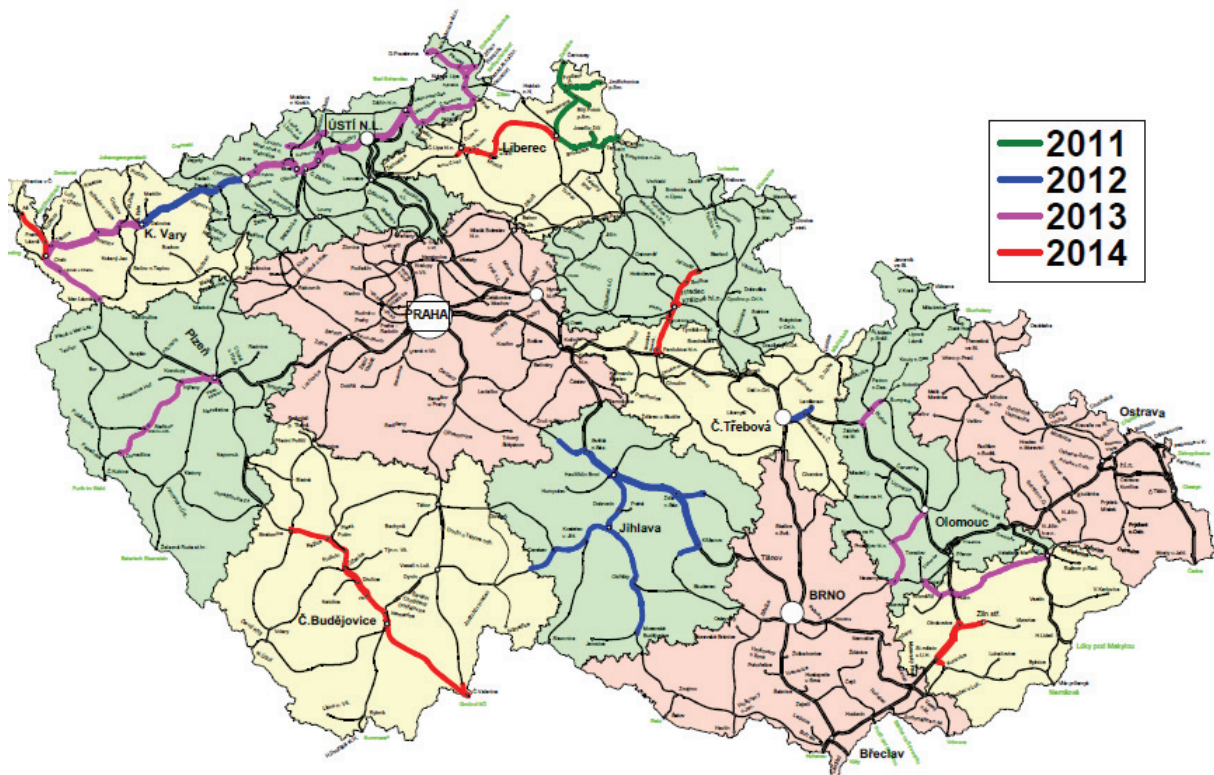
Existuje několik vhodných nástrojů pro zvyšování rychlostí na stávajících tratích. Mezi tyto základní nástroje patří:

- vytváření podmínek k využívání vyšších hodnot nedostatků převýšení (např. zřizování bezстыková koleje);
- využívání vyšších hodnot stavebního převýšení (zejména na tratích, kde prakticky nejedí pomalé nákladní vlaky);
- přiměřená míra údržby tratí jako nástroj k odstranění přechodných i trvalých omezení rychlosti;
- zvyšování bezpečnosti na přejezdech, které tvoří časté místo trvalého omezení rychlosti;
- zvyšování rychlosti v rámci změny rozsahu rychlostních pásem pro hodnocení GPK;



- určení vyšší rychlosti pro vlaky s nižší přidruženou traťovou třídou zatížení;
- využívání ustanovení pro rozdílné rychlosti po a proti hrotu nezabezpečených výhybek.

První z těchto možností je zvýšení dovolené hodnoty nedostatku převýšení, čímž se zvýší využitelná rychlost v obloucích. Uvažovat s touto možností pro zvýšení rychlosti je možné pouze v případě, že je předpoklad nasazení moderních vozidel, které jsou pro jízdu s vyšším nedostatkem převýšení schválená – tzv. stanovená vozidla (základní trend souladu vozidel a infrastruktury). Na obr. 2 je graficky uveden přehled plánovaného nasazení moderních jednotek umožňujících tuto vyšší rychlost využít.



**Obr. 2 Mapa tratí s plánovaným nasazením moderních jednotek s možností využití vyšších rychlostí na základě vyšších hodnot nedostatku převýšení**

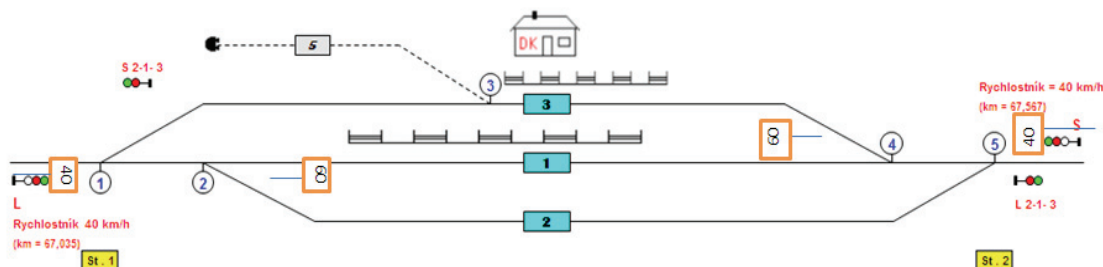
Využití vyšších hodnot nedostatku převýšení na stávající síti tratí je podmíněno splněním stanovených technických požadavků na stav a konstrukci tratě. Tyto technické podmínky jsou definovány buď přímo v normách ČSN a předpisech SŽDC nebo se stanovují výnosem „Podmínky pro posouzení možnosti zavedení rychlosti odpovídající nedostatku převýšení  $> 100$  mm na tratích, které neprošly celkovou rekonstrukcí“, č.j. S29206/11-OTH ze dne 16.6.2011. Jedním ze základních požadavků na konstrukci železničního svršku je požadavek na zřízení bezstykové koleje, dále použití upevnění kolejnic s dobrou drážebností a jiné.

Dalším nástrojem pro možné zvýšení rychlosti je využití rozdílu v definici rychlostních pásem pro hodnocení kvality GPK. Norma ČSN 736360-2 platná do roku 2007 stanovovala požadavky na kvalitu GPK v rozsahu rychlostních pásem  $60 \text{ km/h} < V \leq 90 \text{ km/h}$  a  $RP3 \ 90 < V \leq 120 \text{ km/h}$ , zatímco norma ČSN 73 6360-2

platná od roku 2007 (resp. 2009) stanovuje v souladu se zásadami ČSN EN 13848-5 požadavky na kvalitu GPK v rozsahu rychlostních pásem RP2  $60 \text{ km/h} < V \leq 80 \text{ km/h}$  a RP3  $80 < V \leq 120 \text{ km/h}$ . Z tohoto faktu vyplývá, že tratě s traťovou rychlostí  $90 \text{ km/h}$  (původní mezní rychlost RP2) v současné době musí plnit kvalitativní požadavky z hlediska GPK stejné jako tratě s rychlostí  $120 \text{ km/h}$ . Z tohoto důvodu zde existuje potenciální rezerva v možnosti zvýšení traťové rychlosti až do  $100 \text{ km/h}$  (obvyklá mezní rychlost pro jednodušší systémy zabezpečovacího zařízení, respektive systémy nevybavené stacionární částí vlakového zabezpečovače).

Další nástroj řešení především propadů rychlosti z důvodu omezené třídy traťového zatížení spočívá v jejím předdefinování v souladu s ČSN EN 15528 „Železniční aplikace – Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly“ na meze dané maximální traťovou rychlostí/přidruženou traťovou třídou zatížení a maximální traťovou třídou zatížení/přidruženou rychlostí. Podle dříve platné metodiky byla určena pro běžný provoz pouze maximální traťová třída zatížení a k ní přidružená rychlost. Jelikož vlaky osobní dopavy zpravidla nevykazují vysoké hodnoty tříd zatížení, lze pro ně v případě obecného omezení uvažovat vyšší rychlost. Jako příklad lze uvést již zavedené rozlišení maximální traťové třídy zatížení a maximální rychlosti pro úsek z České Třebové do Brna D4/120 a C3/140, jejich zavedení umožnilo zvýšení rychlosti ve vybraných úsecích pro vlaky osobní dopavy na  $140 \text{ km/h}$ .

Další oblastí možného zvyšování rychlostí je využívání ustanovení předpisu T100 „Provoz zabezpečovacího zařízení“, kdy je stanovena maximální rychlost přes nezabezpečené výhybky odlišně ve směru po a proti hrotu jazyku. Ve směru proti hrotu jazyku smí být nezabezpečená výhybka pojížděna maximální rychlostí  $40 \text{ km/h}$ , kdežto ve směru po hrotu rychlostí  $60 \text{ km/h}$ . Současná praxe je však taková, že se tohoto rozdílu nevyužívá, a tím je zpravidla stanovena jednotná rychlost v obou směrech v rozsahu obvodů železničních stanic. Změna spočívá v osazení rychlostníků „ $60 \text{ km/h}$ “ bezprostředně za poslední výhybku pojížděnou proti hrotu (v přímém směru). Tyto úpravy nalézají uplatnění především ve stanicích, kde alespoň část vlaků projíždí bez zastavení. Souhrnná délka možného zvýšení rychlosti vzhledem k četnosti takto zabezpečených výhybek na ostatních tratích celostátní dráhy a regionálních drahách je významná.



**Obr. 3** Příklad zkrácení propadu rychlosti ve stanicích s nezabezpečenými výhybkami (navazující rychlost mimo stanicí  $60 \text{ km/h}$ )

#### 4. PROCES ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTÍ

Záměr na zvýšení rychlosti je v první fázi prověřen odbornými útvary Ředitelství SŽDC (většinou Odborem traťového hospodářství po technické stránce a Odborem provozování dráhy po stránce využitelnosti navrženého zvýšení rychlosti z hlediska dynamiky jízdy vlaku). Pokud má být daná traťová rychlost z hlediska dynamiky jízdy vlaku využitelná, musí být doba jejího trvání úměrná následné či předchozí změně rychlosti. Na základě podkladů o traťových rychlostech a o uvažovaných vozidlech je zpracován tachogram předpokládané vlakové soupravy (charakterizované hmotností, výkonem, jízdním odporem a brzdovými schopnostmi), tedy reálné využití rychlostí v závislosti na rozjezdech, brzdění a ostatních parametrech vlakové soupravy. To umožní vypočítat a posoudit dosažený časový a případně i energetický efekt. Dále jsou posouzeny možnosti návěští změn rychlosti v závislosti na zábrzdých vzdálenostech a vztažných zásadách platných pro řízení dopravy. Následně jsou osloveny místně příslušné jednotky správce dráhy, které mají detailní informace o stavu všech zvýšením rychlosti dotčených součástí dráhy.

Vybrané problematiky, které zpravidla zásadně ovlivňují možnosti zvýšení rychlosti jsou:

- stav zabezpečení a rozhledové poměry na přejezdech (časté problémy definice rozhledových poměrů podle dříve platných a stávajících pravidel vedoucí k možnému snížení rychlosti);
- zábrzdě vzdálenosti ve vztahu k umístění prvků zabezpečovacího zařízení a brzdových schopností vozidel včetně problematiky viditelnosti návěstidel;
- typ zabezpečovacího zařízení (např. pro rychlost  $V > 100$  km/h nutnost přenosu informace o poloze následujícího návěstidla na stanoviště strojvedoucího);
- stav železničního svršku a typ použitých konstrukcí;
- stav kvality GPK;
- přechodnost mostů a konstrukcí mostům podobných;
- rychlosti uvedené v protokolech UTZ (trakční vedení, zabezpečovací zařízení);
- složité konfigurace kolejišť v dopravnách;
- možné zvýšení zatížení hlukem. Zde je však velký potenciál v použití kolejových vozidel s kotoučovou brzdou, tedy s hladkými koly. Tato vozidla mají ve srovnání s vozidly se špalíkovou brzdou s litinovými špalíky zhruba o 9 dB nižší akustický výkon. S ohledem na kubickou závislost akustického výkonu valení (tedy nárůst o 9 dB při zdvojnásobení rychlosti) dokáže přechod z litinových špalíků na kotoučovou brzdu vykompenzovat nárůst rychlosti na dvojnásobek.

#### 5. VYBRANÉ REALIZOVANÉ PŘÍPADY ZVYŠOVÁNÍ RYCHLOSTÍ

V posledních letech došlo především na I. tranzitním železničním koridoru k nasazení hnacích vozidel, která disponují až dvojnásobně větším výkonem než vozidla zde v minulosti používaná. Z tohoto důvodu bylo možné přistoupit k optimalizaci stávajících rychlostí ve smyslu využitelnosti vyšších rychlostí i

v kratších délkách. V průběhu roku 2010 a 2011 byla ve vybraných úsecích trati Brno – Česká Třebová zvýšena maximální rychlost klasických souprav ze 120 km/h na 140 km/h a také byly zavedeny rychlosti  $V_{130}$  v úsecích, kde dříve uvažovány nebyly. V současné době probíhá konsolidace rychlostí  $V_{130}$  v celé délce I. tranzitního železničního koridoru z důvodu chystaného zavedení zabezpečovacího zařízení ETCS. Nadto je v současné době v rámci přípravy staveb ETCS – I. koridor úseků Kolín – Česká Třebová – Břeclav a Kolín – Praha – Děčín zaváděn rychlostní profil  $V_{150}$  (tj. rychlost s využitelným nedostatkem převýšení až do 150 mm), který bude využíván především pro vyrovnávání propadů rychlosti.

Ve vztahu k nasazování moderních vozidel osobní dopravy dochází podle harmonogramu zavedení těchto vozidel k prověřování možnosti zavedení vyšší rychlosti  $V_{130}$  na ostatních tratích celostátní dráhy a regionálních drahách. Rychlost  $V_{130}$  již byla zavedena na drahách Liberec – Hrádek nad Nisou a Liberec – Frýdlant – Černousy. V nejbližší době dojde k zavedení rychlosti  $V_{130}$  na drahách Velký Osek – Hradec Králové – Choceň a Pardubice – Hradec Králové – Stará Paka. Ukazuje se, že vzhledem k technickému stavu tratí bude rozšiřování využití této rychlosti na tratích, kde neproběhla celková rekonstrukce, pozvolným procesem v rámci plánování souvislých opravných prací.

Jako příklad zvýšení základní rychlosti lze uvést případ zvýšení traťové rychlosti ve vybraných úsecích ostatních tratí, např. na trati Lužná u Rakovníka – Rakovník ve 45% délky z 50 km/h na 60 km/h.

Podstatnou měrou dochází v posledních letech k odstraňování trvalých omezení rychlostí v souvislosti se zvyšováním stupně zabezpečení přejezdů, respektive jejich náhradou mimoúrovňovým křížením, či jejich úplným zrušením.

## 6. ZÁVĚR

SŽDC chápe zvyšování traťových rychlostí na stávajících tratích jako účinný nástroj zvyšování konkurenceschopnosti a efektivity železniční dopravy. Z tohoto důvodu se v současné době realizují opatření, která určí možnosti zvýšení traťové rychlosti na stávající infrastruktuře. Dále jsou vytvářeny podmínky, aby byly do budoucnosti traťové rychlosti zvyšovány systematicky v návaznosti na dopravní potřeby objednatelů dopravy.

### LITERATURA:

- [1] Prof. Ing. Dr. Zbyněk Jirsák: Závěrečná zpráva výzkumného úkolu S 13-533-001-03 Zvyšování rychlosti dopravy na železnici – stavební opatření, Praha, 1974
- [2] Ing. Jiří Pohl: Rychlá železniční osobní doprava, cyklus článků Železničního magazínu, vychází od 2/2008, Praha

Lektoroval: Ing. Jiří Pohl, Siemens, s.r.o



## **ZAVÁDĚNÍ SYSTÉMU ETCS NA TRATÍCH V ČR**

**Ing. Marcel KLEGA**  
**SŽDC, Ředitelství, Odbor automatizace a elektrotechniky, Praha**

### **1. OBECNĚ**

Systém ETCS (European Train Control System – překládáme jako evropský vlakový zabezpečovač) byl specifikován ERA jako nový jednotný evropský vlakový zabezpečovací systém, aby byla umožněna rychlá mezinárodní doprava bez nutnosti vybavení hnacích vozidel národními vlakovými zabezpečovači jednotlivých států. V Evropě totiž historicky vzniklo 23 národních vlakových zabezpečovačů.

Technicky není možné vybavení vozidla všemi systémy vlakových zabezpečovačů, zejména proto, že není možné na vozidlo umístit všechny přijímací antény pro příjem informací z traťové části.

Dalším důvodem pro vznik ETCS byla eliminace různých návěštních systémů a různých projevů palubní části vlakového zabezpečovače vůči strojvedoucímu.

### **2. O SYSTÉMU ETCS**

Systém ETCS je tvořen traťovou částí umístěnou na trati a palubní částí umístěnou na drážním vozidle.

#### **2.1 Úrovně ETCS**

Systém ETCS existuje v několika úrovních:

**Úroveň 1** je založena na bodovém přenosu informací z traťové části prostřednictvím eurobalíz (dále jen balíz). Balízy jsou zařízení umístěná v kolejišti na pražcích a přenášejí na palubní část jak neproměnné informace o traťové rychlosti, stoupání a klesání tratě, tak i proměnné informace podle postavené vlakové cesty (dovolená rychlost a vzdálenost k dalšímu návěstidlu), a další proměnné a neproměnné informace potřebné pro provoz systému ETCS (např. nejvyšší dovolenou rychlost při posunu). Jednotlivé balízy jsou připojeny přímo k zabezpečovacímu zařízení na trati.

**Úroveň 2** je založena na rádiovém přenosu informací z traťové části prostřednictvím datového rádia GSM-R. V kolejišti jsou opět umístěny balízy, které slouží k identifikaci polohy vozidla a přenosu některých potřebných, zpravidla jen neproměnných informací, a proto nejsou zpravidla připojeny k zabezpečovacímu zařízení. Traťovou část kromě balíz tvoří tzv. radiobloková centrála (dále jen RBC). RBC zajišťuje přenos informací o traťové rychlosti, stoupání a klesání tratě, o omezení rychlosti na základě postavené vlakové cesty, o místu zastavení před stanoveným místem (hlavním návěstidlem, resp. neproměnnou tabulí na trati bez proměnných návěstidel).

**Úroveň 3** je obdobná jako úroveň 2, avšak vyžaduje, aby samy vlaky zjišťovaly, že jsou celé, tedy nedošlo k jejich roztržení nebo rozpojení.

**Úroveň STM** je nastavena na palubní části tam, kde trať není vybavena traťovou částí systému ETCS, ale je vybavena národním vlakovým zabezpečovačem, pokud i palubní část je vybavena potřebnou přijímací anténou a specifickým transmisním modulem, který plní funkci příslušného národního vlakového zabezpečovače.

**Úroveň 0** je nastavena na palubní části tam, kde trať není vybavena traťovou částí systému ETCS a ani národním vlakovým zabezpečovačem, nebo sice trať je vybavena traťovou částí národního vlakového zabezpečovače, ale vozidlo není vybaveno příslušným specifickým transmisním modulem.

Nevýhodou úrovně 1 je možnost změny přenášené informace pouze nad balízkami – tedy o změně návěsti na povolující nebo naopak na zakazující se palubní část dozví až se dostane nad příslušnou balízkou, čili vlastně palubní část stále pracuje s informacemi, které již nemusí být aktuální.

Naproti tomu v úrovních 2 a 3 RBC neprodleně po změně o ní informuje palubní část. Další předností úrovně 2 a 3 je možnost zadat v RBC povel pro nouzové zastavení jednoho nebo všech vlaků komunikujících s RBC.

V úrovních 1, 2 a 3 lze zajistit i respektování pomalých jízd. U úrovně 1 vyžaduje montáž balízk a zadání údajů o hodnotě a délce rychlostního omezení. U úrovně 2 a 3 se potřebné informace zadají do RBC a do palubní části přenesou rádiovou cestou. Lze je tedy zadávat operativně, prakticky ještě rychleji než osadit návěsti pro pomalou jízdu.

Určitou komplikací úrovně 2 a 3 je komplikovanější přezkoušení a vlastní provedení změn (protože je třeba provést určité přezkoušení i jinak změnou nedotčených oblastí RBC, tj. stanic a mezistaničních úseků).

Výhodou úrovně 1 jsou o něco nižší investiční náklady (není třeba mít vybudovanou síť GSM-R, RBC a jeho propojení se zabezpečovacím zařízením), nevýhodou je nutnost připojení balízk v kolejišti k zabezpečovacímu zařízení (kabelizace, výstroj pro ovládní balízk a její napájení) a výše uvedené provozní nevýhody.

Z výše uvedených důvodů bylo u nás doporučeno pro hlavní tratě budovat úroveň 2. Stejně postupují i železnice, které již vybavily některé své tratě úrovní 1.

## 2.2 Módy ETCS

ETCS přispívá k bezpečnosti drážní dopravy tím, že palubní část ETCS dohlíží jízdou vlaků a do jisté míry i posunu na základě informací od traťové části. Jízda vlaku může probíhat v následujících módech:

- **Plný dohled** (Full Supervision – FS);
- **Podle rozhledu** (On Sight – OS);
- **Na zodpovědnost strojvedoucího** (Staff Responsible – SR);
- **Izolace** (Isolation – IS).

Jízda posunu může probíhat pouze v módu **Posun** (Shunting – SH).

Podmínkou pro jízdu v módu **Plný dohled** je splnění podmínek pro jízdu vlaku dohlížených zabezpečovacím zařízením včetně volnosti vlakové cesty/prostorového oddílu. V módu **Plný dohled** se dohlíží rychlost vlaku tak, aby nebyla překročena traťová rychlost, pomalá jízda a rychlost stanovená podle postavené vlakové cesty. Palubní část ukazuje, jaká je nejvyšší dovolená rychlost vlaku v daném místě, jaké a jak daleko je nejbližší další omezení rychlosti a zjednodušeným způsobem i další omezení rychlosti vyskytují se před vlakem.

Podmínkou pro jízdu v módu **Podle rozhledu** je splnění podmínek pro jízdu vlaku dohlížených zabezpečovacím zařízením kromě volnosti vlakové cesty/prostorového oddílu. V módu **Podle Rozhledu** se dohlíží rychlost vlaku tak, aby nebyla překročena traťová rychlost, pomalá jízda, rychlost stanovená podle postavené cesty a nejvyšší rychlost stanovená provozovatelem dráhy pro tento mód. Palubní část na vyžádání strojvedoucího ukazuje, jaká je nejvyšší dovolená rychlost vlaku v daném místě, jaké a jak daleko je nejbližší další omezení rychlosti

Mód **Na zodpovědnost strojvedoucího** je použit, pokud palubní část nemá informace pro výše popsané módy (např. nemá informaci o své poloze, zabezpečovací zařízení neumožňuje postavit vlakovou cestu, porucha RBC, atd.). V módu **Na zodpovědnost strojvedoucího** se dohlíží rychlost vlaku tak, aby nebyla překročena nejvyšší rychlost stanovená provozovatelem dráhy pro tento mód.

Mód **Izolace** lze zvolit při poruše palubní části. V módu **Izolace** se nedohlíží rychlost vlaku.

V módu **Posun** se dohlíží rychlost stanovená provozovatelem dráhy pro tento mód.

### 2.3 ETCS a odvětví traťového hospodářství

Protože v módech **Plný dohled** a **Podle Rozhledu** generuje palubní část ETCS tzv. brzdné křivky a dohlíží podle nich okamžitou povolenou rychlost vlaku, a protože se palubní část v kolejišti orientuje podle balíz, musí mít traťová část přesné údaje o vzdálenostech mezi balízami a vzdálenosti mezi balízami a některými místy na trati (zejména návěstidly, izolovanými styky, rychlostníky, hroty a námeznyky výhybek, u nichž dochází ke změně rychlosti, atd.). K tomu bude třeba získat potřebné podklady s požadovanou přesností.

Systém ETCS umožňuje poskytovat informace o traťové rychlosti prostřednictvím rychlostních profilů vázaných na maximální hodnotu využitelného nedostatku převýšení 80 mm, 100 mm, 130 mm, 150 mm, 165 mm, 180 mm, 210 mm, 225 mm, 245 mm, 275 mm a 300 mm (neboť se tyto hodnoty se v dnešní době u železnic vyskytují). U Správy železniční dopravní cesty, státní organizace, uvažujeme využívat rychlostní profily stanovené pro maximální hodnoty využitelného nedostatku převýšení:

- 100 mm - udávaný rychlostníky N (jako základní, tj. nejnižší);
- 130 mm - udávaný horními rychlostníky N;

- 150 mm - bez fyzického navěstění rychlostníky v trati;
- 275 mm - udávaný rychlostníky NS.

Do určité míry lze dovolenou rychlost vázat i na nápravový tlak.

V současně době probíhá optimalizace traťových rychlostí na dále uvedených tratích, aby bezprostředně po vybudování ETCS nevznikly nové požadavky na zvýšení traťové rychlosti a nebylo třeba měnit SW RBC.

Případné omezení traťové rychlosti z důvodu stavebně technického stavu lze řešit v úrovni 2 a v úrovni 3 zadáním pomalých jízdy do RBC, tedy bez nutnosti změny SW RBC. Zadaná pomalá jízda je platná pro všechny rychlostní profily.

Protože má RBC přesné informace, která vlaková cesta ve stanici je postavena a zda se v jízdě nachází přejezd s přejezdovým zabezpečovacím zařízením, umožňuje ETCS uplatnit omezení rychlosti stanovené podle postavené vlakové cesty pouze na nezbytnou část vlakové cesty, nikoliv již od hlavního návěstidla až za poslední výhybku v jízdě. Toho se bude do jisté míry využívat.

### 3. PILOTNÍ PROJEKT ETCS V ČR

Pro získání zkušeností se systémem ETCS byl zadán tzv. pilotní projekt ETCS. Práce na realizaci pilotního projektu ETCS byly zahájeny 1.7.2005. Pilotní projekt obsahuje vybavení úseku Kolín – Poříčany traťovou částí ETCS 2. úrovně (konkrétně pro jízdu v módu **Plný dohled** od posledních oddílových návěstidel automatického bloku před stanicí Velim (v opačném směru před stanicí Poříčany) až po první oddílová návěstidla za stanicí Poříčany (v opačném směru za stanicí Velim), tedy v délce cca 20 km) a palubní částí úrovně 2 na lokomotivách 151.008, 362.166 a elektrické jednotce 471.042/971.042.

Těžištěm práce byla tzv. implementace ETCS do národního prostředí, čili definování funkčních požadavků na traťovou část ETCS, tedy na RBC a definování informací přenášených na palubní část balízami.

Dodavatel nejprve přišel se soupisem jednotlivých dílčích požadavků, z něhož nebylo možné pochopit předpokládané chování celého systému v různých provozních situacích. Na základě našeho požadavku byly proto dodavatelem vytvořeny tzv. provozní scénáře pro jednotlivé provozní situace, tyto byly diskutovány a upravovány. Podle těchto provozních scénářů dodavatel provedl laboratorní testy a následně vytvořil SW pro RBC a naprogramoval data do balíz.

Oživování systému s jízdami vozidel vybavených palubní částí ETCS byly prováděny v letech 2008 až 2009. Následně probíhaly tzv. validační a verifikační testy v roce 2010. V únoru 2011 začalo rozšířené testování s cílem stabilizace systému a zvýšení spolehlivosti systému ETCS, zejména palubní části. 26.10.2011 byl pilotní projekt ukončen a v listopadu 2011 vydal Drážní úřad rozhodnutí o zahájení zkušebního provozu ETCS.

V rámci zkušebního provozu probíhají zkušební jízdy na běžných vlacích osobní dopravy. Přitom během zkušebního provozu je v současné době bezpečnost jízdy zajištěna souběžným provozem národního vlakového zabezpečovače. Pilotní projekt mimo jiné potvrdil, že brzdné křivky generované palubní částí jsou poměrně



ploché a díky několika bezpečnostním přírůžkám vynucují snížení rychlosti, resp. zastavení poměrně daleko před koncem povolení k jízdě (tedy dříve, než jak dosud jezdí strojvedoucí).

Na pilotní projekt získala Česká republika příspěvek Evropské unie ve výši 75 % uznatelných nákladů.

#### **4. DALŠÍ PROBÍHAJÍCÍ PROJEKTY ETCS V ČR**

V současné době probíhá veřejná soutěž na dodávku systému ETCS 2. úrovně pro úsek Břeclav – Kolín, který zahrnuje i úseky mezi stanicí Břeclav a státní hranicí s Rakouskem a státní hranicí se Slovenskem. Na financování získala Česká republika příspěvek od Evropské unie ve výši 50 % uznatelných nákladů. Vzhledem k pravidlům pro čerpání tohoto příspěvku musí být projekt ukončen do konce roku 2014.

Pro tento projekt byly zpracovány technické požadavky na základě zkušeností s realizací pilotního projektu ETCS, provozních scénářů použitých pro pilotní projekt a dalších informací byly stanoveny technické a funkční požadavky na systém ETCS.

V této době také probíhá příprava dalšího projektu (další stavby) systému ETCS v úseku Kolín – Praha – Děčín – státní hranice Německo, na který také Česká republika získala příspěvek Evropské unie ve stejné výši s čerpáním do konce roku 2015. Technické a funkční požadavky pro tento projekt jsou doplňovány na základě dotazů uchazečů ve veřejné soutěži pro úsek Břeclav – Kolín.

#### **5. VÝHLED ETCS V ČR**

Postup při budování systému ETCS na tratích České republiky stanoví tzv. ERTMS národní implementační plán (Ize ho vyhledat na webových stránkách Ministerstva dopravy), který byl cestou ERA zpracován do Evropského plánu rozvoje ERTMS. (ERTMS je tvořen GSM-R a ETCS.)

ERTMS národní implementační plán obsahuje vybudování ETCS na tratích:

- st. hr. s Rakouskem/st. hr. se Slovenskem – Břeclav – Kolín;
- Kolín – Praha – Děčín – st. hr. s Německem;
- Břeclav – Přerov – Petrovice u Karviné – st. hr. s Polskem;
- Česká Třebová – Přerov;
- Praha – Plzeň – Cheb;
- Dětmárovice – Mosty u Jablunkova – st. hr. se Slovenskem;
- Polanka nad Odrou – Český Těšín;
- Praha – České Budějovice – Horní Dvořiště – st. hr. s Rakouskem.

Budování systému ETCS na dalších tratích bude záviset na přístupu orgánů Evropské unie, státních orgánů ČR, dopravců a v neposlední řadě i samotných strojvedoucích.

Předpokládá se, že vybavení traťovou a palubní částí ETCS bude podmínkou pro jízdy rychlostí vyšší než 160 km/h.

## 6. ZÁVĚR

System ETCS je a bude v České republice realitou. A to se všemi svými výhodami a nevýhodami. V každém případě přispěje ke zvýšení bezpečnosti. Bude však vyžadovat nemalé náklady a zodpovědnou práci nejen zabezpečováků, ale i strojvedoucích a traťováků.

### LITERATURA:

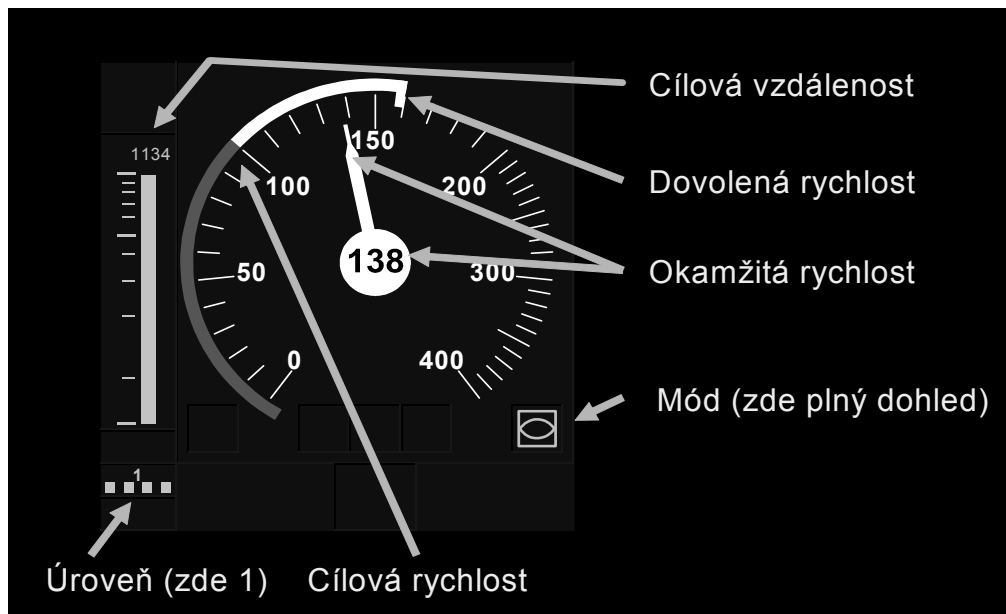
Rozhodnutí komise ze dne 28. března 2006 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému pro řízení a zabezpečení transevropského konvenčního železničního systému (2006/679/ES)

ERA: Assignment of values to ETCS variables, 17.11.2011

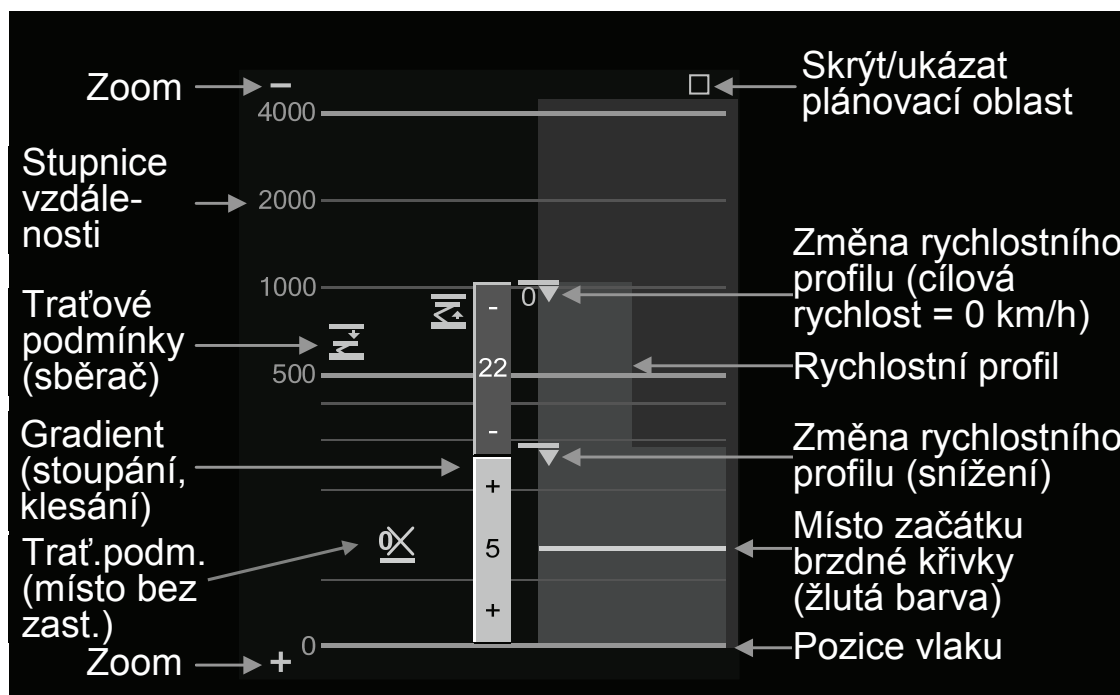
Ministerstvo dopravy: ERTMS Národní implementační plán, Praha, září 2007



Obr. 1. Eurobalíza v provedení použitém na pilotním projektu ETCS

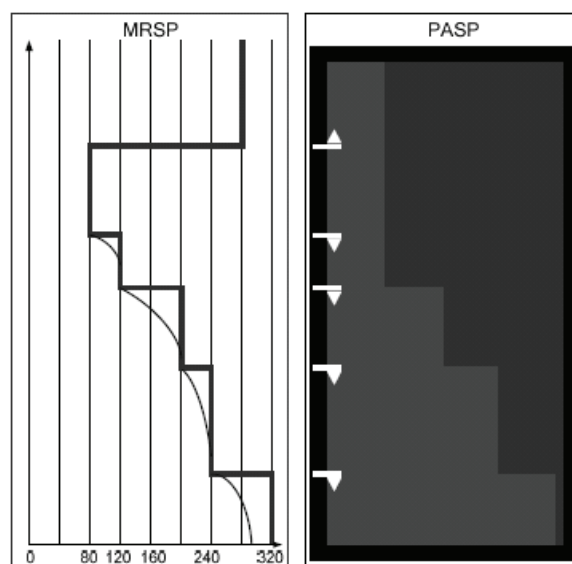


Obr. 2. Princip zobrazení okamžité, dovolené a budoucí dovolené rychlosti na zobrazovací jednotce palubní části ETCS



Obr. 3. Princip zobrazení v tzv. plánovací oblasti na zobrazovací jednotce palubní části

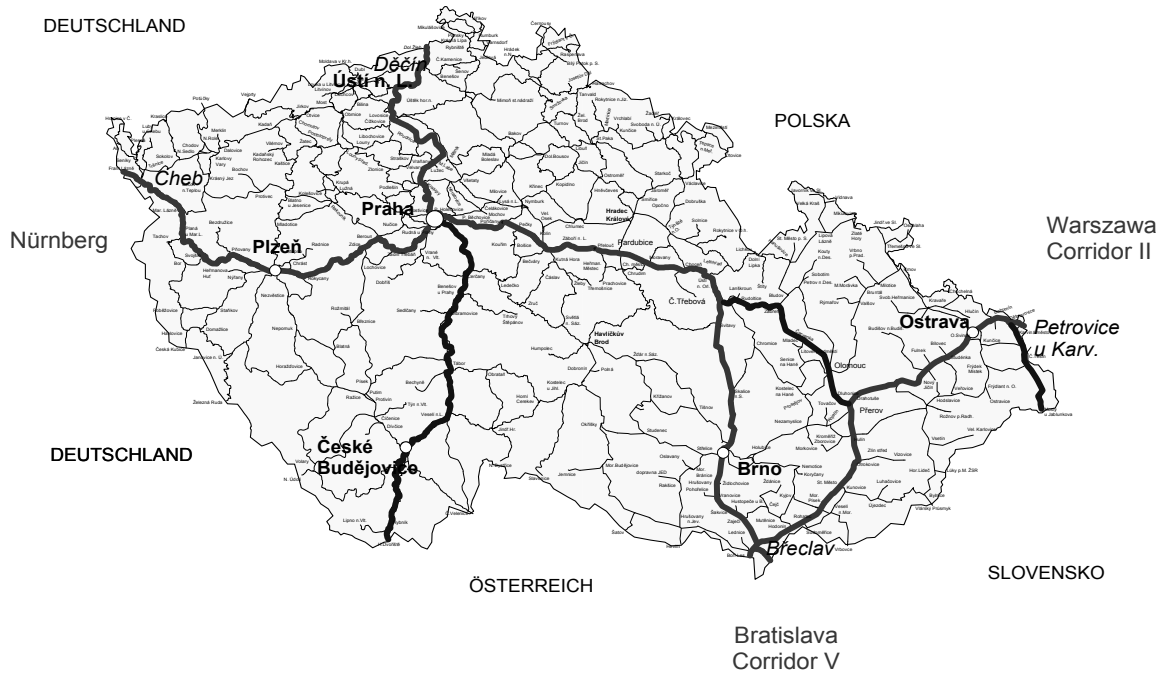
V plánovací oblasti se zjednodušeně zobrazují budoucí omezení rychlosti, místo, kde je třeba nejpozději snižovat rychlost (začátek brzdné křivky), stoupání a klesání tratě a mohou se zobrazovat některé další informace podstatné pro řízení vlaku (např. místa, kde se nesmí zastavit; místa, kde je nutno stáhnout sběrač, ...).



Obr. 4. Princip zjednodušeného zobrazení statického rychlostního profilu v plánovací oblasti

Budoucí snížení rychlosti se ve sloupcovém grafu zobrazují pouze nejbližší tři. Další jen značkou. Místo zvýšení rychlosti se ve sloupcovém grafu nezobrazuje, zobrazuje se jen značkou.

**Vybavení tratí systémem ETCS podle ERTMS národního implementačního plánu**



## **SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ NÁKLADŮ PO DOBU ŽIVOTNOSTI ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY (METODIKA LCC)**

**Wali Nawabi  
DB, AG, Mnichov, SRN**

Analýza nákladů po dobu životnosti (The life cycle cost (LCC)) je metoda pro kalkulaci celkových nákladů projektu nebo produktu po celou dobu jeho životnosti. Hlavní zaměření přitom musí být na proces systematického ocenění a rozdělení finančních vlivů. Analýza nákladů po dobu životnosti je primární metodou v procesu rozhodování během ekonomického hodnocení projektu, porovnání jednotlivých alternativních strategií a různých návrhů. Přitom rozhodnutí v počáteční fázi životnosti projektu je považováno z hlediska finančních úspor za zásadní. Poměrně malá úspora nákladů v počátku realizace se může projevit mnohonásobně zvýšenými náklady během doby životnosti a naopak. Při tomto hodnocení je bezpodmínečně nutné nalézt a uvědomit si vliv veškerých jednotlivých nákladů po dobu celé životnosti projektu nebo produktu.

LCC (Life Cycle Costing) zahrnuje:

- sběr;
- systematické analyzování;
- přesné a cílené informace

u všech souvisejících produktů nebo činností od prvního okamžiku návrhu až po úplné odstranění projektu nebo produktu.

### **Proč LCC?**

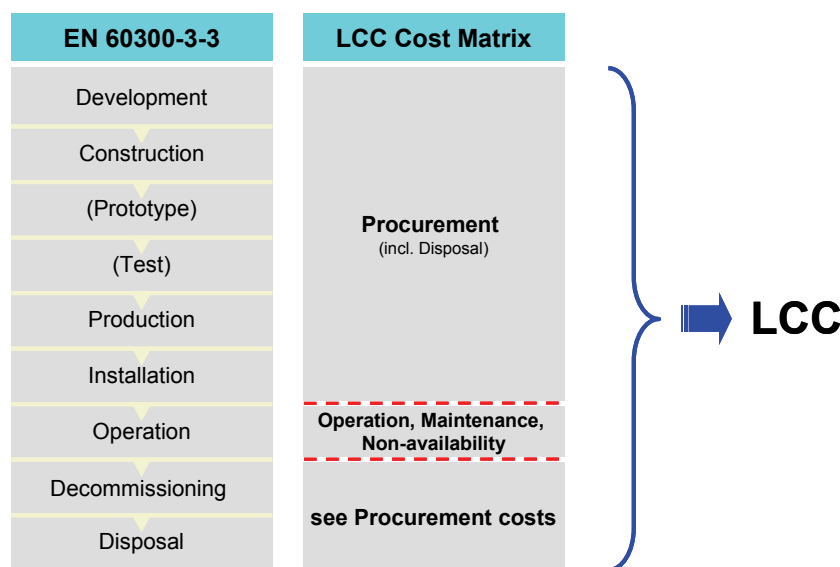
- nejlepší finanční přínos;
- podpůrná metoda pro profesionální proces rozhodování;
- možnost učinit rozhodnutí nyní o finančních efektech, které se projeví v železničním sektoru v daleké budoucnosti;
- stanovení a porovnání různých strategických rozhodnutí a možností, posouzení kvality;
- identifikace klíčových finančních nákladů a změn řešení s jejich finančním vlivem;
- stanovení ziskovosti;
- dlouhodobé plánování toku financí.

Základní LCC fáze jsou (viz obr 1):

- koncept a definice;

- návrh a vývoj;
- výroba (příprava výstavby);
- uvedení do činnosti (výstavba);
- provoz a údržba zařízení;
- odstranění produktu (stavby).

Standards IEC 300-3-3, směrnice pro aplikaci spolehlivého managementu rozhodování, uvádějí v sekci 3, že analýza LCC je nedílnou součástí hodnověrného managementu, jestliže je cílem stanovení optimálních časových termínů, produktových vlastností a ceny.



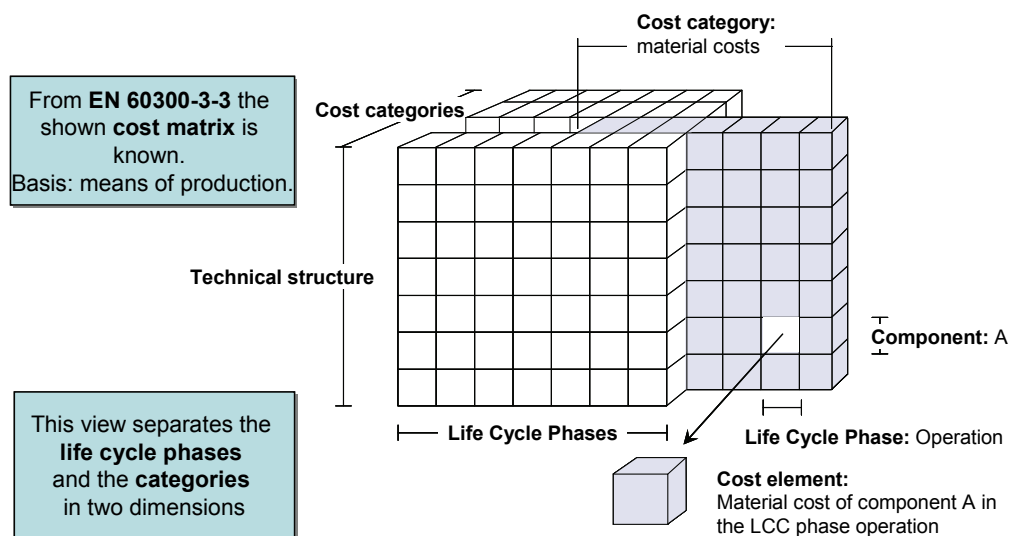
**Obr. 1 Fáze doby životnosti podle EN 60300-3-3**

### Finanční skupiny pro LCC

Life cycle cost analýza (LCCA) je strukturovaná metoda pro ohodnocení všech nákladů daných systémem v průběhu jeho technického života stanoveného pro tento systém. Základní fáze životního cyklu projektu (produktu) musí být zahrnuty v jeho analýze (t.j. v rozhodnutí a záměru, návrhu a přípravě, výrobě (stavbě), instalaci, provozu a údržbě a v jeho odstranění). Jak lze vypořádat z obrázku 2, standardizované LCC modely používané u DB se skládají v 3 rozměrné matici, která obsahuje:

- produkty vedoucí ke snížení smluvních cen produktů (Product Break down Structure PBS – struktura vlivu produktů);
- kategorizace nákladů podle zdrojů jako práce, materiály, vybavení atd. (Cost Break down Structure – CBS – struktura vlivu cen);
- časová osa nebo životní fáze projektu (produktu), přičemž každá práce nebo aktivita je přiřazena každému cenovému elementu (viz obr. 2).





**Obr. 2** Tří-rozměrná matice LCC (elementární návrh cen)

CBS je stromová struktura služeb a nákladů, které se vyskytnou během celé doby životnosti projektu (produktu). PBS je hierarchická stromová struktura součástí, které vytváří projekt (product) a které pomohou objasnit, co projekt (product) uživateli přináší a pomohou vytvořit strukturu vlivu práce **work breakdown structure (WBS)**.

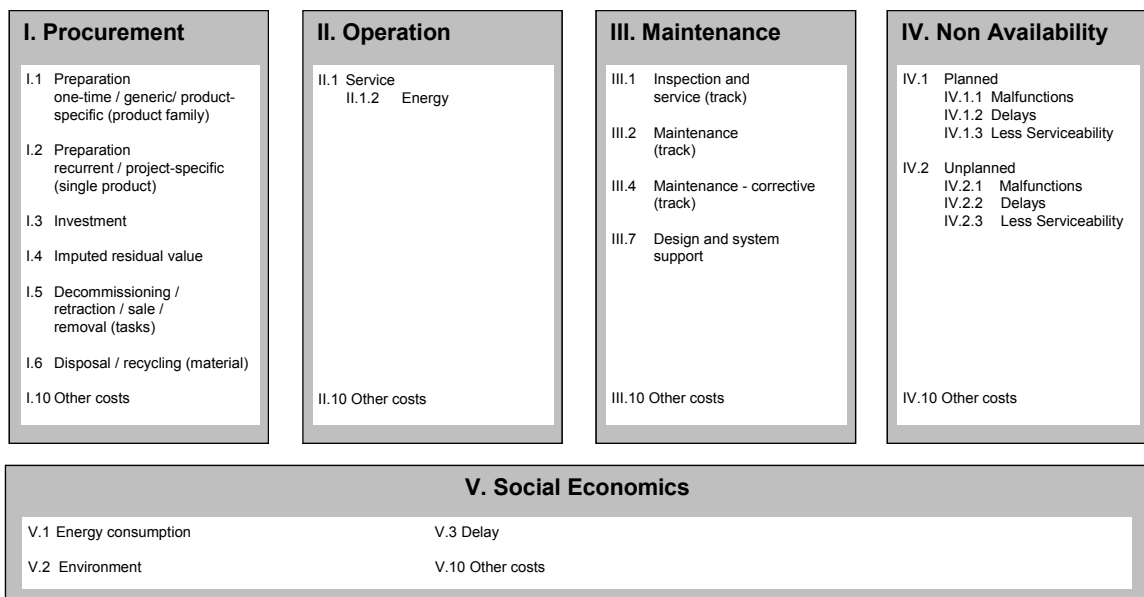
V rámci různých projektů se základní EN 50126 změnila na cenovou matici znázorněnou na **obrázku 3**, která odpovídá realizaci všech zásadních projektů (produktů). Tato standardizovaná matice pro LCC je využívána jako základ pro posouzení a popisuje veškeré náklady. Hlavní pozornost byla proto věnována sjednocení použitých termínů. Definice pojmů následně umožňují porovnání každého jednotlivého finančního bloku v různých kalkulacích nezávisle na analytikovi. Dalším důležitým bodem je standardizovaná forma vhodného vysvětlení LCC zahrnující vstupní data a různé nejistoty. Náklady po dobu životnosti jsou tedy stanoveny na základě cenové matice s předdefinovanými cenovými položkami.

Matice může být kdykoliv modifikována z důvodu rozdílných definic projektů. Prakticky to představuje pouze přidat položku, např. ekonomické hodnocení, nebo položku v matici přesunout.

Do matice lze použít:

- pouze přímé náklady;
- nepřímé náklady by neměly být součástí LCCA (nepřímý náklad, např. pokles ceny).





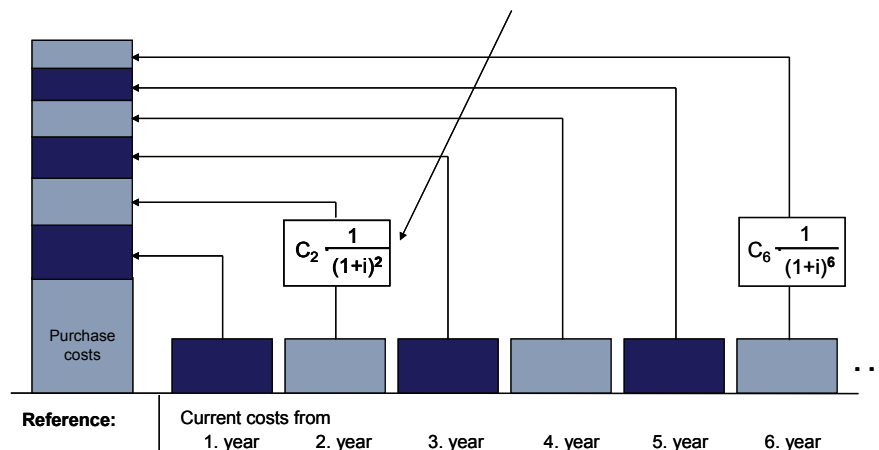
**Obr. 3 LCC cenová matice pro analýzu železniční infrastruktury**

### Sleva cash flow nebo metoda aktuální hodnoty

Náklady a klíčové náklady musí být jednoznačně určeny. Právě cash flow je jedním z důležitých bodů procesu plánování a následné kontroly dodržení limitu rozpočtu. Metoda cash flow je jednou z metod, které musíme brát vždy v úvahu, neboť vždy jsou možnosti, kde peníze jinde využít. Sleva na budoucí cash flow musí být vztažena vždy k začátku projektu, aby nárůst neovlivnil porovnání různých alternativ.

Násobení těchto faktorů s ročními náklady, pro každý rok, představují zlevněné cash flow. Výsledkem akumulovaných nákladů je Net Present Value (NPV) pro každou alternativu. V rámci LCC analýzy jsou všechny platby a také budoucí platby vztaženy k referenčnímu datu s využitím diskontní sazby  $i$ . Exponent znamená příslušný rok, ve kterém tyto náklady nastanou (**obr. 4**).

Jak lze názorně vidět na obr. 4, hodnota diskontní sazby má významný vliv v procesu rozhodování o finančních výhodách nebo LCC jednotlivých variant.



**Obr. 4 Roční náklady**

Výpočet ročního potenciálu znamená vypočítat NPV pro všechny varianty, odečíst standardní hodnotu alternativy a vypočítat anuitu. Jedním z benefitů LCC jakožto nekompletního finančního posouzení může být: jestliže pro dvě varianty je odkaz na čas a cenu rovnocenný, blok nákladů může být vynechán. Jestliže všechny roční náklady budou použity pro plánování rozpočtu, zjednodušení není povoleno.

V případě porovnání dvou alternativ s velkým rozdílem v prvotní investici je zvolená sleva většinou klíčová pro další rozhodování. Pouze v případě vážnějších redukcí v nákladech na údržbu v prvních letech budou vyšší investice vyrovnány.

### Diskontní sazba a časový horizont

V rámci LCC analýzy budou všechny platby – také platby budoucí – vztaženy k referenčnímu datu s využitím diskontní sazby. Vyhodnocení musí proběhnout za předpokladu využití běžné slevy a odsouhlasené studijní periody pro LCC kalkulaci.

Ekonomické okrajové podmínky jsou klíčovými faktory pro rozhodnutí na základě LCCA. Na základě detailní analýzy vyhotovené směrem k definování unikátních kritérií pro slevy a časový horizont využívaný při LDDA, byla přijata následující rozhodnutí:

- diskontní sazba v rozmezí 3% až 6%;
- časový horizont užívání projektu (předmětu) v rozmezí mezi 30-60 lety, přičemž 60 let je doporučená doba pro velké investice na pevné jízdní dráze.

V oblasti nastavení správné volby diskontní sazby a časových horizontů je nevyhnutelná diskuse pro jednotlivé státy, případně pro jednotlivé specifické podmínky. Pro použití vysoké diskontní sazby při výpočtu LCC se budeme kloubit k názoru použít ji v případech s nízkými počátečními investicemi. Na druhou stranu použití nízké diskontní sazby se nabízí při vysokých vstupních nákladech, dlouhé době životnosti a nízkých zpětných nákladech. Poplatno zjištění, že po zlepšení předchozího stavu nelze počítat s nárůstem výnosů, obecně nelze po zavedení inovací počítat s vysokou diskontní sazbou. Z uvedeného vyplývá, že rozhodujícím faktorem je také správná volba diskontní sazby .

V podobném duchu je potřeba přistupovat k době návratnosti. Správná volba časové periody vysoce ovlivní výsledky NPV kalkulace: v závislosti na vývoji a rozdělení cash flow se projekt může posunout z negativního hodnocení NPV k hodnocení pozitivnímu. Při práci s délkou periody je tedy nutno mít na zřeteli, že i drobná změna časových horizontů může výrazně ovlivnit celé hodnocení projektu. Z tohoto důvodu můžeme i u velmi podobných projektů nalézt při jejich hodnocení výrazné rozdíly.

Základní a zásadní kroky pro stanovení LCC jsou při hodnocení u DB popsány v následující posloupnosti (**obr. 5**):

- definice úkolů;
- vytvoření základních elementů LCC;
- zpracování dat;
- vyhodnocení výsledků LCC;

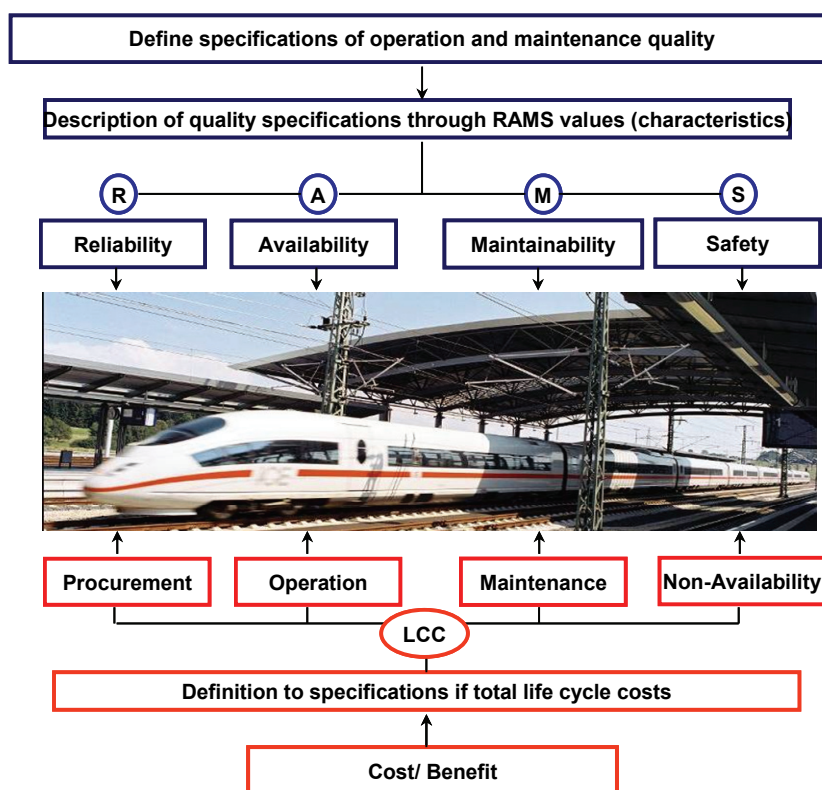
- formulace a doporučení řešení v odkazu na definici zadání;
- zajištění rozšíření získaných znalostí z realizovaného úkolu.



**Obr. 5** Základní přístup hodnocení LCC používaný u DB

### Vazba mezi LCC a RAMS

Náklady po dobu životnosti jsou jedním z nejdůležitějších kritérií při procesu přípravy a vývoje nového řešení projektu (výrobku). Techničtí pracovníci v rámci zvyklostí často navrhnou řešení založené na nízkých krátkodobých počátečních nákladech. Pro proces rozhodování je však potřeba vzít v úvahu kombinaci položek nákladů investičních, nákladů údržbových prací, nákladů po dobu neprovoznosti (z důvodu poruch vycházejících z technického řešení), nákladů vycházejících z celkových nákladů projektu (produktu). Nejsou to tedy jen technická řešení, která mají zásadní vliv na tvorbu výsledné ceny, ale často právě náklady spojené s údržbou systému.



Obr. 6 Vazba mezi LCC a RAMS

Definice RAMS:

- **Reliability - SPOLEHLIVOST:** pravděpodobnost, že systém bude vykazovat požadovanou funkčnost za daných podmínek po určený časový interval ( $t_1$ ,  $t_2$ ). (IEC 60050(191)).
- **Availability – DOSTUPNOST:** schopnost produktu vykazovat předpokládané funkce dle daných podmínek v čase nebo v časových intervalech za předpokladu, že požadované vnější zdroje jsou v pořádku.
- **Maintainability - UDRŽOVATELNOST:** pravděpodobnost, že dané kroky údržby jsou prováděny v daných časových intervalech, za daných podmínek, s využitím stanovených procedur a zdrojů. (IEC 60050(191)).
- **Safety - BEZPEČNOST:** bez vlivu neočekávaných rizik nebo škod.

Standards jsou definovány:

CENELEC EN 50126, září 1999: „Železniční aplikace – specifikace a provádění Spolehlivosti, Dostupnosti, Udržovatelnosti a Bezpečnosti (RAMS)“; CENELEC EN 50126 dated with September 1999: „Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)“ -

RAMS technologie je přijímanou metodou managementu a inženýrských skupin pro účely předpovídání funkcionality systému (produktu) během jeho celkové životnosti. Přístup RAMS udržuje náklady na provoz, údržbu a náklady spojené s odstraněním nefunkčnosti systému na předdefinované akceptovatelné úrovni vyvolávající takové přiměřené kroky a rozhodnutí včetně jejich kontroly

a implementace vycházející z počátečních rozhodnutí po dobu všech fází projektu. Charakteristiky RAMS udávají citlivé parametry systému, jako jsou schopnosti a akceptovatelnost systému, náklady pro provoz a údržbu, bezpečnost zdravotních rizik.

Sběr a analýza parametrů RAMS jsou závažnými klíčovými parametry, které jsou základem pro technickou optimalizaci, neboť filtrují přehnané nebo naopak podceněné řešení. Společně s LCCA mohou být identifikovány nejdůležitější klíčové cenové parametry a následně mohou být definovány potřebné změny a zlepšení. Navržené optimalizované technické řešení pak zpětně ovlivní LCC.

Lektoroval a přeložil: Ing. Václav Michajluk, SŽDC, Praha

## NOVÉ TRENDY V UPEVNĚNÍ KOLEJNIC

Nicole Wiethoff

Vossloh Fastening Systems GmbH, Werdohl, Německo

### 1. ÚVOD

Současné moderní železniční tratě kladou vysoké požadavky na systémy upevnění kolejnic. Mezi tyto požadavky patří zejména vysoká spolehlivost při nízkých nárocích na údržbu, vysoká držečnost a velký odpor kolejnice proti podélnému posunutí a tím vysoký stupeň bezpečnosti, snižování rázů a vibrací a jednoduchá montáž systému upevnění.

Tyto požadavky splňuje například upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu Systém 300 včetně odvozených variant, které se používá po dobu více než 20 let a v současné době leží na více než 4.000 km kolejí vysokorychlostních tratí, městských drah a tratí s vysokým provozním zatížením a samozřejmě standardní upevnění na betonových pražcích v klasické koleji se šterkovým kolejovým ložem Systém W včetně odvozených variant, které je používáno po dobu více než 45 let a leží na více než 86.000 km kolejí.

### 2. SOUČASNÉ TRENDY NA ŽELEZNIČNÍCH TRATÍCH

Provozovatelé kolejové dopravy vyžadují od železničních tratí ve stále větší míře především vyšší využitelnost, nižší nároky na údržbu, možnost zvyšování traťových (a cestovních) rychlostí, zvyšování jízdního komfortu a v neposlední řadě další snižování emisí hluku a šíření vibrací.

Konstrukce koleje včetně systému upevnění musí být schopna na tyto požadavky reagovat. V konstrukci upevnění kolejnic pro klasickou kolej ve šterkovém loži se ukazuje jako efektivní cesta **zvýšení zpružnění uložení kolejnice**. Tím lze docílit lepší ochrany součástí železničního svršku a konstrukčních vrstev železničního spodku před účinky projíždějících vozidel a naopak snížení negativních účinků na vozidla. Zpružněním se docílí snížení negativních účinků rázů a vibrací a tím se sníží síly působící na úložnou plochu pro kolejnici. Nezanedbatelný příznivý vliv má zvýšení pružnosti uložení kolejnic na rychlost vývoje skluzových vln na spodním kolejnicovém pase v kolejích s malými poloměry oblouků – tato skutečnost je již všeobecně akceptována.

Další trend je **zvyšování ekonomické efektivity** použitých systémů upevnění kolejnic, například bezpodkladnicové upevnění ve výhybkách a modifikované systémy upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu.

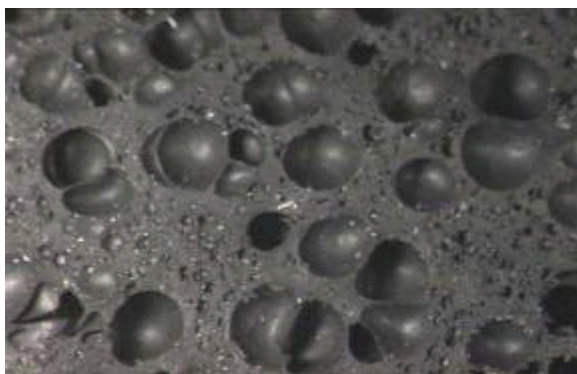
Důležitým trendem v systémech upevnění kolejnic je skutečnost, že **upevnění musí reagovat i na extrémní podmínky** a zajišťovat správnou funkci koleje v těchto nepříznivých podmínkách. Jako příklad extrémních podmínek lze uvést například koleje s vysokými hmotnostmi na nápravu, koleje s velmi nepříznivými směrovými poměry a koleje v extrémním přírodním prostředí.

### 3. ŘEŠENÍ ZVÝŠENÍ PRUŽNOSTI UZLU BEZPODKLADNICOVÉHO UPEVNĚNÍ NA BETONOVÝCH PRAŽCÍCH

V upevnění kolejnic typu Systém W (W14, W21, W30 apod.) nelze zvýšit svislou pružnost koleje pouze použitím pružnější podložky pod patu kolejnice. Problém zvýšení pružnosti uložení kolejnice je třeba řešit komplexně volbou **vhodného materiálu a vhodného konstrukčního uspořádání** jednotlivých dílů uzlu upevnění. Cílem je nejen zvýšení pružnosti uložení kolejnice, ale i omezení nepříznivého vyklápění kolejnice a docílení požadované životnosti celého uzlu upevnění.

Základním problémem při vývoji je volba vhodného materiálu a tvaru pružné podložky pod patu kolejnice. Výsledkem dlouhého vývoje a mnoha zkoušek je návrh pružné podložky pod patu kolejnice s vyztuženými okraji vyráběné z materiálu na bázi mikropórovitého EPDM.

Pružné podložky pod patu kolejnice z tohoto materiálu mají následující výhody – velmi malý poměr mezi dynamickou a statickou sečnou tuhostí („stiffening factor“), vysoký stupeň útlumu dynamického zatížení, dlouhou životnost, stálou tuhost ve velkém teplotním rozsahu a dobrou odolnost vůči ropným látkám a vodě.



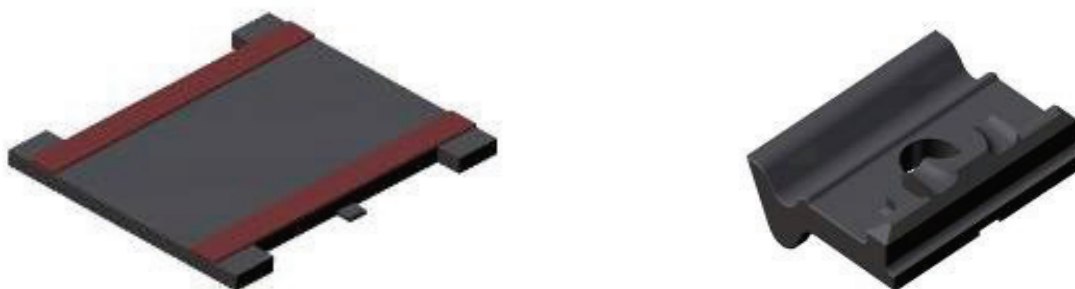
Obr. 1 Povrch pružné podložky pod patu kolejnice z mikropórovitého EPDM (zvětšeno)

Při zvyšování pružnosti uložení kolejnice v uzlu upevnění je třeba vzít v úvahu i možné negativní důsledky – především vyklápění kolejnice, vliv na životnost pružných podložek pod patu kolejnice (především opotřebení v obloucích malých poloměrů a při úzké patě kolejnice) a vliv na ohybová namáhání kolejnice.

Pro zamezení nadměrného vyklápění kolejnice a přílišného namáhání pružné podložky byly vyvinuty úhlové vodící vložky s vodící lištou na spodní ploše zasahující v montážní poloze pod patu kolejnice (princip „NT“, používaný například v upevnění W14 NT a W21 NT). Při nadměrném vyklopení či poklesu kolejnice její pata dolehne na uvedenou lištu a dále nadměrně nestlačuje pružnou podložku (samozřejmě se snižuje i opotřebení vlastní úhlové vodící vložky otěrem patou kolejnice).

Zvýšené pružnosti podložky pod patu kolejnice musí odpovídat i vysoký únavový limit pružné svěrky (schopnost pracovních ramen svěrky kmitat s velkou amplitudou bez ohrožení životnosti svěrky)





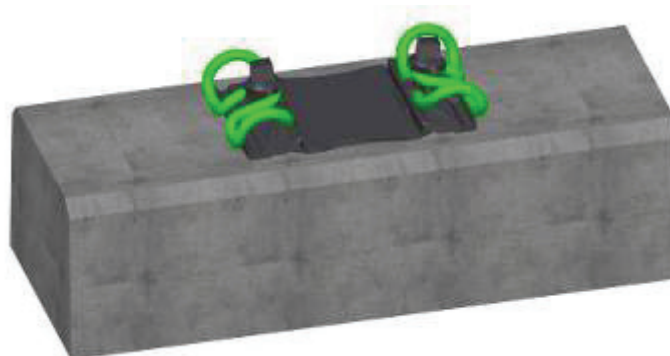
Obr. 2 Pružná podložka s vyztuženými okraji a úhlová vodicí vložka s úpravou NT

Typ upevnění Systém W	Typ svěrky	Únavový limit	Podložka pod patu kolejnice	Statická sečná tuhost
Systém W 3	Skl 1	1,4 mm	EVA	Tuhá (>500 kN/mm)
Systém W 14	Skl 14	2.0 mm	Pružná (např.WU 7)	>50 kN/mm
Systém W 30	Skl 30	2,2 mm	Pružná	>50 kN/mm
Systém W 21	Skl 21	2,5 mm	Vysoce pružná (např.Zw 1000 HS 35)	>30 kN/mm

Tab. 1 Vývoj únavového limitu a statické sečné tuhosti podložek pod patu kolejnice u různých typů upevnění Systém W

#### 4. ŘEŠENÍ ZVÝŠENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI UPEVNĚNÍ

a) **upevnění kolejnic ve výhybkách** - obecný trend v řadě zemí směřuje k používání systému upevnění kolejnic ve výhybkách založeném na stejném principu, jako je upevnění v navazujících kolejích (samozřejmě s modifikací v oblasti výměnové části výhybky). Tento trend je zřejmý například v případě, že je v běžné koleji používán systém bezpodkladnicového upevnění na betonových pražcích typu W (W14, W21, W30 atd.), zejména na standardních tratích v Evropě, ale prosazuje se dokonce i na tratích s vysokou hmotností na nápravu v zámoří. Příkladem může být upevnění kolejnic Systém W21T. Vzhledem ke tvaru výhybkových betonových pražců je základním problémem zajištění přenosu příčných sil do pražců pomocí upraveného tvaru úhlové vodicí vložky (širší úhlová vodicí vložka, opírající se o žlábek ve výhybkovém pražci).



Obr. 3 Bezpodkladnicové upevnění na výhybkovém pražci

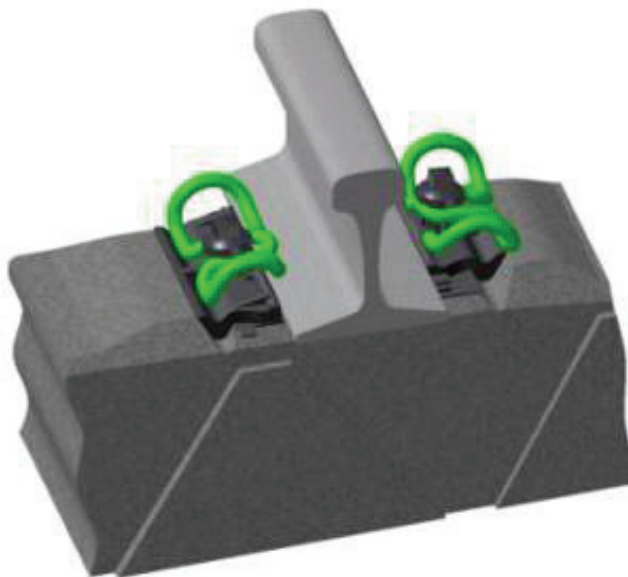
**b) upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu** – standardní typ upevnění pro pevnou jízdní dráhu se zabetonovanými pražci či prefabrikovanými deskami Systém 300 se používá v řadě zemí Evropy, Číně, Jižní Koreji, Taiwanu a dalších zemích. Na základě požadavků investorů byly vyvinuty ekonomicky efektivní varianty například Systém 304 pro „light rails“.

## 5. ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ UPEVNĚNÍ KOLEJNIC URČENÝCH DO EXTRÉMNÍCH PODMÍNEK

**a) Koleje s vysokými hmotnostmi na nápravu** – jedná se o koleje s hmotností na nápravu vyšší než 35 tun. Tyto koleje se vyskytují na tratích ve standardní železniční síti (například v USA, Austrálii), ale též na speciálních důlních tratích na celém světě (hmotnost na nápravu například až 42 tun).

Pro návrh a zkoušení systémů upevnění pro tyto extrémně vysoké hmotnosti na nápravu neexistují všeobecně platné normy. Podle platných norem (EN, AREMA a australských norem) je možné zkusit systémy upevnění do hmotnosti na nápravu 30 t (35 t).

Systémy upevnění kolejnic pro tyto podmínky musejí být navrženy tak, aby zajišťovaly vysokou svěrnou sílu pružných svěrek (masivní pružné svěrky se specifickým tvarováním pružných ramen vyráběné z výchozího materiálu většího průměru, například Skl 30). Použité materiály a součásti musí chránit úložnou plochu betonových pražců před otěrem (například antiabrazivní podložky AP), zajišťovat optimální roznos působících sil a zajišťovat celkové snížení opotřebení součástí.



**Obr. 4 Upevnění kolejnic W30 HH/W30 HH AP (USA)**

**b) Koleje s nepříznivými směrovými poměry** – jedná se o koleje s malými poloměry (například méně než 200 m) v kombinaci s vysokým provozním zatížením, případně vysokými hmotnostmi na nápravu. Extrémním případem mohou být některé tratě v USA, kde k uvedeným podmínkám ještě přistupují nepříznivé sklonové poměry, které vedou k nutnosti intenzivního používání písku pro zajištění funkčnosti

brzd u velmi dlouhých a těžkých nákladních vlaků. Na uzel upevnění jsou kladeny vysoké nároky z hlediska velkých příčných a svislých pohybů kolejnice kombinovaných s nepříznivým působením písku – výsledkem je velké opotřebení součástí upevnění.

Pro tyto extrémní podmínky byl vyvinut systém upevnění se svěrkou s vysokým únavovým limitem (únavový limit ve svislém směru  $>2,8$  mm, v příčném směru  $\pm 1,0$  mm) a vysokou svěrnou silou až do 14 kN což ve výsledku znamená vysokou odolnost celého uzlu upevnění vůči svislým a příčným pohybům kolejnice. Díky použití antiabrazivní podložky a široké úhlové vodicí vložce je výrazně omezeno opotřebení součástí upevnění a betonových pražců v kolejích s oblouky o malém poloměru. Tomu napomáhá i úprava úhlové vodicí vložky a podložky pod patu kolejnice zabraňující nadměrnému vyklápění kolejnice vlivem velkých příčných sil.



**Obr. 5** Systém upevnění s masivní pružnou svěrkou, speciální rozšířenou úhlovou vodicí vložkou a antiabrazivní podložkou na pražci

**c) Koleje v extrémním prostředí** – jedná se o koleje na tratích v mimořádně nepříznivých přírodních podmínkách. Příkladem mohou být tratě v pouštních oblastech, kde navíc ke standardnímu zatížení koleje projíždějícími vozidly přistupuje nepříznivé působení jemného písku. Těmto podmínkám je třeba přizpůsobit jednotlivé součásti uzlu upevnění a pro zkoušení uzlů upevnění zpracovat metodiku a vyvinout zkušební zařízení.

Například zkoušku opakovaným zatěžováním podle EN 13481-2 je třeba modifikovat tak, že uzel upevnění podrobovaný dynamické zkoušce je při zkoušce pokryt pískem a zároveň zahříván na teplotu  $+50^{\circ}\text{C}$ . Součástí řady zkoušek jsou i zkoušky montáže součástí znečištěných pískem (například zkouška zatáčení vrtulí do hmoždinek apod.) včetně zkoušky montáže ve větrném tunelu.

Původní obavy o možnosti použití systémů upevnění se systémem vrtule/hmoždinka v těchto extrémních podmínkách (například v Saudské Arábii) se podařilo těmito zkouškami zcela vyvrátit.



**Obr. 6 Zkouška montáže uzlu upevnění znečištěného pískem**

Lektoroval: Ing. Jan Čihák, SZDC, Praha

LITERATURA:

- [1] Firemní materiály Vossloh Fastening Systems GmbH
- [2] Zprávy z laboratorních zkoušek VFS, TU Mnichov

## **HISTORIE OUTSOURCINGU ÚDRŽBY ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ**

### **V HOLANDSKU**

**Jan Swier**  
**ProRail Asset Management, Holansko,**

**Ing. Radek Trejtnar**  
**SŽDC, Ředitelství, Odbor trat'ového hospodářství, Praha**

Tento článek pojednává o zavádění outsourcingu údržby železničních drah v Holandsku. Holandský správce železniční infrastruktury zavedl outsourcing veškeré údržby tratí v roce 1998. I z příkladu zavádění outsourcingu ve Velké Británii vyplývá, že se jedná o do jisté míry rizikový proces, nicméně s různými formami outsourcingu například obnov železničních tratí se lze běžně setkat i u jiných železničních správ.

Článek se věnuje chronologii zavádění outsourcingu, změnám v organizaci holandského manažera infrastruktury, vývoji nástrojů řízení a pojmenování slabých a silných stránek jednotlivých fází vývoje.

Již ke konci 80 let minulého století začalo být v Holandsku zřejmé, že národní unitární železnice NS (Nederlandse Spoorwegen) pod vlivy liberalizace evropského železničního trhu a potřeby zvýšení výkonnosti a efektivity systému holandských železnic dospěla do stádia nutné restrukturalizace. K zásadnímu rozdělení NS na dopravce a správce infrastruktury došlo v roce 1996. První roky existence byly pro samostatného správce infrastruktury dosti problematické vlivem ne zcela optimální finanční nezávislosti. K tomu bylo rozhodnuto, že počínaje rokem 1998 dojde k zadání veškeré údržby železničních tratí zhotovitelům mimo vlastního správce infrastruktury. Tito zhotovitelé byli zpočátku formováni přesunem 2800 zaměstnanců NS, proto se v této době nejednalo o získání zakázky na údržbu tratí klasickým otevřeným výběrovým řízením.

Všechny zúčastněné společnosti, jak zadavatel, tak zhotovitelé, evidentně nebyly na svoji úlohu připraveny. Zcela se změnila požadavky na znalosti a schopnosti zaměstnanců. Došlo k velké změně orientace části zaměstnanců z technického zaměření na zaměření obchodní. Na začátku procesu nebyly vyvinuty nebo nebyly funkční nástroje řízení ani kontrolní mechanismy. Nebyly řešeny nebo byly řešeny nedostatečně problematiky cyklu životnosti, řízení údržby tratí, v počátku chyběl i základní kontrakt na údržbu tratí. V zásadě díky osobnímu nasazení zaměstnanců zhotovitelů a zadavatele a díky jejich neformálním kontaktům se systém údržby nezhroutil tak, jak se to stalo ve Velké Británii. Chybou původního konceptu outsourcingu údržby byla jeho nepřipravenost a naivita v podobě důvěry v prostou sílu trhu. Nedostatečná pozornost byla věnována vytvoření silné pozice zadavatele, vytvoření kontrolních mechanismů a nástrojů řízení údržby.

Je zřejmé, že železniční systém je pod tlakem vytvoření efektivního systému údržby, přičemž jsou na něj kladeny vysoké požadavky z hlediska zachování bezpečnosti a spolehlivosti systému, podobně jako v případě leteckého průmyslu, obrany a ropného průmyslu.

Železnice je obecně vysoce konzervativní prostředí založené a fungující po 150 let na stejných principech a požadavcích na technicky zdatné zaměstnance zajišťující chod železničního systému v téměř vojenském standardu. Technický standard kombinace systémů údržby železničních tratí včetně systémů zabezpečovacího zařízení a trakčního vedení klade vysoké nároky na kvalifikaci zhotovitele, proto komplexní outsourcing údržby tratí nebývá obvyklý a je vysoce rizikový. Komplikujícím faktorem je rovněž obtížná měřitelnost výstupů na straně zhotovitele údržby, které jsou definovány v podobě RAMSHE (reliability, availability, maintainability, safety, health and environment). Dalším komplikujícím faktorem je, že průměrný životní cyklus součástí tratí je více než 50 let, kdežto kontrakty na údržbu jsou zadávány na 5 let. Je těžké definovat vztah nedostatečné údržby vůči zkrácení životního cyklu součástí železničních tratí. Nad to řízení údržby na úrovni správcovství jednotlivých úseků je činnost, která je velmi závislá na lidském potenciálu a dobrém úsudku.

Z výše uvedeného vyplývá, že jak zadavatel, tak zhotovitel musí být v pozici, kdy je schopen:

- specifikovat, měřit a vyhodnocovat výkonnost;
- analyzovat a řídit rizika v procesu údržby;
- identifikovat odchylnosti od zásad údržby a převádět je do co nejvíce efektivních a účinných činností;
- vykonávat údržbu ve vhodném čase;
- zajistit dobře vyškolené, zkušené a dobře uvažující zaměstnance;
- mít povědomí o dlouhodobých vlivech údržby na životnost jednotlivých součástí a na poměr náklady/výkonnost systému.

Obvykle zadavatelské a zhotovitelské organizace automaticky těmito kompetencemi nedisponují.

Stejně tak v roce 1998 nebyly v Holandsku vytvořeny podmínky pro zadávání údržby tratí a správce infrastruktury (NS Railinfrabeheer) a tři vytvořené zhotovitelské organizace nebyly žádným způsobem připraveny pro outsourcing.

Prvním kontraktem zadání údržby tratí v Holandsku byl tzv. OPC (1998). Charakteristikami tohoto zadání bylo rozdělení na 39 geograficky rozdělených kontraktů, pětiletý hlavní kontrakt s ročními dohodami o změnách, úplný rozsah pro drobnou údržbu kolejí, inženýrských objektů, sdělovacího zařízení, zabezpečovacího zařízení, trakčního vedení a přejezdů, požadavky na výstupy formou RAMSHE, specifikace prováděných činností, bezpečnostní analýza a předepsané kontroly.

V roce 2001 byl vyhodnocen první OPC. Ačkoliv bylo zadání údržby celkově uspokojivé, byly definovány hlavní nedostatky:

- systém vlivu tržních sil (což byla hlavní část kontraktu) nebyl vyčíslen;
- nejasný vztah mezi náklady a RAMS výkonností;
- nedostatečné specifikace činností a nástrojů pro řízení pomocí výstupů;
- necentralizované a nekonzistentní hodnocení jednotlivých kontraktů;



- nevhodný obchodní vztah zhotovitele a zadavatele, kdy se zhotovitel příliš soustředil na vlastní zisk, zatímco IM Railinfraabeheer produkoval neadekvátně mnoho specifikací výstupů.

V navazujícím období od roku 2002 byl zaveden další kontrakt na údržbu tratí OPC+. Tento kontrakt měl být oproti svému předchozímu více zaměřen na vyjasnění a zlepšení vztahů mezi zadavatelem a zhotoviteli a dále měla být hlouběji řešena problematika vztahu nákladů na údržbu a výslednou výkonností železničního systému (tj. poměr cena/výkon).

Přestože by se zdálo, že obecně proces outsourcingu nenapomáhá rozvoji vztahů mezi zadavatelem a zhotoviteli, ukazuje se, že jejich prohlubování je pro vhodnou míru údržby klíčové. Komunikace a předávání výstupů údržby napomáhá v rozhodování zadavatele a dále to zadavateli umožňuje tvorbu koncepce údržby tak, aby byla na základě analýzy rizik zajištěna maximální prevence selhání. Sdílení zkušeností, znalostí a informací vytváří klima stálého zlepšování.

Na základě výše uvedeného byly do OPC+ implementovány nové prvky jako dohoda o vzájemné spolupráci, analýza rizik a návazná koncepce údržby, plán údržby odvozený z koncepce údržby se standardizovanými jednotkovými cenami prací, zlepšení řízení pomocí pravidelných hlášení (denních, týdenních a měsíčních).

Ukázalo se, že výše uvedené prvky dokázaly zajistit vyšší výkonnost systému údržby, hlubší porozumění vztahu mezi plánem údržby a odhadem skutečných nákladů na údržbu a v neposlední řadě lepší náhled na vznik možných rizik selhání systému. Bohužel se zde vyskytly i určité nedostatky formou zvýšení nákladů na údržbu (částečně z důvodu outsourcingu), vysoké administrativní zátěže, která se soustředila více na zadávací podmínky než na skutečné provedení údržby, rozptýlenosti konceptu údržby v rámci čtyř regionů a 11 dodavatelů a také nižší vliv zadavatele v otázkách drobné údržby.

Tedy ačkoliv výkonnost údržby byla lepší než v období před outsourcingem, výrazně vzrostly náklady. V roce 2005 začalo být zřejmé, že je třeba se více soustředit na dosažení nižších nákladů na údržbu, než pouze na vylepšení modelu údržby nebo lepších vztahů mezi zadavatelem a zhotovitelem. Manažeři pro údržbu tratí byly tedy postaveni před úkol kontroly skutečného provedení údržby se zaměřením se na zlepšující se poměr cena/výkon. Jednou z navržených cest k dosažení těchto cílů bylo skutečné soutěžení údržby železničních tratí, na rozdíl od předchozího období, kdy byla zadána údržba třem organizacím, kam byli převedeni původní zaměstnanci NS. Zdálo se, že po osmi letech vývoje vztahů mezi zadavatelem a zhotovitelem je na toto veřejné soutěžení trh s údržbou železničních tratí v Holandsku připraven.

### **Systém řízení údržby tratí zadavatelem pomocí hodnocení vstupů a výstupů**

Pro zadavatele údržby jsou klíčové nástroje pro řízení této údržby v průběhu realizovaných kontraktů. Řízení pouze pomocí vstupů (tj. přímé řízení činností zhotovitele) by převedlo pozici zadavatele do pozice personální agentury a půjčovny strojů. Řízení pouze pomocí výstupů (tj. podle výsledků činnosti a výkonnosti systému) by znamenalo, že zadavatel pouze posuzuje výslednou kvalitu služeb a výkonnost systému bez vazby na hodnocení skutečných nákladů údržby nebo vlivu údržby na životní cyklus součástí železničních tratí. Jako nejefektivnější se ukázalo



řízení procesu údržby kombinací řízení pomocí vstupů a výstupů. Pro zvládnutí tohoto způsobu řízení byly vytvořeny detailní modely aplikace do celého řetězce zadávání, provádění a kontroly údržby. Hierarchicky nejvýše bylo postaveno řízení pomocí výstupů, již zmíněný RAMSHE model. Na nejnižší hierarchickou mez bylo postaveno řízení vstupů, tedy činnosti zhotovitele.

Pro vysvětlení systému aplikace požadavků na výstupy v různých úrovních kontroly je uveden následující příklad. Jednou z částí nejvyšší úrovně výstupu je specifikace bezpečnosti provozu (S – safety - z RAMSHE), které je spojeno s hodnocením množství vzniklých mimořádných událostí. Činnost systému by však měla být taková, aby se toto množství mimořádných událostí blížilo nule. Proto se zavádí systém kontrol zajišťujících splnění požadavků na bezpečnost provozu na nižších úrovních, např. stanovení minimálních požadavků na údržbu jednotlivých prvků (kvalita GPK, vady součástí železničního svršku atd.).

V kontraktu údržby zadaném veřejným soutěžením v roce 2007 se dále velmi dbalo na systematizaci dokladování výstupů systému údržby. Z důvodu aplikace systému řízení údržby na všech manažerských úrovních bylo nutné zavést centrální evidenční databázový systém. Zaznamenávání výsledků činností, kontrol a dokladování kvality formou papírových dokladů nebylo nadále přijatelné. Tento systém evidence stavu sítě tratí dále také umožňuje zadavateli hodnocení vlivů údržby na délku životního cyklu jednotlivých součástí železničních tratí. Jelikož kontrakty na údržbu železničních tratí trvají výrazně kratší dobu (cca 5 let) než je životnost součástí železničních tratí (cca 50 let), je tato oblast řízení údržby pro zadavatele klíčová.

Pokud bychom chtěli celkově zhodnotit současnou situaci, tak je zřejmé, že odvětví údržby železničních tratí v Holandsku prošlo zcela zásadní změnou. Historicky daná rovnováha mezi unitární železnicí a ostatními subjekty stavebního trhu se zcela změnila. Na každé úrovni se zcela změnila podmínky pro práci jednotlivých zaměstnanců (systém FTRA functions, tasks, responsibilities, authorities). Lze říci, že před rokem 1996, za dob unitární železnice, bylo řízení správy a údržby železničních tratí čistě pole techniků. Nyní však na základě nutnosti nastavení obchodních vztahů nejen mezi manažerem infrastruktury a dopravci, ale také mezi manažerem infrastruktury a obchodními subjekty zapojenými do outsourcingu údržby, je nutná dobrá spolupráce techniků a ekonomů. Základem této dobré spolupráce je vhodné nastavení specifikací na jednotlivé systémy na všech úrovních řízení a také nastavení systému shromažďování, předávání a vyhodnocování informací. Vlivem dlouhodobého vývoje oblasti zadávání 100% údržby železničních tratí v Holandsku, osobního nasazení a zodpovědnosti lidského potenciálu společností se situace stabilizovala. Nyní se vlivem veřejného soutěžení údržby začíná projevovat důležitý pozitivní efekt, a to zlepšování poměru nákladů na údržbu a celkové výkonnosti systému. Současně dochází k posilování způsobu řízení údržby na základě hodnocení délky životního cyklu jednotlivých součástí železničních tratí.

## **THE HISTORY OF OUTSOURCING RAIL INFRASTRUCTURE MAINTENANCE IN THE NETHERLANDS**

**Jan Swier**  
**ProRail InfraManagement**

The Dutch rail infrastructure provider has outsourced all minor maintenance on the national network since 1998. Not only is this an unusual situation in the world of rail, it is also risky, as British experience with maintenance outsourcing has demonstrated. However, spinning off parts of a provider's operations, leaving the remaining units to concentrate on core activities, appears to be becoming more common. This trend is highlighting the management-intensive nature of maintenance, and the directness of its influence on operational performance. Maintenance outsourcing is therefore attracting considerable attention.

This article gives a chronological account of the history of maintenance outsourcing. The subjects discussed include the contract, the contracting process and the style of management. The article concludes with an assessment of the current situation. The objective is to establish and transfer knowledge and experience, not only to other organizations about to embark on outsourcing, but also to rail sector managers and staff who are interested in strengthening the control and management of maintenance.

This article gives as complete a picture as possible of what has happened, why, and how. Besides describing the development process, this article also discusses details of the contract structure, the specification tree, cost and performance trends and the demand specification created for the first performance contract to be put out to tender. This is a considerable amount of information, of a very diverse nature. It is a goldmine for interested parties.

### **The beginning of the beginning**

It became clear in the late 1980s that the Dutch national rail operator, NV Nederlandse Spoorwegen, or NS, was ripe for restructuring. There were three reasons for doing so: (1) the growth in traffic and the resulting expansion of the rail network, (2) the liberalization of the European rail transport market, and (3) a need to increase efficiency and effectiveness.

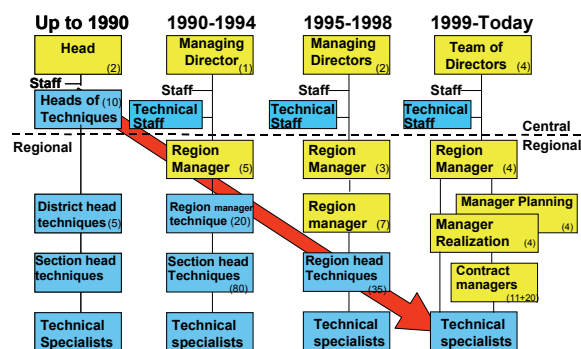
The first step, in 1990, was to spin off the engineering consultancy activities and to merge all upkeep activities into a separate infrastructure organization. Four years later, the internal engineering consultancy NS Ingenieursbureau marked its new independence by changing its name to Holland Railconsult BV (now Movares). Some experts from the old organization transferred to the company Articon BV, which is now part of Arcadis BV. Also in 1994, the upkeep organization was divided up into a management organization, NS Railinfrabeheer, with 700 staff, and an operational unit, NS Infra Services, with 2800 staff. As if that wasn't enough, 1994 also saw the launch of the “Tracks to '96” operation. This culminated in 1996 in the administrative separation of the transport and rail infrastructure activities. The final financial and

organizational separation of the two organizations had to await a new Railways Act in 2003.

Between 1996 and 2003, the infrastructure organization was actually left in a state of limbo. It was still part of NS, but it knew for certain that independence was coming. The timing was hardly opportune, but the far-reaching decision to outsource all maintenance was taken in this period. NS Infra Services and three existing rail contractors merged and regrouped. Towards the end of 1997, some 2800 NS employees were distributed between three newly formed and equivalent rail maintenance companies. All three were capable of undertaking the complete package of maintenance and upgrade work. Strukton's market share was 50%, that of Volker Stevin 30%, and of NBM Rail 20%. From 1998 on, all rail infrastructure upgrade and major maintenance projects and all process-oriented minor maintenance activities in the Netherlands have been outsourced. The consequences for the organizations involved and their employees have been enormous.

### Major consequences

Maintenance outsourcing changed everyone's position and job description. Possibly the greatest change was for Railinfrabeheer staff, who slowly but surely saw all operational activities transferred, first to the NS Ingenieursbureau, and later to NS Infra Services. The remaining management task had never been explicitly identified and organized, which manifested itself mainly in the changing requirements set on the knowledge, skill and orientation of a great many staff. The task orientation shifted from almost completely technical to commercial with support from technical specialists. The figure below illustrates how jobs in the organization have changed “colour” in an eight-year period, from “blue” (technical) to more “yellow” (process-oriented).



**Figure 1 Shift from a technical to a more commercial orientation**

Not surprisingly, the people doing the jobs did not change “colour” so fast. The management and client task had to be built from scratch. Although NS Railinfrabeheer was the client for maintenance and upgrade work, the necessary core skills, instruments and information were few and far between. An entirely new identity and culture had to be created, new tasks and processes defined, and missing control instruments and procedures developed. An impression of Railinfrabeheer's status in early 1998 can be gleaned from the following list of missing items: no explicit upkeep policy, no production plan, no planning organization, no experienced maintenance contract managers, no one had heard of life cycle management and

maintenance engineering, and, despite all maintenance being outsourced, there was no maintenance contract. Furthermore, the new maintenance companies had hardly had time to adopt a more commercial management style.

It looks with hindsight as if the government and NS had left rail infrastructure management and maintenance more or less to fend for themselves. They did not use their influence and power to establish effective rail infrastructure management. NS Railinfrabeheer and the maintenance contractors alike were thrown in at the deep end, with no opportunity to prepare.

In all probability, it is thanks to the many (ex) NS staff with their informal contacts and legendary dedication that a complete loss of control (as happened in Great Britain) was avoided. They filled the gap created when informal contacts made way for formal contracts, but before management had the instruments to control them.

Maintenance outsourcing was therefore certainly *not* a prime example of a well thought out and properly prepared tendering policy. With hindsight, there is evidence of a degree of naivety and innocence. There are several possible reasons for this state of affairs. The first is that outsourcing was fashionable in the 1990s. Then, all NS management attention was occupied with the separation of transport and infrastructure. And there was widespread confidence in the power of the “market”, if only Railinfrabeheer would start managing “remotely” and “by output”. Perhaps the aspect that best illustrates the attitude at the time is the wish to start to manage remotely and by output. No one was able to say how that was supposed to happen, and insufficient attention was given to creating a strong starting position for the client. There appeared to be little awareness of the burden on both the client and the contractors in controlling processes and deploying advanced management instruments to make maintenance outsourcing work.

### **Maintenance outsourcing is unusual and tricky**

It was not so very long ago that maintenance was a craft, and hardly a management-intensive occupation. That view has changed drastically in the past twenty-five years. A sign of the difference is that maintenance is now taught as a main subject at the Delft and Eindhoven technical universities. The demand for these courses comes mainly from the aircraft, defence and oil industries, in response to the extreme requirements on the availability, reliability and safety of their means of production. These industries are encountering considerable pressure to render the impact of maintenance predictable, more efficient and more effective. It quickly came to be recognized that good maintenance has a significant impact on operating results (costs and performance) and that it can be managed if the right techniques are used.

Railways have been around for more than one hundred and fifty years, and so are comparatively traditional in nature. However, similarly high demands on quality and safety apply to railways too, and they are satisfied by robust technology, failsafe interlocks, technically strong and well trained staff, and a maintenance organization with a discipline almost up to military standards. Nearly all railway companies in the world still do their own maintenance. One good reason is that the combination of unique superstructure and interlock techniques, civil engineering, power engineering and electronics keeps the admission threshold for market parties challengingly high. To be in a position to outsource, therefore, a railway company is itself obliged to give

market parties a leg up, and the high admission threshold could contribute to the creation of a niche market.

Something else that makes maintenance outsourcing tricky is that the result to be achieved is difficult to specify and measure. The output is not a tangible product, such as a new set of points or a nicely painted bridge, but a performance in terms reliability, availability, maintainability, safety, health and the environment (or RAMSHE). The output is not something you can hold in your hand, but something you perceive. A complicating factor is that the average lifetime of rail infrastructure objects is more than fifty years, while a maintenance contract runs for a mere five. Too little or poorly executed maintenance is difficult to detect, and usually manifests itself later in the form of a shorter lifetime or higher maintenance or overhaul costs. Another factor is that 60%-70% of maintenance costs are personnel costs. It therefore really is a people business. The craftsmanship, experience and dedication of employees are crucial determinants of the short and long term impact of maintenance. The work they do is neither spectacular nor glamorous, but the impact is considerable: “If you think maintenance is expensive, try an accident”.

To be in a position to outsource maintenance in a controlled, efficient and effective way, alongside an experienced and competitive market there also has to be sufficient knowledge and experience. The client and contractor must also be in a position to:

- specify, measure and assess performance;
- analyse and manage risks in maintenance activities;
- identify deviations from specifications and translate them into the most efficient and effective maintenance actions;
- perform maintenance in good time;
- arrange for well trained, experienced and dedicated personnel to be available;
- be aware of the long term impacts of maintenance on operating life, costs and performance.

A management and maintenance organization does not automatically possess these competencies.

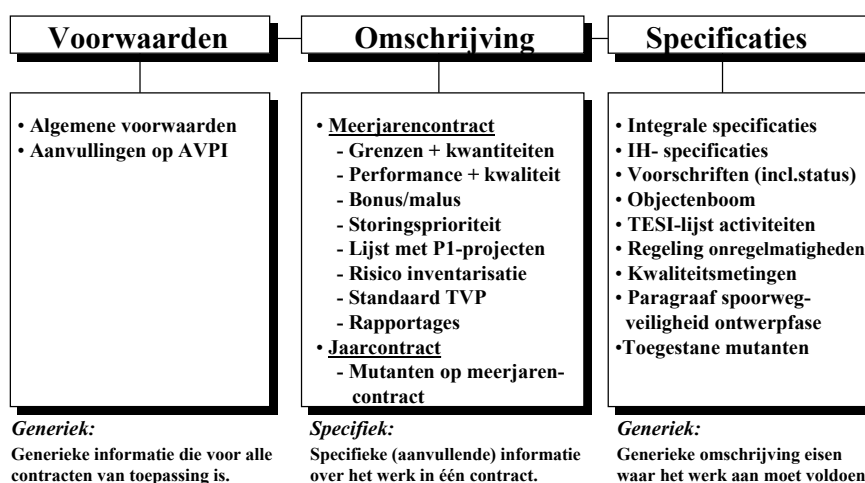
There was no maintenance market in the Netherlands or elsewhere in Europe in 1998. NS Railinfrabeheer and the three process contractors were by no means ready for outsourcing at that time, and even less ready for the public tendering of a performance contract. However, from 1998 on, both parties have grown into their new roles and have worked energetically on developing missing management skills and instruments, and on setting up and managing predominantly new processes. This development is outlined in this article with reference to the evolution of the minor maintenance contract, more commonly known as the output process contract, or OPC.

### **The first maintenance contract: OPC (1998)**

The first OPC was drawn up in 1998 and introduced in stages. The starting point for the contract was a specified process consisting of eight steps:

1. data gathering for tendering;
2. risk assessments;
3. risk balancing;
4. quality planning;
5. selection and contract award;
6. drawing up and accepting various plans;
7. reporting;
8. handling nonconformities.

The actual contract has three components: the conditions, the terms of reference and the specifications.



**Figure 2 OPC structure (1998)**

The criteria established for the OPC were consistency, lack of ambiguity, a well thought-out contracting process and professional instruments. The salient features are:

- thirty-nine geographically distributed contracts;
- a five-year master contract with annual agreements on variations;
- a separate approval scheme for maintenance, including breakdown recovery;
- a comprehensive contract for minor maintenance to the track, engineering structures, telecommunication facilities, interlocks, energy supply and crossings;
- consistency in the contracts; the OPC model is the standard;
- contracting guidelines, which expand upon the eight process steps;
- a generic risk analysis as a basis for distributing specific risks;
- an open budget to justify the proposal, in accordance with standard estimating model M31;
- specifications on four interrelated levels: RAMSHE, composite quality indicators, upkeep specifications, and activity specifications (activity specifications are used in cases where upkeep specifications are impractical);



- safety risk surveys; S&H plan, including rail safety;
- prescribed inspections, linked to the upkeep specifications;
- After the contract was fully developed in 1998, all staff involved at the three process contractors and Railinfrabeheer were given extensive training on the structure and working method. A Railinfrabeheer multidisciplinary project team then introduced the thirty-nine OPC contracts in batches over a five-year period.

An OPC evaluation in 2001 concluded that, although satisfactory, the contract had several shortcomings, which may be summarized as follows:

- the operation of market forces, which was a mainstay of the contract, had not materialized;
- there was no clear understanding of the relationship between money and RAMS performance;
- there were insufficient operational specifications and instruments for management by output;
- the contracts for each track section manager were interpreted and structured inconsistently through a lack of central coordination;
- there was insufficient partnership in the chain, with process contractors too focused on their own profits, while Railinfrabeheer produced inadequate output specifications.
- The evaluation concluded specifically that the contract was a sound basis, but that partnership needed to improve, and a clear understanding was needed of the costs, the performance, and how they interrelate. This was the background to the OPC+ project, which was an extension of OPC 1998. The objective of the OPC+ project was to start to manage more intelligently and effectively, and to clarify the relationship between costs and quality through collaboration on proper performance throughout the infrastructure chain.

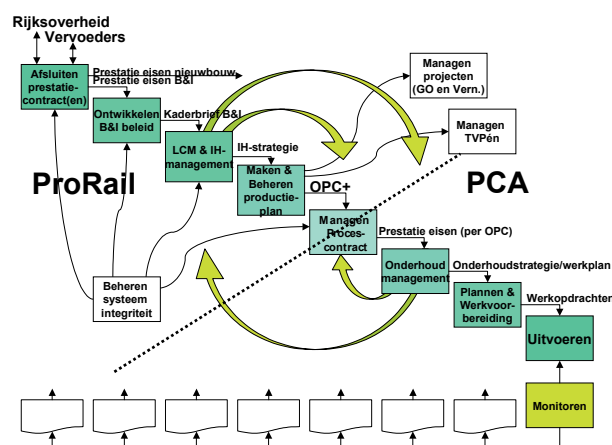
### **Improved maintenance contract: OPC+ (2002)**

Partnership and insight into implementation would appear to be in conflict with outsourcing and a businesslike relationship. The solution that was identified borrowed from professional management and maintenance techniques in the aviation, oil and gas industries, which also form the basis for the European quality standard EN 50126. The process embodied in the standard opens the path towards cohesive RAMS management for railway authorities and suppliers throughout the European Union. Processes for specifying and measuring the RAMS requirements are the cornerstone of this standard, alongside the associated upkeep management techniques. The process of preventing breakdowns starts with a systematic risk analysis to identify potential breakdowns, the associated cause, and the impact on performance and costs. If the analysis reveals that the risks of a breakdown are too high, this would prompt an examination of possible ways to prevent it. This might involve more intense or a different kind of inspection, accelerated component replacement, more frequent lubrication, complete overhaul, and so on. The output is recorded in the upkeep concept, which therefore specifies why and how maintenance, overhaul and inspections are used in controlling risks. Ultimately, three



birds are killed with one stone: (1) a clear picture of the relationship between performance risks and maintenance activities; (2) a proper understanding of the costs involved; and (3) structured records, allowing various parties to communicate their experience. The sharing of experience, knowledge and information creates a climate of continuous improvement.

The sector process model was developed to help achieve a clear division of tasks and roles (an important aspect of OPC+). The course of the proceedings is then visible, from the conclusion of contracts with central government and transport operators, through the process contract with the process contractor, to the work carried out by the maintenance engineer.



**Figure 3 The sector process model**

ProRail and the process contractors were supposed to start to work together as if a single process was involved. Risk management was therefore added alongside the contract management process; better known as the upkeep management / maintenance management process. The OPC contract remained intact, but six new elements were added:

1. a partnership agreement;
2. risk analyses and upkeep concepts as information and as instruments for the upkeep management / maintenance management process;
3. a maintenance plan derived from the upkeep concept, with a standardized estimate (i.e. M31), based on standardized units with unit prices;
4. a new management principle: management by performance and settlement based on units;
5. an improved management process based on RAMS QPIs and standard daily, weekly and monthly reports;
6. an upkeep management process for continuous improvement upkeep management / maintenance management process).

The OPC+ project organization was disbanded in 2005 and the results weighed up. The benefits were a substantially improved performance, a far deeper understanding of the maintenance plan and the estimated and actual maintenance costs, insight into the relationship between risks and controls, and better management reports. Unfortunately, there were also some drawbacks: rising

maintenance costs (partly because of outsourcing, see Appendix), a heavy administrative burden requiring much attention to be given to input settlement, no insight into actual maintenance costs, a mixture of input and output specifications, a diffuse management focus with a strong process bias, and fragmented contract management across four regions and eleven contract managers. Furthermore, the transfer of tasks and employees from ProRail to the process contractors was controversial, and many questioned its merit and necessity.

Widely differing views existed on the results achieved by OPC+. Relations between ProRail and the process contractors improved, as did the insights into the maintenance plan, but insufficient attention was paid to improving the price-performance ratio and the actual implementation. Although performance was better than before maintenance was outsourced, costs had also risen substantially. The Appendix addresses the price and performance trends, and their influence on outsourcing.

It became clear in 2005 that achieving lower maintenance costs called for more than merely tweaking the contract model or better partnership. Contract management would also have to be strengthened, and a clearer insight was needed into the implementation, with a focus on improving the price-performance ratio. A way had to be found to meet the target for the first public maintenance contract tenders in 2006. The plan was to fully utilize the potential of public tendering and a performance contract. A necessary initial step was to strengthen the ProRail organization. To clarify this aspect, there follows an explanation of the organization's development and of the future form of the performance contract.

## Development of the organization

The actual inception of ProRail InfraManagement coincided with the transfer of 2800 NS employees to the maintenance contractors at the end of 1997. From then on, all maintenance activities and related RAMSHE performance and costs would have to be driven by contracts supervised by contract managers. This was a unique situation with an enormous risk of failure<sup>1</sup>. It can be seen with hindsight that the chosen organization structure was inadequate for the enormous organizational and cultural changes about to confront the former Railinfrabeheer. The structure opted for in the 1996-1997 period was a staff-line organization with four autonomous regions. Control was asserted through the line, with staff support for line management. The director of Railinfrabeheer managed four regional directors with responsibilities for management and upkeep in their respective regions. To support them they had a legal affairs manager, a techno-economic manager for planning, and a maintenance and upgrade manager for contract management. The maintenance and renewal manager supervised the project leaders for major maintenance and upgrade projects, and the track section managers for minor maintenance contracts.

In the first year after 1998 the training and development of the track section managers was still supported by a central project team. This arrangement came to an end in 1999, after which the eleven track section managers were on their own. Although the AKI Department<sup>2</sup> nominally had a contract model manager, he was located in a central staff department and had no responsibility whatsoever for the

<sup>1</sup> The demise of Railtrack in Great Britain is a prime example of what can happen.

<sup>2</sup> Which was responsible for tendering, cost management and purchasing.

results or the working methods of the track section managers. The consequence was a gradual but sustained fragmentation of the control of minor maintenance costs and performance. A complicating factor was that the policy and specifications produced by product management were a less than perfect match for the contract model and the contract strategy. They were certainly prolific, but little that emerged was in a form that a track section manager would find useful in his OPC contract. What made matters worse was that what emerged never anticipated events.

Yet another project leader was appointed in 2001 when the OPC+ project was set up to tighten control of minor maintenance. The project leader made various drastic changes, but even he was not responsible for the operational results. The project leader therefore focused on the change process and paid scant attention to the technical content and results. After all, that was what the “line” was for. In view of the complexity and impact of the changes, the project could have paid more attention to their substantial price and performance consequences. OPC+ therefore had several drawbacks, as mentioned above in this article.

From the disappointment with OPC+ came an awareness that the ProRail organization needed more clout in minor maintenance contract management. The pieces of the jigsaw fell into place in 2005 with the formation and development of the new business units within the new ProRail structure. InfraManagement (IM) produced an outlook document outlining the ambitions for and approach to the changes. It led, among other things, to the Structure, Formation and Development plan. The change to the IM organization was defined in terms of eight clusters comprising interrelated activities and processes. Operational Management (i.e. minor maintenance contract management) was one of the four core processes. The other three were Product Management, Planning, and Information Management. A manager was appointed for each of the core processes. The result was a matrix organization in which the process managers and the regional managers worked on achieving the IM business plan. The figure below shows the matrix organization structure.

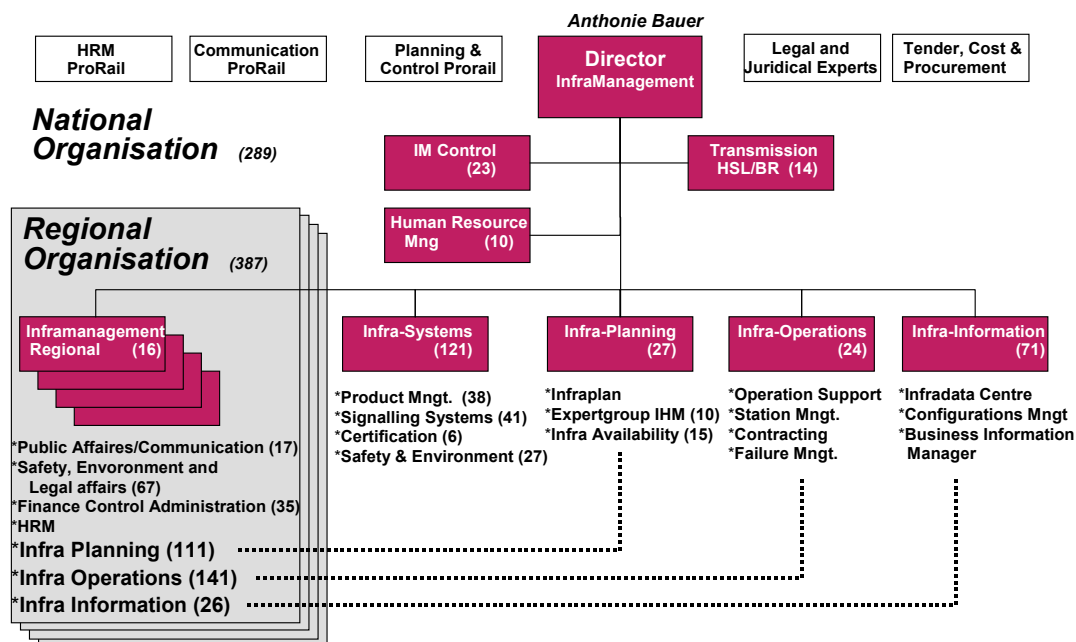


Figure 4 InfraManagement matrix organization since 2006

A matrix organization involves dual leadership. This means that the product is managed from two directions, in which local knowledge and authority combine with national optimization and coordination. The Regional Director is responsible for the day-to-day minor maintenance output, and the Maintenance Manager reports to him in the hierarchy. The Infrastructure Operations Manager is concerned more with how the minor maintenance output is achieved, so the Maintenance Manager reports to him for functional purposes.

This organizational change means that the Maintenance Manager now has two managers, which might create confusion, although so far that has not happened. On the contrary, the presence of the Infrastructure Operations Manager has enhanced the focus, resolve and result orientation. More attention is now given to the substance of the maintenance process, suggesting that a proper balance is being struck between hierarchical and functional control. The arrival of the Operations Manager is likewise expected to improve the position and control of the track section managers. This is vital, because as a group they have been in a fairly isolated position since 1998, also with little contact with each other, even though they are the actual operational (contract) managers who deliver the RAMS product on ProRail's behalf. It is they who make what other people agree and plan.

The purpose of changing the organization was to make it work as a single process, or a single chain. The incorporation of the strategic principles has facilitated and created a framework for Infrastructure Planning, the information systems and Infrastructure Operations. The process involved is sequential, with feedback on imperfections followed by any necessary amendments to policy, plans and execution. Everything has to be oriented to achieving the objectives and plans through contracts and contract managers. It is not a question of every man for himself, but everyone contributes to someone else in the chain.

The changes in the minor maintenance process were substantial in terms of both quantity and complexity, but also enjoy widespread support in the IM organization. It was a logical step that was appropriate to the position of and challenges facing ProRail. The timing of the organizational change was therefore just right for minor maintenance contract management, which was facing the challenge of the first public minor maintenance contract tender. Control will therefore shift from activities (input) to performance (output). This is possibly a unique development in global rail circles. A challenge indeed. Thanks to eight years of minor maintenance outsourcing experience, ProRail and the market would now seem to be ripe for each other. The question is whether they really are.

### **Managing by input or output**

There was talk as early as 1998 of Railinfrabeheer needing to manage by output and remotely. Now, eight years on, we can conclude that neither the client nor the contractor were then ready for this step: there was no contract, the process contractors still had no work order system, the maintenance plans that existed were rudimentary at best, and there was hardly any understanding of the relationship between performance, costs and minor maintenance activities.

Managing by input (i.e. on effort or activity) makes the contractor something of a temporary employment agency for people and a hire company for machines. Managing by output (i.e. on performance or result) means that the client stipulates

the quality requirements for the product or service. The contractor then has to possess the knowledge and experience to select and apply the most effective and efficient working method. This may sound simple and attractive, but it works only if the client and contractor have mastered management by input and output. They both have to understand the relationship between activities and performance and how to control them. The choice of style of management is therefore determined by the level of development of the entire sector. The summary below outlines the contractual relationship appropriate to the two styles of management.

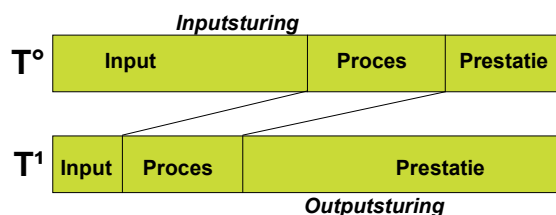
	INPUT CONTRACT	OUTPUT CONTRACT
<b>Gericht op</b>	Te realiseren werkzaamheden in detail beschrijven.	Te realiseren resultaten binnen randvoorwaarden beknopt beschrijven.
<b>Relatie</b>	Vanuit tegenstelling contractueel details vastleggen. De aannemer "levert handjes".	Vanuit een gezamenlijk streven naar verbetering beschreven. Uitgangspunt is de deskundigheid van de aannemer.
<b>Karakter</b>	Win/Loose. Vanuit een belangen-tegenstelling. Opdrachtgever streeft naar lage prijs, aannemer een hoge	Win/Win. Samen streven naar verbetering waarbij opdrachtgever en aannemer "winst moeten maken"
<b>Benadering</b>	Besloten	Open
<b>Geest</b>	Interne controle	Wederzijdse uitdaging
<b>Aandachtsvelden</b>	- Meer-/minderwerk - Afname-protocol	- Vaststellen resultaten - Verbeteringsmogelijkheden
<b>Expertise</b>	Opdrachtgever beschikt over detailkennis van de uitvoering	Opdrachtgever heeft globale kennis over de uitvoering maar veel over specificeren, meten en managen.
<b>Innovatief</b>	Nauwelijks	Uitdrukkelijk
<b>Keuze aannemer</b>	Nadruk op prijs en levertijd	Nadruk op prijs-prestatie en meerwaarde
<b>Belang aannemer</b>	Profilering als uitvoerder	Profilering als comaker met toegevoegde waarde en continuïteit werkpakket

Volgens: "Uitbesteden van onderhoud", SUTO, Herman van den Hoogen en Simon Sjamaar

**Figure 5 A closer look at input and output contracts**

The multidimensional management playing field created in management by performance generally gives more freedom to the client and contractor. Stalemate is therefore less likely, because one party's problem can usually be made to match the other party's solution.

It is not true that one chosen style of management necessarily excludes others. The various styles of management are not absolute concepts, but are defined relative to each other<sup>3</sup>, see Figure 6. If management by output is opted for, then management by input might be a peripheral position temporarily, but it can always be brought back nearer to the centre. Management by output, or by performance, may be beneficial, but it must always be used in combination with other systems of forming an opinion. Hans de Bruijn holds that a client that relies completely on performance measurement risks attracting only its perverse, or negative, effects. On the other hand, a client whose response is to rely completely on management by input will be evoking new and different perverse effects.



**Figure 6 The relative meaning of the style of management**

<sup>3</sup> According to Hans de Bruijn: "Prestatiemeting in de publieke sector (Performance measurement in the public sector)".

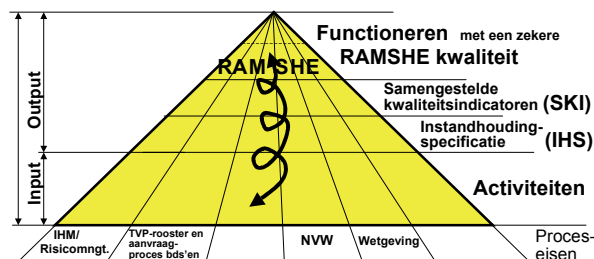
Misconceptions surrounding management by output are able to abound because people often overlook that this management style can happily coexist with management by input. Some of these misconceptions are rectified below.

- Management by output (or management by performance) is too often viewed incorrectly as an end in its own right, rather than as a means of improving results. It makes considerable demands on process control and requires specific instruments.
- In many people's minds, management by output involves far less knowledge, paper and information, although the opposite is true. Far more of these items are needed because of the requirement for explicit *and demonstrable* control of the relationship between costs and performance.
- Management by output is often incorrectly taken to imply that details of what happens in maintenance (i.e. the input) are no longer the legitimate concern of the client. This is nonsense. Managing and knowing what happens are two different things. They can coexist quite happily.

If a client does not know how to assert control on the output, he would be well advised not to start. Decision-makers often fail to appreciate this point. A sector has to be ripe for management by output. Only a professional asset manager is qualified, and there has to be a growth path leading up to that point.

### Specification triangle

Fortunately, ProRail in 1998 did not opt for management by output in the same way as their counterparts in Great Britain at the time. One of the causes of Railtrack's demise was that specification and control were based almost exclusively on RAMS from the outset. The approach taken in the Netherlands was different. The choices and development process of how to specify and manage in the Netherlands can best be illustrated by the specification triangle below (Figure 7). It was devised in 1998 and is still proving its value.



**Figure 7 The specification triangle**

The highest level of control is the performance of the rail infrastructure at a given RAMSHE quality<sup>4</sup>. The lowest level of control is on activities. Process requirements can be considered the foundation on which control is built. The highest level is referred to as output and the lowest as input. We should bear in mind that input and output are different sides of the same management coin. We should also

<sup>4</sup> RAMSHE stands for reliability, availability, maintainability, safety, health and the environment.



bear in mind that output can be specified, and therefore controlled, on a variety of levels. An example follows. The highest level specifications for rail safety (the S in RAMSHE) are concerned with the number of train derailments or collisions. This is a high and abstract level, and everyone wishes and hopes that both the specification and the implementation never differ from zero. What you actually want is to control rail safety on the demonstrable *prevention* of the risk. One way would be to control on an underlying level, for example the minimum technical upkeep specifications. An example is the minimum technical standards for the number of loose fastenings, the track gauge and the running surface profile of the track construction. As long as you keep above this minimum standard, you know that the probability of derailment is zero.

It often appears possible in practice to apply an algorithm to combine multiple upkeep specifications into a single new specification. ProRail refers to specifications of this kind as composite quality indicators. An example is the k value for track geometry, which is a single number representing multiple upkeep specifications. A composite quality indicator is considered to be a separate specification level for control purposes.

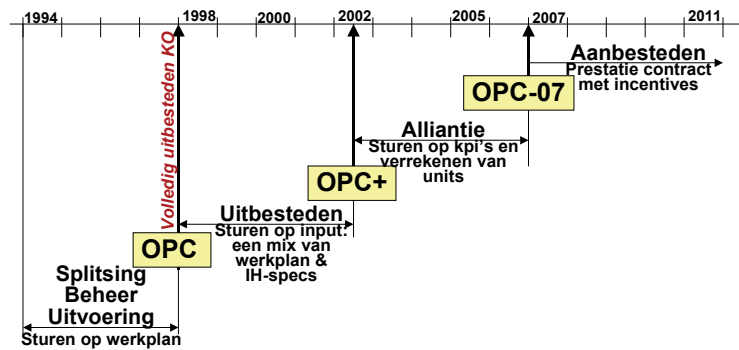
The three output specification levels – RAMS, composite quality indicator, and upkeep specification – and the input requirements in terms of activities and process requirements, constitute the specification triangle. The triangle actually expresses the relationship between the RAMSHE quality of the infrastructure and the activities that maintenance workers have to perform to achieve it. The intermediate output specifications (composite quality indicator and upkeep specification) facilitate proactive control by maintenance workers, who respond when a measurement tends towards a technical lower limit.

### **Development history of the style of management**

ProRail started in 1998 on management by work plan and upkeep specifications. Four years later, about 2002, a clause was added to the OPC to facilitate and encourage partnership between the client and the contractor. There was an accompanying shift in control, based on the principle of “managing by quality and settlement of completed units”; a sort of management by input and output mix. The complexity of this management mix started to become clear in 2005 or 2006. There was seen to be too sharp a focus on settlement and the administrative process. It was duly decided to base the first contract to be put out to public tender in 2006-2007 on a performance contract. Figure 8 below summarizes the history of style of management applied to the minor maintenance contract (OPC).

The decision to draw up a performance contract was taken in 2005. The contract was based on a market analysis and a detailed model of how to structure and define management by performance. Both analyses pointed to the feasibility of management by performance as a solution to the problems with the management mix. However, it was also clear that some necessary management instruments were missing. The section below describes the performance contract management model and identifies the management instruments still to be developed.





**Figure 8 Development process of minor maintenance (OPC)**

### Maintenance put out to tender in 2007

In 2007, in accordance with agreements with the government and the Netherlands Competition Authority, ProRail was obliged to embark on putting minor maintenance out to tender. The practice of distributing and extending the thirty-nine maintenance contracts in one-to-one negotiations with the three maintenance contractors had to be phased out. The practice had been accepted for eight years to give the new rail infrastructure maintenance market time to develop. The time had now arrived to let the market do its work: to improve the price-performance ratio through competition.

However, competition arises only if there is sufficient supply, there are enough expert contractors, and contractors can be distinguished from each other; there must be something to improve and therefore earn. Unfortunately, a European maintenance market has yet to develop. The Netherlands is the only country in Europe that outsources 100% of maintenance. Great Britain once did, but reversed the decision in 2005 in response to dramatically poor results. For the time being, therefore, ProRail will have to assume that competition will emerge within its own country. A fourth maintenance contractor has now come forward, but the certification process is demonstrating how high the threshold – i.e. ProRail's requirements on expertise – is for a new party.

To make the conditions for competition between the three incumbent process contract contractors as conducive as possible, ProRail decided to reduce the number of maintenance contracts from thirty-nine to approximately nineteen, or about a half. Combining two “old” process contracts into a single new contract means that at least one process contractor always loses a contract and at least two stand to gain one. Other advantages of combining the contracts are an expected fall in overheads, less frequent tendering and a doubling of contract volume from approximately 30 mio (5yr\*6mio) to approximately 60 mio, which will clearly help to attract (new) market parties.

The style of management must also change in order to give market parties the freedom to improve the price-performance ratio, as a way of distinguishing themselves from the competition. The change is from managing by achieving the work plan (i.e. input) to managing by achieving a desired performance (i.e. output). Only then is there any incentive and opportunity for the contractors to distinguish themselves. A precondition is accurate specification by ProRail of the desired performance, which must also be measurable and controllable.

## Performance specifications in the maintenance contract

The crucial question in the development of the performance contract in 2005-2006 was which elements of performance to manage by: functionality & RAMSHE quality, composite quality indicators, or on the basis of upkeep specifications. Experience gained in the 1998-2005 period also suggested that there should be a high-level specification for the contractor's contribution to achieving the lowest life cycle expenses, or the longest possible operational life. The high-level requirement is relevant because of the difference between the five-year contract term and the fifty-three year rail infrastructure average lifetime. The contractor must not be allowed to neglect the infrastructure at the cost of a shorter lifetime or higher life cycle expenses. The performance specification developed has the following general form:

- it is based on the specification triangle;
- “sustainability” was added to the high level RAMSHE requirements so as to manage explicitly by contribution to the life cycle;
- the high-level availability and reliability requirement (the RA in RAMSHE) is conveniently specifiable and controllable at the highest level through the number, duration and seriousness of train service disrupting disturbances;
- the high-level maintainability requirement (the M in RAMSHE) is also controllable at the highest level through requirements on the number and duration of train free periods, possibly in a maintenance schedule;
- it was unacceptable to manage rail safety (the S in RAMSHE) on the highest level through the number of collisions and derailments. Management of this aspect needs to be on a level at which it is possible to demonstrate that rail safety risk is under control. A methodology was developed to determine the appropriate level, as explained in a subsequent section;
- health and the environment (the HE in RAMSHE) high-level requirements, which are specified through process requirements arising from legislation and set down in associated regulations. Examples are the new framework for safe working (NVW), the safety management system (VMS), working conditions legislation, and environmental legislation;
- what remains is the new high-level requirement, sustainability. No one knew exactly what form this would take, but the same methodology was used as for the development of the specification for rail safety.

The division into specification levels is shown diagrammatically below.

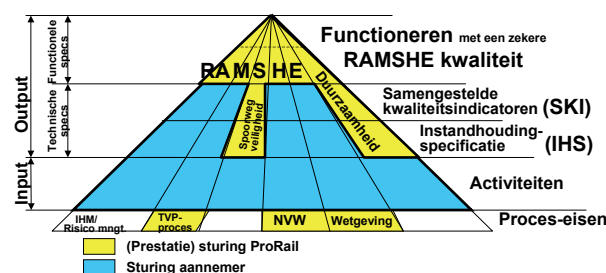


Figure 9 The various specification levels in the performance contract

The yellow figure separates the lowest specification and control level of each high-level requirement by which ProRail intends to manage. It is clear that management is not by activities (input) and that rail safety and sustainability are specified on a far lower level. A methodology was devised for determining this level selectively and consciously, on the basis of risk management instruments previously developed by ProRail for upkeep management.

### Risk management and the performance specifications for safety and sustainability

The result of a performance contract is not a tangible product, but a service; arranging for satisfactory performance at a given RAMSHE quality. Risk management is a technology that facilitates the explicit management of a service. The underlying instrument is the risk analysis and upkeep concept. This is a systematic and structured record of all risks that might threaten the RAMSHE quality. In practice this comprises the entire spectrum of possible disruptions. A control strategy is then determined for each risk: state-dependent, use-dependent or breakdown-dependent maintenance. Controls are then chosen on the basis of the selected strategy. The controls take the form of inspections, maintenance measures and minimum acceptable upkeep specifications.

ProRail performed risk analyses and drew up upkeep concepts for all systems in the 2004-2005 period. These were used as a way of categorizing the controls and specifications in terms of safety and sustainability risks. Figure 13 below illustrates this by means of process steps 1 to 4.

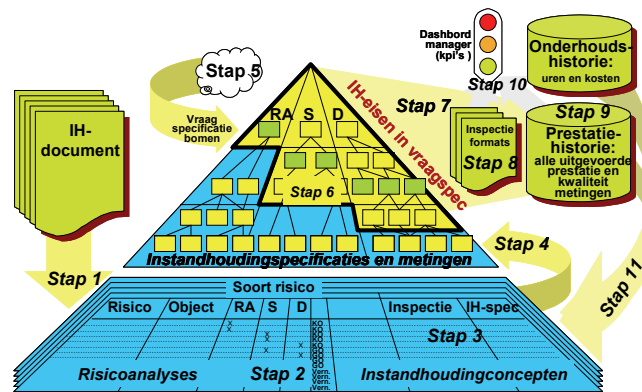
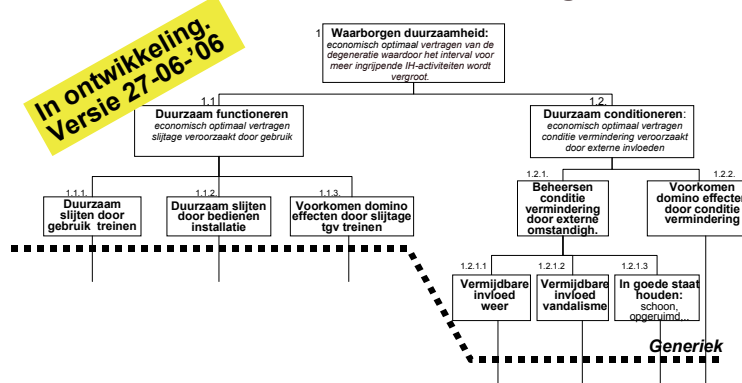


Figure 10 Development methodology for the demand specification

These controls and upkeep specifications were then grouped into separate subspecifications based on a system engineering technique; specification trees were constructed for rail safety and sustainability, see process steps 5 and 6 in the above Figure 10. The generic requirements tree for sustainability is shown as an example in Figure 11 below. Unfortunately, the chosen layout is not easy to read, but it nonetheless gives an impression of a tree of this kind.

## Eisenboom duurzaamheid, generiek



**Figure 11 Generic requirements tree for sustainability**

Specifications and inspections were organized by subsystem, greatly clarifying the view both overall and in depth. It was then a fairly simple matter to group related specifications together. An essential point was insight into how the specifications could be measured. After all “Only if you can specify *and measure* something can you manage it”. The measurement method is the key to managing. Distilling a large quantity of measurement data into key performance indicators (KPIs) - see steps 7 - 10 in Figure 10 - enables a manager to maintain an overall view and focus on what is happening.

Specialists, such as inspectors and ProRail technical specialists, can always refer to the underlying inspection reports and measurements to find out what is actually happening when a KPI status jumps to orange or red. It is therefore essential for all inspections and quality measurements to be available in digital form in a database; see step 9 in Figure 13. Only then is it possible to distil KPIs from the large quantity of data.

The performance database is necessary not only for the control and management of the performance contract, but also for the evaluation and updating of the risk analyses and upkeep concepts, see step 11 in Figure 10. This maintenance history is required in addition to the performance history. Both databases are indispensable for a professional asset manager, as are their translation into risk-analyses and upkeep concepts. This information is necessary not only to be able to establish the relationship between performance risks (quality) and controls (costs) but also to be able to convey the historical knowledge and experience to engineering consultancies, consultants and other maintenance contractors. This practical knowledge will enable them to contribute sooner and more effectively to the continuous improvement process. This is particularly relevant when a maintenance contract transfers from one contractor to another. The new contractor should not have to start from zero, but should be able to build upon knowledge and experience from the past. This will guarantee the continuity that is essential for both the client and the contractors.

Until recently there was insufficient insight and awareness of this kind. Maintenance contractors therefore still record a vast number of inspections on paper and provide no details of actual maintenance history. Indeed, ProRail never explicitly asked them to do so. It is to be hoped that this situation is set to change. The change is being driven by four motives: guaranteeing continuity in tendering (1), controlling

and managing a performance contract (2), the requirements on a professional asset manager (3) and the national government's explicit demands on ProRail<sup>5</sup> for transparency in managing the relationship between costs, performance and objectives (4).

The above shows that the ProRail of today is in a position to draw up a well founded performance specification for a performance contract. However, various instruments and conditions needed to then actually manage a performance contract successfully are missing. Everything looks fine on paper, but there are signs that the sector is not ready. This has mainly to do with a poor match between instruments and processes, and the performance of people. This is not actually surprising considering that the FTRAs<sup>6</sup> of everyone in maintenance have changed fundamentally. This change has disturbed a historical balance, and a new equilibrium has yet to be established. In conclusion, there follows an assessment of the current situation (2006-2007) with an analysis of the weaknesses in the management of maintenance and the underlying causes.

### **Assessment of the current situation**

The management and maintenance of rail infrastructure was the domain of technical people until 1996. The division of NS into a transport and an infrastructure organization meant that economists and business administration experts became involved. The outsourcing of maintenance then added contract managers. Technical knowledge was thus relegated to the background. However, this knowledge was the glue that held the old maintenance organization together, and from which it derived its strength. It has not been replaced by an alternative binding value. The consequence has been fragmentation and suboptimization. Economists, technicians and contract managers may either meddle with or ignore each other's fields, without sufficient understanding of the consequences. This is a potentially dangerous phenomenon, but one which is not unique to the rail infrastructure sector (see Appendix 2). To recap: the management is no longer a good match for maintenance practice because of insufficient knowledge.

Several organizational changes were made in ProRail IM in 2005 with a view to improving the focus of management on execution: the appointment of an Infrastructure Operations Manager, the creation of the Central Contracting Management Team and the introduction of system managers in product management. The much sharper operational and technical focus achieved by these organizational changes has enabled management to be matched to execution and for a bridge to be forged between technicians, contract managers and economists. The changes are also vital, because only with them will it be possible to tackle several demonstrable weaknesses in the current management. The most important weaknesses and the underlying causes are as follows.

1. The contract (read track section) manager operates in isolation, and has insufficient support;
2. The technical regulations are incompatible with the requirements set by a contract manager;

<sup>5</sup> See the four conditions set by the national government on ProRail with respect to management by output (Article 20 in the management concession).

<sup>6</sup> FTRA = Functions, Tasks, Responsibilities, Authorities.

3. ProRail has no satisfactory or complete view of the maintenance activities performed, the performance inspections and object information;
4. Quality assurance (“the supervision”) is insufficiently documented;
5. Insufficient safeguards of stewardship (i.e. diligence);
6. There is no doubt that the people in the operation, whether in ProRail or the process contractors, have a sense of responsibility for the everyday safe condition and reliability of the rail infrastructure. However, outsourcing has introduced the risk that the duty of care will fall between two stools, through powerlessness rather than unwillingness. This situation can occur because of ProRail's lack of a clear overall view of quality and maintenance history, and contractors' natural tendency to control maintenance as a project, thus overlooking how strongly the result depends on the initiative, qualities and commitment of their individual workers. Unless a process contractor's stewardship attitude is strong enough, management by performance will be doomed to failure;
7. Making a new binding value an integral part of the sector;
8. Insufficient documentation and transfer of know-how.

The demerger of NS and the outsourcing of all operational activities has caused many drastic changes in a short time. The outsourcing of small-scale maintenance was the most drastic change as far as infrastructure management was concerned, because of the requirement to manage explicitly by output and performance, the shortage of appropriate management experience and the need to find a new identity, with a new binding value. All these aspects were largely overlooked at the time. As a consequence, eight years on, the management of minor maintenance is inadequately embedded with appropriate instruments in the process chain from ProRail management to process contractor's worker.

The rail infrastructure sector in the Netherlands would appear to be at a watershed. What will happen next depends on whether a new binding value is defined, allowing a spectrum of new fields to complement and strengthen each other. Many of the current weaknesses in control can be traced back to this shortcoming. It will have to be eliminated if there is to be any question of “the successful outsourcing of maintenance” and if we are to have any rightful claim to the title “best infrastructure manager in Europe”.

Utrecht,

December 2006

Jan Swier, strategic consultant, ProRail IM.

### **Actualisation (Januari 2009)**

With the introduction of the matrix organization and the appointment of a manager Operations the situation has improved significantly. Initiative, control and self consciousness are back at ProRail Operations. ProRail Infra Management acts

more and more as one integrated process and the quality of the information(systems) is improving every year. The first maintenance performance contracts are successfully tendered. New contractors enter the maintenance market. Risk- & Life cycle management techniques are active used instruments more end more integrated in the whole rail sector. Performance is growing and maintenance costs are going down after many years.



## **PROJEKTY PRO IV. KORIDOR**

**Ing. Miloš Krameš  
SUDOP PRAHA a.s.**

### **1. ÚVOD**

Tento příspěvek se soustředí na charakteristiku současného stavu přípravy staveb IV. železničního koridoru v jeho jižní větvi, která není v souběhu s koridorem číslo I. Důraz je kladen na technicky zajímavé stavby, na jejichž projektové přípravě se autor podílel.

Krátké připomenutí. Trasa IV. železničního koridoru je součástí transevropské magistrály E55 – ze Skandinávie přes Děčín, Prahu, České Budějovice a Horní Dvořiště směrem na Rakousko, respektive severní Itálii a E551 z Prahy přes České Budějovice, Horní Dvořiště na Rakousko. Koridor je součástí projektů Evropské unie TER a TINA. Část trasy v úseku od státní hranice se SRN přes Děčín do Prahy, společná s I. železničním koridorem, je již modernizována - včetně průjezdu železniční stanicí Děčín a železničním uzlem Ústí nad Labem. Uzel Praha se nyní řeší samostatně.

Trasa IV. železničního koridoru mezi žst. Praha Hostivař a České Budějovice má délku 159 km. Ve stávajícím stavu je trať z větší části jednokolejná. Dvojkolejné úseky jsou pouze Praha Hostivař – Benešov u Prahy (42 km), Dynín – Ševětín (7 km) a Chotýčany – Dobřejovice (3 km). Jedná se tedy o 107 km jednokolejných a 52 km dvojkolejných.

Celý úsek IV. železničního koridoru je rozčleněn do deseti samostatných staveb, které se v některých případech dělí, či dělily na dílčí části. Stavby procházejí územím Jihočeského, Středočeského kraje a Prahy. Soulad navrhovaných staveb s územně plánovací dokumentací, spolu se zajištěním finančního krytí, je jednou z klíčových podmínek pro úspěšnou přípravu a následnou realizaci těchto významných dopravních staveb.

Investorem všech staveb je Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC).

Souhrnně jsou jednotlivé stavby zastřešeny Studii proveditelnosti IV. tranzitního železničního koridoru, kde je v současnosti zpracována Aktualizace č. 2.

Stavby jsou dále popsány ve směru staničení od státních hranic ku Praze.

### **2. AKTUÁLNÍ STAV PŘÍPRAVY JEDNOTLIVÝCH STAVEB**

Termín dokončení modernizace IV. tranzitního železničního koridoru (TŽK) byl určen usnesením vlády UV č. 885/2005 ze dne 13. července 2005. Podle UV by modernizace měla být dokončena **do roku 2016**. Toto usnesení je zrušeno novým usnesením vlády ČR č. 570 z 20. července 2011, kde byl přijat časový a finanční harmonogram výstavby III. a IV TŽK, kde se posouvá dokončení nejméně do roku 2018.

### **Stavba 4201 - Optimalizace trati Horní Dvořiště – České Budějovice**

Jedná se o 59 km dlouhý jednokolejný traťový úsek Horní Dvořiště státní hranice – České Budějovice. Rekonstrukce trati probíhaly již od roku 1996. Vlastní úpravy se týkají úseku Omlenice – České Budějovice v délce 25,3 km a byly ukončeny v červnu 2009.

Projektovou přípravu zajistila firma METROPROJEKT Praha a.s. Stavební povolení bylo vydáno v říjnu 2006. Vlastní realizace proběhla v letech 2007 až 2009.

Stavba byla spolufinancována z fondů EU.

### **Stavba 4202 - Modernizace trati České Budějovice – Nemanice I**

Stavba v délce cca 3 km zahrnuje řešení osobního nádraží ŽST České Budějovice a traťového úseku České Budějovice – Nemanice I včetně rekonstrukce zastávky České Budějovice severní zastávka.

Projekt stavby byl vypracován firmou IKP Consulting Engineers, s.r.o. V současnosti již probíhá vlastní realizace, která by měla být ukončena do března 2014.

Stavba by měla být spolufinancována z fondů EU.

### **Stavba 4203 - Modernizace trati Nemanice I – Ševětín**

Stavba o délce 17,8 km propojuje železniční uzel České Budějovice, respektive Nemanice se stanicí Ševětín. Vzhledem k velkému množství variant vedení trasy od Nemanic po Ševětín s cílem překonat značný výškový rozdíl na uvedeném úseku trati s využitím mnoha inženýrských objektů byla zahájena projektová příprava dokumentace k územnímu řízení se značným časovým zpožděním. Příprava stavby byla dlouho poznamenána absencí souladu územního plánu, respektive požadavky dotčených obcí, občanských sdružení a majitelů nemovitostí.

V roce 2011 proběhla procedura hodnocení vlivu stavby na životní prostředí (EIA), která byla ukončena vydáním stanoviska Ministerstva životního prostředí (MŽP ČR). Sledované řešení bylo tímto stanoviskem připuštěno, byť za doplňujících podmínek.

Zpracovatelem přípravné dokumentace bylo v období let 2009 – 2011 sdružení firem SUDOP PRAHA a.s. a IKP CE s.r.o. Na zpracování dokumentace se finančně podílely fondy EU. V závěru roku 2011 byla podána žádost o vedení územního řízení.

Vlastní stavba reprezentuje prakticky novostavbu dvojkolejné trati, na které jsou dva významné objekty. Jedná se o železniční dvojkolejné tunely – Hosínský (dl. 3120 m) a Chotýčanský (dl. 4810 m). Chotýčanský tunel kříží budoucí dálnici D3, resp. současnou silnici I/3. Mimo těchto objektů je stavba náročná velkým objemem zemních prací a přesunů výkopových hmot, které naleznou částečně uplatnění v náspevcích tělesech. Výrazný přebytek hmot je po realizaci stavby navržen k trvalému uložení, respektive rekultivaci zářezových úseků opouštěné stávající trati v úseku Hluboká n/V Zámostí – Ševětín.

Územní řízení nebylo dosud uzavřeno s ohledem na nutnost doplnění dokladové části, respektive nalezení kompromisů v kritických místech stavby.

Dle harmonogramu z dokumentace se očekává realizace stavby nejdříve v horizontu let 2014 až 2018.

**Stavba 4204 - Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí.** Stavba zahrnuje úsek trati celkové délky 13,7 km. Stavba je již delší dobu projekčně připravována ve dvou částech:

**4204/I Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 1.část, Ševětín – Horusice** je zpracován ve stupni přípravné dokumentace. Jedná se o část délky cca 4,4 km, o zbylých 4,3 km má být rozšířena předchozí stavba. Vlastní aktualizaci dokumentace provedla firma IKP Consulting Engineers, s.r.o. V roce 2012 by měl být zpracován projekt stavby.

Stavba by měla být spolufinancována z fondů EU při realizaci v letech 2013 – 2015.

**4204/II Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 2.část, Horusice – Veselí.** Na této části stavby délky cca 5,0 km je již zpracován projekt stavby, který zajistila firma SUDOP PRAHA a.s. v roce 2009. Jedná se o přestavbu stanice Veselí n/L a zdvojkolejnění úseku Horusice (mimo) – Veselí na přeložce trati. Součástí stavby jsou i přeložky křižujících, či kolidujících komunikací.

Je vydáno stavební povolení na polovinu stavby, druhá polovina dosud není povolena s ohledem na probíhající vyvlastňovací řízení. V uplynulém čase proběhla soutěž na zhotovitele stavby, ale nebylo dosud rozhodnuto o výběru zhotovitele. Vlastní realizace, která se předpokládala v období 2011-2013, nebyla dosud zahájena.

Stavba by měla být spolufinancována z fondů EU.

**Stavba 4205 - Modernizace trati Veselí nad Lužnicí – Tábor.**

Tato stavba je opět rozdělena na dílčí části:

**Modernizace trati Veselí n. L. – Tábor, II. část, úsek Veselí n. L. – Doubí u Tábora, 1. etapa Veselí n. L. - Soběslav**

V současnosti se zpracovává projekt stavby, který zajišťuje firma METROPROJEKT Praha a.s. V tomto úseku Veselí n/L (mimo) – Soběslav (včetně) se jedná o klasickou stavbu modernizace, kde dochází ke zdvojkolejnění trati se zvýšením rychlosti na 160km/hod. Počátek stavby je situován do km 56,005.

Projekt by měl být dokončen v roce 2012. Následovat bude soutěž na zhotovitele a v letech 2013 - 2015 vlastní realizace. Stavba by měla být spolufinancována z fondů EU.

**Modernizace trati Veselí n. L. – Tábor, II. část, úsek Veselí n. L. – Doubí u Tábora, 2. etapa Soběslav - Doubí**

V současnosti se zpracovává projekt stavby, který zajišťuje firma METROPROJEKT Praha a.s. Úsek Soběslav (pražské zhlaví) – Doubí (včetně) je veden převážně na přeložce. Nachází se zde nový Zvěrotický železniční tunel, dva velké mosty (např. estakáda přes údolí Černovického potoka) a doplňující další nové inženýrské objekty. Díky přeložce dojde k výraznému zkrácení trati o cca 765 m. Konec stavby je situován do km 71,880.

Projekt by měl být dokončen v roce 2012. Následovat by měla soutěž na zhotovitele a v letech 2014 – 2016 vlastní realizace.

### **Modernizace trati Veselí n.L. – Tábor, II. část, úsek Doubí u Tábora – Tábor**

Stavba je již od roku 2009 dokončena a byla spolufinancována z fondů EU.

Zahrnovala železniční stanice Planá nad Lužnicí a Tábor, dále zastávku Sezimovo Ústí. Na trati nebyly žádné přeložky. Hlavním rysem stavby bylo zdvojkolejnění celého úseku délky cca 11,8 km. Projekt stavby zpracovala firma SUDOP PRAHA a.s.

### **Stavba 4206 - Modernizace trati Tábor – Sudoměřice u Tábora**

V roce 2011 byl dokončen projekt stavby, který řešila firma SUDOP PRAHA a.s. Jedná se o úsek délky cca 11,4 km, který reprezentuje zdvojkolejnění trati s výrazným rozsahem přeložek. Díky přeložkám dojde k navýšení rychlosti jízdy až na 160 km/hod. Ve stavbě se přestavuje stanice Chotoviny a ruší dopravní Čekanice. Stanice Sudoměřice se přestavuje na dočasnou výhybnu. Součástí stavby je nový dvojkolejný tunel délky 430 m. Mezi významné objekty dále patří např. mimoúrovňové křížení dálnice D3 u Rzavé spolu s navazující mostní estakádou délky 450 m. Uvedené soumostí spolu s délkou rozpětí mostu přes dálnici (100,52 m) je technicky ojedinělé.

Na základě zpracovaného projektu se připravuje podání žádosti o stavební řízení. Dle projektu by měla realizace proběhnout v období let 2012-2015. Dosud však nebyla zahájena.

Stavba by měla být spolufinancována z fondů EU.

### **Stavba 4207 - Modernizace trati Sudoměřice u Tábora - Votice**

Zpracována je přípravná dokumentace stavby, kterou zajišťovala firma SUDOP PRAHA a.s. Po mnoha letech hledání technického řešení ve vztahu k investičním nákladům byla dokončena dokumentace a v závěru roku 2011 došlo k vydání územního rozhodnutí. Od roku 2012 se očekává zpracování projektu stavby.

Stavba začíná v km 94,900 za dnešní stanicí Sudoměřice u Tábora a končí v km 111,910 před stanicí Votice. Prochází velmi terénně členitým územím a její celková délka je cca 17 km. Reprezentuje vybudování dvojkolejně trati v nové stopě na rychlost 160 km/hod. spolu s množstvím inženýrských objektů. Mezi nejvýznamnější patří nové tunely Mezno (délky 840m) a Deboreč (délky 660 m).

Díky rozsahu přeložek dojde ke zrušení stávající stanice Střeziměř, Ješetice a Heřmaničky spolu se zastávkami Mezno a Červený Újezd. Na nové trase bude zřízena stanice Červený Újezd a dále nové zastávky Mezno, Střeziměř, Ješetice a Heřmaničky.

Realizace stavby se dle dokumentace očekává v horizontu let 2014 až 2016.

### **Stavba 4208 - Modernizace trati Votice – Benešov u Prahy**

Projekt stavby zpracovala v roce 2009 firma SUDOP PRAHA a.s. V období 2009 – 2013 probíhá realizace stavby. Stavba je spolufinancována z fondů EU.

S ohledem na komplikace v projednání pozemků došlo k rozdělení stavby pro účely stavebního řízení na celkem tři části. V průběhu realizace navíc došlo ještě

k dílčím projektovým úpravám, které se týkaly řešení nástupišť stanice Olbramovice, či snahy o redukci rozsahu a tím i nákladů. Všechny tyto úpravy prošly změnou stavby před dokončením.

Vlastní stavba délky cca 18,4 km reprezentuje zdvojkolejnění trati s dosažením rychlosti jízdy 160 km/hod. na přeložkách, které jsou její významnou částí. Koncepce řešení dopravy předpokládá zrušení výhybny Tomice a stanice Bystřice u Benešova. Náhradou budou zřízeny nové zastávky Tomice a Bystřice u Benešova. Rekonstruována je stanice Olbramovice a nově, jako její obvod, i Votice.

Na přeložkách trati je realizováno celkem 5 nových železničních tunelů. Jedná se o Votický (dl. 590 m), Olbramovický (dl. 480 m), Zahradnický (dl. 1044 m), Tomický (dl. 324m) a Tomický II (dl. 252m). Z tohoto pohledu se jedná opět o ojedinělou drážní stavbu. V současnosti je již větší část stavby dohotovena a rozhodující stavební práce proběhnou do konce roku 2012.

### **Stavba 4209 - Optimalizace trati Benešov u Prahy - Strančice**

Stavba je již od roku 2010 dokončena a byla spolufinancována z fondů EU.

Projekt stavby zpracovala firma SUDOP PRAHA a.s. Celková délka je cca 24 km. Jedná se o optimalizaci stávajícího dvojkolejného úseku trati v rozsahu Benešov u Prahy (včetně) – Strančice (mimo) s lokálními směrovými úpravami. Řešení se mimo uvedených stanic dotklo i stanic Čerčany, Senohraby a zastávek Mrač, Pyšely, Čtyřkoly, Mirošovice a Mnichovice.

### **Stavba 4210 - Optimalizace trati Strančice – Praha Hostivař**

Stavba je již od roku 2008 dokončena.

Zahrnovala žst. Strančice, Říčany u Prahy a Praha Uhříněves, dále zastávky Světlava, Praha Kolovraty a Praha Horní Měcholupy. Celková délka úseku byla cca 18,2 km. Jednalo se opět o optimalizaci stávající dvojkolejné trati pouze s lokálními směrovými úpravami trasy. V průběhu výstavby došlo k rozšíření rozsahu nového podchodu v Říčanech.

#### LITERATURA:

SUDOP PRAHA a.s.: Modernizace trati Nemanice I - Ševětín, PD, 2011

SUDOP PRAHA a.s.: Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 2.část, Horusice - Veselí, P, 2009

SUDOP PRAHA a.s.: Modernizace trati Tábor – Sudoměřice u Tábora, P, 2011

SUDOP PRAHA a.s.: Modernizace trati Votice – Benešov u Prahy, P, 2009

[www.4-koridor.cz](http://www.4-koridor.cz)

Lektoroval: Ing. Miroslav Veliš, SŽDC, Praha

## **REALIZACE ŽELEZNIČNÍHO SPODKU A PROTIHLUKOVÝCH STĚN NA IV. KORIDORU**

**Radomír Barták  
EUROVIA CS, a.s., Praha**

### **1. ÚVOD**

K 1. 5. 2004 se Česká republika stala členem Evropské unie, jejíž Evropský parlament a Rada v zájmu zlepšení vzájemného propojení národních železničních sítí přijaly směrnice o interoperabilitě transevropského vysokorychlostního a konvenčního železničního systému. Vybraná železniční síť České republiky tvořící součást evropského železničního systému musí splňovat požadavky na interoperabilitu podle Vyhlášky č. 352/2004 Sb. o provozní a technické propojenosti evropského železničního systému, Nařízení vlády o technických požadavcích na provozní technickou propojenost evropského železničního systému č. 133/2005 Sb. a příslušných technických specifikací interoperability.

Pro stanovení jednotné koncepce a technického řešení železniční infrastruktury byly zpracovány “Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky” následně novelizované Směrnicí generálního ředitele SŽDC č. 16/2005, ve které jsou zohledněny legislativní změny platné ke dni účinnosti této směrnice mající vliv na koncepci technického řešení železniční infrastruktury.

### **2. HLAVNÍ ZÁSADY MODERNIZACE A OPTIMALIZACE**

- Zavedení vyšší traťové rychlosti na dostatečně dlouhých úsecích, tak aby bylo možno zvýšenou rychlost efektivně využít.
- Dosažení traťové třídy zatížení D4 UIC pro úroveň traťové rychlosti  $120\text{kmh}^{-1}$  (tj. 22,5 t/nápravu a 8 t/běžný metr délky vozidla).
- Zavedení prostorové průchodnosti pro ložnou míru UIC GC a širší vozidla dle ČSN 73 6320, tj. základní průřez Z-GC s vlivem širších vozidel.
- Zajištění požadované kapacity dráhy při současném stanovení optimalizovaného rozsahu železniční infrastruktury.
- Vybavení tratě takovým technologickým zařízením, které zajišťuje plnou bezpečnost provozu při traťové rychlosti do 160 kmhod.
- Vybavení železničních stanic nástupiště v souladu s vyhláškami č. 177/1995 Sb. a č. 369/2001 Sb. v platném znění.
- Dosažení dostatečné užitné délky dopravních kolejí v železničních stanicích.
- Zlepšení stavu úrovňových křížení tratí s pozemními komunikacemi.



### 3. REALIZACE ZÁSAD NA KORIDOROVÝCH STAVBÁCH

Výše uvedené zásady jsou zapracovány do jednotlivých předpisů SŽDC, TNŽ, TKP a řady směrnic a nařízení, která jsou závazná pro projektanty i zhotovitele.

Zkušenosti naší společnosti na koridorových stavbách nám umožnily nabízet erudovaná technická řešení všech vzniklých situací. I když se zabýváme celou škálou dopravního stavebnictví, zmíním se o provádění objektů železničního spodku a výstavbě protihlukových stěn, jejichž kvalitní provedení naplňuje zásady modernizace – spodek u zatížitelnosti tratí a protihlukové stěny u ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací podle zákona č. 258/2000 Sb. „O ochraně veřejného zdraví“ v platném znění.

### 4. ŽELEZNIČNÍ SPODEK NA IV. KORIDORU

Naše společnost realizovala a realizuje na IV. koridoru od roku 2005 stavby ramene Praha – České Budějovice:

- optimalizace trati Strančice – Praha Hostivař-ukončeno;
- optimalizace trati Benešov u Prahy- Strančice- ukončeno;
- modernizace trati Votice – Benešov u Prahy-v realizaci;
- modernizace trati České Budějovice – Nemanice I – v realizaci.

Na všech těchto stavbách užíváme při provádění objektů železničního spodku odzkoušené a již zavedené moderní technologické postupy, na jejichž vývoji nebo i renesanci (CaO, „kšandovka“) jsme se podíleli.

#### 4.1 Zemní práce:

Při úpravách nehomogenního, nestabilního a i neúnosného tělesa železničního spodku se nám osvědčilo zlepšování zemin v souladu s předpisem S4, příl. 13, kdy používáme pojiva dle druhu zemin CaO-při překročené vlhkosti, směsné pojivo Dorosol (cement + CaO) – možno použít i při výskytu chemicky příznivých škvár, a rovněž, zejména v intravilánu obcí a měst a ve vyjmenovaných chráněných oblastech a biotopech používáme Proviacal (bezprašné vápno). K zapracování pojiv používáme zemních fréz Wirtgen 2500 s vlastním pohonem a v posledních cca 3 letech se nám osvědčilo i pro nepřístupné úseky využít frézu Wirtgen 2500 zavěšenou za traktorem. U tohoto způsobu je třeba více se soustředit na promíslení pojiva se zeminou – větší výskyt hrudkovitosti, nutnost více pojezdů – kontrolami spolehlivě prokázána hloubka účinnosti do 50 cm. Po promíslení na vyrovnání pláň s úspěchem používáme grejdr vedený GPS NEW Holland F 156-S. Pro zdárné hutnění i vrstev s max. mocností 0,5 m se nám osvědčilo použití válců VV 1500 vybavených kompakto- metrem a v zastavěném území válce Hamm 3414 s oscilací, která minimalizuje škodlivý vliv vibrací z hutnění na okolí stavby (praskliny na budovách).





**Obr. 1 Zvyšování únosnosti pláňě tělesa železničního spodku**

Vzhledem k našemu strojovému vybavení, zkušenostem získaným na koridorových stavbách a v neposlední řadě i ekonomické výhodnosti, se snažíme technologii zlepšování, popř. stabilizace (v podstatě rozdíl pouze ve zkušebnictví a technologických prodlevách, způsobu použití, výsledné únosnosti, posuzování mrazuvzdornosti a dovoleného promrzání apod.) s úspěchem používat i v oblasti zvyšování únosnosti tělesa železničního spodku.

Pro tyto činnosti máme ve společnosti zpracována technologická pravidla Tpr – č. 120 – Zemní práce, Tpr – č. 134 – Železniční spodek

## 4.2 Zdi

Další z činností na železničním spodku, kterou naše společnost realizuje, je výstavba zdí. V rámci IV. koridoru zmíním opěrnou zeď z armovaných zemin-systém Armovia podél 103. koleje v žst. Praha Uhříněves, kterou jsme realizovali společně s naší vývojovou skupinou v letech 2005 -2006 na stavbě optimalizace tratí Strančice – Praha Hostivař.



**Obr. 2 Stavba protihlukové stěny**

Postavili jsme velké množství protihlukových stěn (dále jen PHS), u nichž stojí za zmínku vývoj v jejich zakládání. Všechny firmy zabývající se touto činností se vyvinuly prefabrikovaný systém od patek přes sloupky až po soklové a vlastní stěnové panely odrazivé, jedno i oboustranně pohltivé. Se zvyšující se výškou PHS bylo nutno vyvinout rozšířenou patku, která bez problémů zajišťuje stabilitu stěny i 6 m vysoké. V současné době jsou téměř výlučně realizovány vrtné základy. Prvotně jsme používali speciální vrtné stroje, které se nám nyní s úspěchem podařilo nahradit nástavcem na bagr, který má podstatně menší problémy s nájezdem do místa práce a dá se použít i pro následující činnosti – stavění sloupků i zasouvání panelů při nižších stavebních výškách.

Jako poslední zmíním gabiony, a to ve dvou konstrukcích. První je gabion jako konstrukce pro rozšíření koruny náspu – zajištění volného schůdného prostoru (stezky). Druhou jsou gabionové stěny zárubní i opěrné. Po počátečních problémech s izolovanými poli a oddělením potenciálů v prostoru podpěr trakčního vedení jsou v poslední době řešeny poměrně elegantně monolitickými kamennými zídkami.





Pro tyto činnosti máme ve společnosti zpracována technologická pravidla Tpr – č. 145 – Opěrná zeď z armovaných zemín, systém ARMOVIA, Tpr – č. 162 – Gabiony, Tpr - č. 110 – Montáž protihlukových stěn

### 4.3 Zkušebnictví

Všechna normativní i předpisová ustanovení určují a stanovují různý rozsah provádění zkoušek a měření. Naše společnost má v rámci jednotlivých oblastí akreditovaná laboratorní pracoviště plně zaštitěná Centrální laboratoří.

Věřím, že naše zkušenosti a mechanizační prostředky budeme i nadále využívat na nově otevíraných koridorových stavbách.

#### LITERATURA:

Oficiální webové stránky SZDC

Předpis SZDC S4

Tpr120,145,162,110,134 Eurovia CS,a.s.

Foto: Ing. Doboš, Ing. Pustějovský, Ing. Filip

Lektoroval: Ing. Jiří Šídlo, SZDC, Praha



## **MODERNIZACE TRATI VOTICE-BENEŠOV U PRAHY**

**Ing. Michal Žák  
GJW spol. s.r.o.**

Modernizace stavby Votice-Benešov u Prahy řeší zdvoukolejnění trati a její celková délka je 18,472 km. Na začátku úseku je zdvoukolejnění provedeno vložением štíhlé výhybky J60 1:18,5 která bude ponechána do realizace navazující stavby Sudoměřice-Votice. Na konci úseku je stavba zapojena do již optimalizované žst. Benešov.

Od začátku úseku před stávající žst. Bystřice u Benešova je s výjimkou stanic Votice, Olbramovice a Tomice vedena v nové trase, kde s ohledem na terén je zbudováno celkem 5 tunelů, čtyři ražené a jeden hloubený v celkové délce 2,69 km (Votický 590 m, Olbramovický 480 m, Zahradnický 1 044 m, Tomický 324 m a Tomický II 252 m). V tomto úseku se rychlost zvyšuje na  $V=150$  km/hod. ( $V_k=160$  km/hod.). Úsek Bystřice – Benešov má charakter optimalizace a je navržen na rychlost  $V=100$  km/hod.

Značná je i kubatura zemních prací, která dosahuje cca 1,725 mil  $m^3$ . Celkově je na stavbě přebytek zemin, a proto je upřednostňováno zřizování konstrukcí z vyztužených zemin, přebytečný vhodný zemní materiál je také přesunut na tzv. deponii Heřmaničky, kde pro návaznou stavbu s nedostatkem zemin je zřizován na výjezdu z Heřmaniček směr Votice násep budoucí trati s kubaturou cca 250 tis.  $m^3$ , méně vhodné zeminy jsou použity na rekultivace opouštěného tělesa dráhy.

Při realizaci stavby bylo třeba se vypořádat s přísnými podmínkami státní ochrany přírody a také s výrazně nedostatečnou dopravní infrastrukturou v okolí staveniště. Pro dopravu materiálu do Heřmaniček bylo například nutno zřídit mostní provizorium o rozpětí 44 m přes stávající trať.



**Obr. 1** Mostní provizorium u Střelítova

I když se stavba nachází z geologického hlediska ve středočeské žulovém plutonu a skalní podloží tvoří vesměs granodiority, v řadě případů bylo, podle zastižené skutečnosti s ohledem na stupeň zvětrání hornin a systémy puklin skalního masivu, třeba řešit problematiku založení zemních konstrukcí a umělých staveb, ale také stabilitu svahů zářezů a stavebních jam, zejména stavební jámy hloubeného Votického tunelu. Na jiných místech však bylo naopak třeba těžít horniny tř. 5-7 a bylo nutno provádět trhačí práce velkého rozsahu.

Stavba byla zahájena v létě 2009 a skončí v květnu 2013. Celkový objem stavebních prací zhotovitele je 5,7 miliardy Kč, prostavěno je cca 4,15 miliardy k 31.12.2011. Hotové jsou všechny tunely a dokončeny jsou Votice, úsek Bystřice-Benešov, v provozu je i lichá skupina žst. Olbramovice včetně RZZ a spojovací kolej č. 91 mezi Voticemi a Olbramovicemi, vedená skrz Votický a Olbramovický tunel.

Nyní k některým zajímavým a neobvyklým konstrukcím železničního spodku a umělých staveb, realizovaných Sdružením VoBen (Eurovia CS a.s., Subterra a.s. a Viamont DSP a.s.)

### **Těžká sanace svahu Střelítovského zářezu na začátku úseku**

Hloubka zářezu činí až 20 m. Terén nad zářezem se svažuje k trati, hranu zářezu lemuje místní komunikace, po které je třeba předpokládat i těžký provoz zemědělské techniky, do svahu bylo historicky vyústěno odvodnění polí nad tratí (drenáže-kamenná žebra), přítok vody do zářezu byl vzhledem k rozsahu značný, svah narušila i bujná náletová vegetace. Zářez bylo nutno rozšířit pro druhou kolej.

Po odstranění vegetace a očištění svahu bylo zjištěno silné zvětrání, docházelo k vyjždění materiálu svahu v rozsahu několika m<sup>3</sup>, ať již kamenů podél puklin nebo materiálu v místech značného zvětrání po podloží. Proto byla shledána nedostatečná projektem navržená sanace za použití kotev, zasíťování a svahovek. Bylo třeba přistoupit k těžké sanaci, kdy byla část svahu zpevněna přikotvenými zádržnými panely a železobetonovými monolitickými prahy rovněž přikotvenými ke svahu. Pouze v horní části bylo použito původně navržených svahovek. Délka sanace je cca 150 m. Dokončena byla v květnu 2011. Stav na začátku realizace a finální podoba jsou zřejmé z přiložených fotografií.





**Obr. 2** Výchozí stav před sanací Střelítovského zářezu, na snímku jsou zřejmé sesuvy svahů a značný přítok vody i v suchém období



**Obr. 3** Finální podoba sanace



## Opěrná zeď z vyztužených zemin v km 115,027 – 115,327 na přeložce trati u Střelítova

V porovnání je tato konstrukce levnější, než klasická gravitační zeď. Rovněž její výraznou výhodou byla i rychlejší realizace, neboť na počátku stavby pro potíže s výkupy pozemků došlo ke zpoždění 3,5 měsíce.

Zeď je vysoká až 9,9 m, má navíc i nadnásep, na jehož hraně je umístěna protihluková stěna, rychlost je 150 km/hod. Zeď se nachází rovněž v bezprostřední blízkosti souběžného Srbického potoka, jehož koryto bylo regulováno.

Jako materiál byl použit předrcený kámen, získaný při skalních pracích ve Voticích v areálu lomu ZAPA a ze Zahradnického tunelu. Pro založení byla použita frakce 0/256, s ohledem na blízkost potoka byla založení věnována mimořádná pozornost. Vlastní zeď je konstrukce z obalovaných zemin frakce 0/125 s obkladem líce z betonových tvarovek přikotvených geomřížemi. Při přípravě a realizaci stavby byla věnována mimořádná pozornost výběru vyztužných materiálů a dále kvalitě zemního materiálu a přesnému dodržení stanoveného postupu stavby (po vrstvách 0,4 m) a monitoringu dodržení všech stanovených parametrů. Původní doba výstavby byla zkrácena z 10 na 6,5 měsíců, a tak bylo vyrovnáno zpoždění na začátku realizace.

Podobným způsobem jsou na stavbě zrealizována křídla mostů, např. přemostění silnice 1/18 v Olbramovicích.



Obr. 4 Pohled na dokončenou zeď z ptačí perspektivy, v pozadí lom ZAPA ve Voticích, který musel částečně ustoupit přeložce trati



**Obr. 5** Pohled na dokončenou zeď, v popředí je i klenutý most, který prodloužil stávající kamenný

### **Zemní práce na železničním spodku**

Vzhledem ke značně proměnlivé kvalitě hornin bylo při zemních pracích nutno použít i trhacích prací velkého rozsahu a skalní frézu. Použití skalní frézy bylo však vzhledem ke značné tvrdosti hornin málo efektivní. Byly proto použity trhací práce a masivní nasazení bouracích kladiv. Markantní to bylo zejména při realizaci železničního spodku v Olbramovicích, kde trhací práce nebyly možné.





**Obr. 6 Skální fréza, skalní podloží je bezprostředně pod povrchem**



**Obr. 7 Výjezdový portál tunelu Tomický II a navazující žel. spodek**

## **IV. KORIDOR PO PRVNÍM POLOČASU**

**Ing. Jiří Vejnar, Ing. Karel Fridrich  
SZDC, Stavební správa západ, Praha**

### **1. PŘED VÝKOPEM**

Již v červnu 1993 schválil zmocněnec vlády ČR záměr rekonstrukce čtyř tranzitních železničních koridorů (TŽK). Přednost dostaly zatíženější I. a II. TŽK, pro IV. TŽK byly územně technické studie spolu se studií proveditelnosti zpracovány až v roce 2000 a program rekonstrukce IV. TŽK v úseku Horní Dvořiště – České Budějovice – Praha Hostivař schválila vláda ČR svým usnesením č. 1317 z 10. 12. 2001, posléze postupně nahrazeným dvěma dalšími usneseními č. 885 z 13. 7. 2005 a č. 570 z 20. 7. 2011. Podle posledního z nich by měl IV. TŽK být dokončen nejdříve za sedm let v roce 2018. Protože realizace první stavby Optimalizace trati Strančice – Praha Hostivař začala rovněž před sedmi lety v roce 2005, jsme nyní právě uprostřed předpokládané doby realizace, což je vhodný okamžik k ohlédnutí se za dosavadním vývojem, ale i k pokusu o nahlédnutí do budoucna.

### **2. PRVNÍ POLOČAS (2005 – 2012)**

Byl-li I. TŽK pojat v roce 1993 jako urychlená rekonstrukce trati na stávajících drážních pozemcích, umožnilo to sice poměrně krátkou dobu přípravy jednotlivých staveb, ale výsledkem je zakonzervování traťových rychlostí kolem 100 km/h v rozsáhlých částech trati, jak to odpovídá poloměřům oblouků zvolených staviteli ve čtyřicátých letech 19. století. Tyto rychlosti jsou hluboko pod standardy běžně uplatňovanými na západ od našich hranic a naposled ukotvenými v Technických specifikacích pro interoperabilitu subsystému infrastruktura konvenčního železničního systému z roku 2011 (2011/275/EU).

Koncepce IV. TŽK byla v roce 2000 zvolena jiná, odlišná pro tři jeho provozně se lišící úseky:

- úsek Horní Dvořiště – České Budějovice procházel v té době elektrizací, v některých úsecích doplněnou o předelektrizační úpravy. Protože v úseku je velmi slabá osobní doprava s mizivým potenciálem růstu a dominantní je zde nákladní tranzitní doprava do průmyslové oblasti Horních Rakous (Linz, Wels), náplní prací v rámci programu rekonstrukce koridoru bylo dokončení rekonstrukce železničního svršku, železničního spodku a vybraných mostních objektů v úsecích, na něž v předelektrizačních úpravách nedošlo. Trať tedy zůstává jednokolejná, rychlost se v některých úsecích mírně zvýšila ze 70 na 80 – 95 km/h;
- úsek České Budějovice – Benešov u Prahy byl téměř celý jednokolejný a zejména severně od Tábora ve velmi zanedbaném stavu. Převážným využitím trati je vedle tranzitní nákladní dopravy především osobní doprava meziregionální a dálková (mezi Prahou a městy Jihočeského kraje), slabá

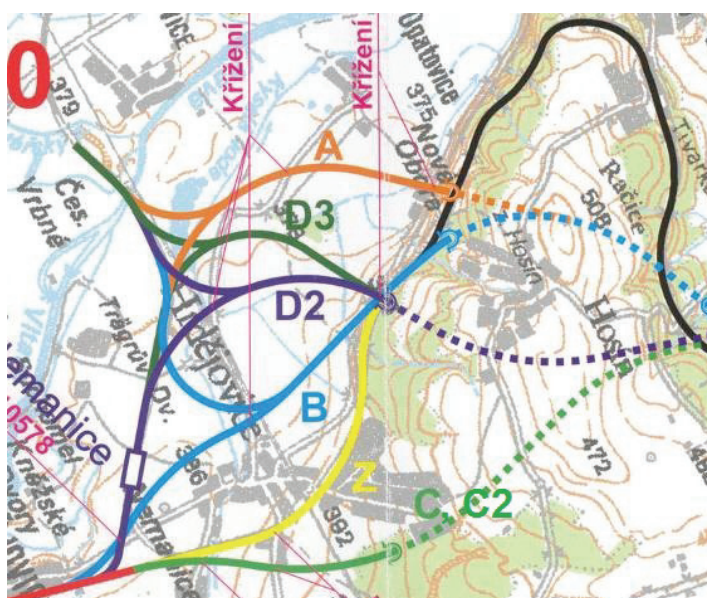


regionální osobní doprava dále klesá. Aby železnice nejen udržela, ale i po výstavbě dálnice D3 pokud možno i posílila svou úlohu, je zde navrženo zásadní zkrácení jízdních dob přestavbou trati na rychlost převážně 160 km/h a pro zvýšení spolehlivosti dopravy a kapacity trati též plné zdvoukolejnění. Zvolená rychlost 160 km/h vyhovuje TSI INF CR pro Comprehensive Network, do níž by podle návrhu revize sítě TEN-T z podzimu 2011 měl být IV. TŽK zařazen;

- úsek Benešov u Prahy – Praha je dvoukolejný od začátku 20. století. Prochází převážně urbanizovanou krajinou, s obtížnou možností stavby přeložek trati. Nad tranzitní dopravou nákladní a dálkovou dopravou osobní zde převažuje silná regionální osobní doprava směřující do Prahy. Proto zde byla zvolena cesta rychlé rekonstrukce trati ve stávající stopě, s rychlostmi v rozmezí 70 – 140 km/h a se zvýšením kapacity pomocí peronizací stanic a vybavení trati autoblokem. Budoucí potřebné posílení kapacity dráhy a zvýšení rychlosti v tomto úseku by pak měla výhledově zajistit souběžná vysokorychlostní trať Praha – Brno, již by dálkové osobní vlaky IV. TŽK mohly spoluužívat.

Zejména v úseku České Budějovice – Benešov u Prahy dochází tedy u dílčích staveb IV. koridoru díky výraznějším přeložkám železniční trati a zdvoukolejnění některých původně jednokolejných úseků k zásadní změně obvodu dráhy a záborům mimodrážních pozemků. Vzhledem k těmto skutečnostem je jedním z předpokladů úspěšné přípravy stavby soulad s příslušnou územně plánovací dokumentací. Základním nástrojem územně plánovací činnosti krajů jsou zásady územního rozvoje, kterým před jejich platností předcházely územní plány velkých územních celků. Nižším stupněm jsou pak územní plány měst a obcí. Stabilizace trasy železnice v územně plánovací dokumentaci je mnohdy několikaletý proces, při kterém se naráží na protichůdné záměry státu (Ministerstva dopravy ČR, SŽDC), krajů, místních samospráv, občanských sdružení i jednotlivých občanů. V nejkrajnějších případech pak dochází k posuzování celé řady variant a hledání

kompromisního řešení. IV. TŽK tím byl postižen na více místech (úsek Soběslav – Doubí, kde se střetly zájmy města Soběslav, obce Zvěrotice, SŽDC a ŘSD; úsek Chotoviny – Sudoměřice; úsek Horusice – Veselí n. L.). Nejdéle ale trvalo nalezení územně průchodné varianty trasy v úseku mezi Nemanicemi a Ševětínem, kdy pořízení změny územního plánu příslušného velkého územního celku bylo zadáno na počátku roku 2002 a změna samotná po všech projednáních nabyla účinnosti až ke konci roku 2008, přičemž výsledná varianta „C2“ znamená prodloužení délky



Obr. 1: Některé z posuzovaných variant úseku Nemanice I – Ševětín

tunelů o cca 4,5 km. To jen ilustruje skutečnost, jak může být prodlužována samotná doba přípravy stavby a ve výsledku rovněž navyšovány náklady na realizaci. Ke konci roku 2011 jsou nicméně všechny dosud nerealizované stavby uvedeny v platných krajských územně plánovacích dokumentacích ve stopách shodných s přípravnými dokumentacemi, resp. s projekty, a to jako stavby veřejně prospěšné.

Dalším faktorem, který prodlužuje čas přípravy, je nutnost úspěšného dokončení majetkoprávního vypořádání dotčených pozemků a příp. jiných nemovitostí již v době vydání stavebního povolení. Jak již bylo uvedeno výše, oproti stavbě I. koridoru jsou zde navrhována řešení vedoucí k řadě směrových přeložek, která znamenají výrazné zásahy do velkého počtu mimodrážních pozemků. U SZDC je zavedena praxe, že geometrické oddělovací plány jsou zpracovávány jako součást projektu stavby po potvrzení nebo upřesnění obvodu dráhy z přípravné dokumentace, majetkoprávní vypořádání (výkupy, vyvlastnění, zřizování věcných břemen, projednání dočasných záborů) tedy začíná při ukončování zpracování projektu stavby. Míra souhlasu vlastníků se zábory pro stavbu není vysoká, čemuž nenapomáhá např. ani dodnes neprovedené nebo nedokončené vypořádání záborů předchozích investičních akcí (přeložka České Budějovice – Nemanice – Hluboká nad Vltavou z 50. a 60. let, „temelínské“ posilování kapacity v úseku odb. Dobřejovice – Veselí n. L. z 80. a 90. let). V řadě případů je tak nutno využívat ustanovení zákona č. 184/2006 Sb. o odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění) a zákona č. 416/2009 Sb. o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury. I přes tato opatření prodlužuje proces vyvlastnění majetkoprávní vypořádání stavby nejméně o dalších 6 měsících.

Úsek	Charakter rekonstrukce	Stav přípravy/realizace
Horní Dvořiště – České Budějovice	rekonstrukce vybraných úseků jednokolejné trati	zrealizováno
České Budějovice – Nemanice I	rekonstrukce dvoukolejné trati vč. části uzlu Č. Budějovice	probíhá realizace
Nemanice I - Ševětín	zdvoukolejnění převážně v nové stopě trati	zpracována přípravná dokumentace
Ševětín - Horusice	zdvoukolejnění ve stávající stopě trati	probíhá soutěž na projekt
Horusice – Veselí n. L.	zdvoukolejnění částečně v nové stopě trati, vč. stanice Veselí n. L.	probíhá soutěž na realizaci
Veselí n. L. - Soběslav	zdvoukolejnění ve stávající stopě trati	zpracován projekt stavby
Soběslav – Doubí u Tábora	zdvoukolejnění v nové stopě trati	zpracován projekt stavby
Doubí u Tábora - Tábor	zdvoukolejnění ve stávající stopě trati, vč. stanice Tábor	zrealizováno
Tábor – Sudoměřice u T.	zdvoukolejnění částečně v nové stopě trati	připravuje se soutěž na realizaci
Sudoměřice u T. - Votice	zdvoukolejnění v nové stopě trati	probíhá soutěž na projekt
Votice – Benešov u Prahy	zdvoukolejnění částečně v nové stopě trati	probíhá realizace
Benešov u Prahy – Strančice	rekonstrukce dvoukolejné trati	zrealizováno
Strančice – Praha Hostivař	rekonstrukce dvoukolejné trati	zrealizováno

**Tab. č. 1: Přehled úseků IV. koridoru a stav jejich přípravy nebo realizace**

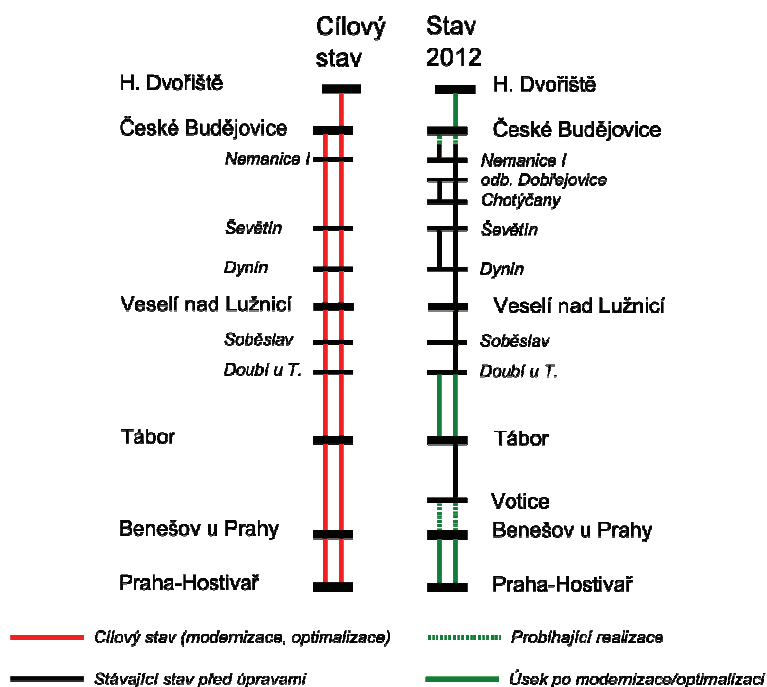
### 3. DRUHÝ POLOČAS (2012 – 2018)

Jak je vidět z tabulky 1, po sedmi letech realizace IV. TŽK jsou dokončené čtyři stavby a další dvě jsou v realizaci. I tento dílčí stav již pomohl provozu na trati, neboť umožnil zdvojnásobení počtu osobních vlaků v úseku Strančice – Praha na čtyři páry ve špičkové hodině a byl možný také nárůst počtu vlaků kontejnerové dopravy do terminálu Metrans v Praze Uhřetěvesi proti roku 2001 na dvojnásobek. Přesto je zjevné, že většina prací zbývá na následující léta. Po naštěstí pominuvší iniciativě MD ČR z léta a podzimu 2010, směřující k odložení realizace úseku Nemanice I – Doubí u Tábora za rok 2015, by v současné době mělo být devět staveb realizováno se spolufinancováním z Operačního programu doprava, což znamená zahájení do konce roku 2013 a ukončení do konce roku 2015 ještě pro tyto stavby:

- Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 1. část, Ševětín – Horusice;
- Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 2. část, Horusice – Veselí;
- Modernizace trati Veselí n. L. – Tábor – II. část úsek Veselí n. L. – Doubí u Tábora, 1. etapa Veselí – Soběslav;
- Modernizace trati Tábor – Sudoměřice.

Na novou evropskou sedmiletku (2014 – 2020) a v ní uvažované fondy tak zbývají:

- Modernizace trati Nemanice I – Ševětín;
- Modernizace trati Veselí n. L. – Tábor – II. část úsek Veselí n. L. – Doubí u Tábora, 2. etapa Soběslav – Doubí u T.;
- Modernizace trati Sudoměřice – Votice.



Obr. č. 2: Schéma IV. TŽK

mické hodnocení celého záměru a v současné době je prověřována pomocí CBA na

Celkové investiční náklady IV. TŽK mají podle zpracované studie proveditelnosti dosahovat 41,925 mld. Kč pro roky výstavby 2005 – 2016 (bez započtení ERTMS). Vlivem akceptování podob přeložek zpracovaných do Zásad územního rozvoje Jihočeského kraje ze strany resortu dopravy vzrostly ale náklady jednotlivých staveb. I po úsporách v jednotlivých stavbách činí v současné době předpokládané náklady všech staveb necelých 46 mld. Kč, rovněž se posunul termín dokončení do roku 2018. I tato výše nákladů pravděpodobně zaručuje ještě vyhovující ekono-



nové termíny a výši nákladů. Dokončení celého koridoru je nicméně podmíněno akceptováním navýšených nákladů na celý koridor vládou ČR.

#### 4. POSTŘEHY ZE ŠATNY

Jakkoliv je ekonomickým smyslem IV. TŽK vytvoření dopravní cesty atraktivní pro uživatele a tím pak i přinášející užitek pro SŽDC z poplatků za používání dopravní cesty, ale i nepřímo z růstu prestiže železniční dopravy, lze se na koridorové stavby dívat i jinak: jako na *příležitost* pro inovativní technická řešení železničního svršku nebo spodku a jako na *důvod* pro jejich hledání. Inovativní řešení totiž nemají být účelem sama o sobě (třeba abychom si ukázali, co všechno umíme od zahraničních kolegů okopírovat), ale mají zvýšit užitek našich staveb (například přiblížit zastávky k obcím) nebo snížit jinak nutné provozní náklady (kupříkladu vyloučením jinak nezbytných dilatačních zařízení). Za inovativní řešení lze chápat i rozšířené hodnoty návrhových parametrů, ale především jsou jimi konstrukce v ČR dosud nepoužité. Přiblížme si několik příkladů, uplatněných na koridoru.

#### Pohyblivé hroty srdcovek jednoduchých výhybek

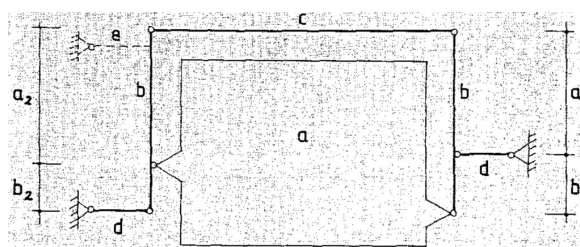
Pohyblivý hrot srdcovky umožňuje podle ČSN 73 6360-1 využití vyšších hodnot nedostatku převýšení pro klasické soupravy i pro vozidla s naklápací skříní. V žst. Čerčany jsou obloukové výhybky 1:14-760-PHS umístěny na senohrabském zhlaví (výh. č. 17 a 18) pro zmírnění propadu traťové rychlosti.

#### Řídicí tyče Meyer – Wunstorf

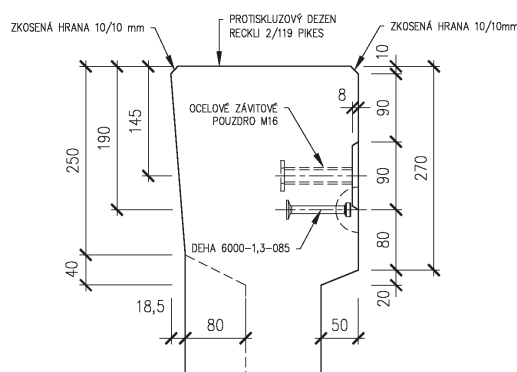
Přemostění trati nad dálnicí D3 u Chotovin je v důsledku projednání vlivu stavby na krajinný ráz navrženo velmi šikmé, navíc ŘSD požadovalo nejen neumístovat do dělicího pásu dálnice podpěru, ale navíc umožnit budoucí rozšíření dálnice na 6 pruhů. Rozpětí přemostujícího pole mostu je tedy 99 m, což by neumožnilo podle předpisu SŽDC S3 Železniční svršek převedení bezстыkové koleje. Aby nebylo nutné vkládat do koleje (ve směrovém oblouku s převýšením) dilatační zařízení, je most navržen s řídicími tyčemi Meyer – Wunstorf. Tyto tyče kinematickým mechanismem zajišťují, že při dilatacích konstrukce od teploty se konstrukce chová tak, jako by měla pevné ložisko ve středu rozpětí. Dilatační délka nosné konstrukce se zkrátí na polovinu a nepřesáhne tak dilatační délku přípustnou pro převedení bezстыkové koleje podle předpisu SŽDC S3.



Obr. č. 3 Přemostění dálnice D3 u Chotovin (SUDOP PRAHA a. s.)



Obr. č. 4 Mechanismus řídicích tyčí Meyer – Wunstorf (Meyer, Schubart)



Obr. č. 5 Detaily hlavy nástupištního bloku H 130 (ŽPSV a. s.)

## Převýšení v místě nástupiště

Novelizací ČSN 73 4959 byla zvýšena hodnota projektovaného převýšení u nových nástupišť ze 60 mm na 110 mm. To umožňuje vložit nástupiště i do oblouku menšího poloměru než dříve a tím jej podle možnosti přiblížit osídlení. Aby ale nezasahoval nakloněný průjezdný průřez do konstrukce nástupiště, vyvolala SŽDC úpravu nástupištního prefabrikátu s lícni stěnou zasunutou pod horní nástupní hranu. Prefabrikát ŽPSV a. s. označený H130 byl v roce 2011 v rámci ověřovacího provozu vložen do žst. Olbramovice.

## **Nástupiště s pevnou nástupní hranou na zastávkách**

V železničních stanicích se nyní upřednostňují nástupiště s pevnou hranou bez konzolových desek, zejména s ohledem na opakující se stížnosti cestujících na namrzání konzolových desek. Kromě omezení pro strojní čištění kolejového lože podél nástupiště vyvolává taková konstrukce potřebu uložit trativod na druhé straně koleje u nástupiště. Na dvoukolejných tratích se standardní osovou vzdáleností 4 m ale toto umístění trativodu není reálné a navrhuje se proto i nadále konstrukce nástupišť s konzolovými deskami. Pro nástupiště zastávky ve Veselí n. L. je zkušebně vyprojektována skladba nástupištní hrany, v níž pod nástupištními bloky jsou uloženy betonové staveništní prefabrikáty s otvory, umožňujícími odtok vody z kolejového lože do trativodu ležícího pod nástupištěm. Případné širší použití této konstrukce bude záviset na úspěšnosti realizace této konstrukce.

## **Kolejová křižovatka K60 1:11**

Zapojení IV. TŽK do železničního uzlu Praha není součástí investičního programu koridoru a řeší jej samostatná stavba „Optimalizace traťového úseku Praha Hostivař – Praha hl.n.“ Protože je třeba zohlednit vzájemnou časovou kolizi tras osobních vlaků a expresů, je navržen úsek Praha Zahradní Město – Praha hl.n. jako souběh dvou dvoukolejných tratí. Zhlaví žst. Praha Zahradní Město musí umožňovat současné jízdní cesty vlaků opačných směrů na obě dvoukolejné tratě, čehož je dosaženo dvojicí paralelních spojek s využitím kolejové křižovatky K60 1:11 s pohyblivými hroty srdcovek dosud u SZDC nepoužité.

### LITERATURA:

Meyer, Hartmut a Schubart, Ralf: Das Steuerstabsystem Meyer/Wunstorf – Wirkungsweise und Erfahrungen, Stahlbau 67 (1998)

SUDOP PRAHA a. s.: Modernizace trati Votice – Benešov u Prahy, projekt stavby, 09/2007

SUDOP PRAHA a. s.: Modernizace trati Tábor – Sudoměřice u Tábora, projekt stavby, 06/2011

ŽPSV a. s.: Nástupištní blok H 130, 2011

Lektoroval: Ing. Miroslav Veliš, SZDC, Praha

## **BEZSTYKOVÁ KOLEJ NA MOSTECH**

**Doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D**  
**Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební**

### **1. ÚVOD**

V současné době probíhá rozsáhlá odborná diskuze ke spolupůsobení mostní konstrukce a bezстыkové koleje. Bezстыková kolej je méně náročná na údržbu, vyžaduje méně finančních prostředků, s tím souvisí i požadavek na méně výluk a v neposlední řadě má delší životnost než kolej stykovaná. Podle platných předpisů u SZDC ji lze v současné době zřizovat v koleji s otevřeným kolejovým ložem až do směrového poloměru  $R = 200$  m. Podle připravované novelizace předpisu SZDC S3/2 „Bezстыková kolej“ bude možné bezстыkovou kolej za určitých podmínek zřizovat ve směrových obloucích  $R = 150$  m. S rozšířením možnosti zřizování bezстыkové koleje vyvstává potřeba posouzení mnoha případů zřízení průběžné bezстыkové koleje na mostních konstrukcích v úsecích tratí, kde dříve zřizovat bezстыkovou kolej nebylo možné.

Aby mohli konstruktéři, projektanti a správci infrastruktury posoudit interakci, tedy vzájemné působení mezi mostní konstrukcí a kolejí, potřebují jasnou a jednoznačnou metodiku. Ukazuje se, že v některých případech nejsou ustanovení předpisu SZDC S3 „Železniční svršek“, díl XII „Železniční svršek na mostních objektech“ v souladu s výsledky výpočtů podle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: „Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou“. Je však třeba podotknout, že zásady použití bezстыkové koleje na mostech podle předpisu SZDC S3 jsou prověřeny mnohaletými zkušenostmi, což je možné při posouzení podle zmíněné evropské normy zohlednit.

Tento článek je zaměřen na vysvětlení rozdílů mezi předpisem SZDC S3 a ČSN EN 1991-2. Na nezbytné úrovni bude vysvětlen teoretický základ interakce koleje a mostní konstrukce a také bude vysvětleno, jakým způsobem byl tento teoretický základ aplikován při výpočtu přípustných dilatačních délek mostů z hlediska posunutí a silových (a napěťových) účinků vznikajících v koleji. Uveden je příklad výpočtu mostu s netypickým uspořádáním dilatačních délek a ložisek. Dále budou uvedeny odlišnosti posouzení použití bezстыkové koleje na mostě podle ČSN EN 1991-2 a praktická doporučení pro postup posouzení bezстыkové koleje na mostě.

### **2. TEORETICKÝ POPIS INTERAKCE SYSTÉMU BEZSTYKOVÁ KOLEJ – MOSTNÍ KONSTRUKCE**

Použití bezстыkové koleje je založeno na skutečnosti, že v části bezстыkové koleje, kde nedochází k posunům kolejnic nebo celého roštu ( $du/dx = 0$ ), jsou osové síly v koleji úměrné teplotnímu zatížení a nezávisí na délce koleje, což lze vyjádřit, viz např. [1]:

$$N_x = EA \cdot \left( \frac{du}{dx} - \alpha \cdot \Delta T \right), \text{ [kN]} \quad (1)$$

kde: E je modul pružnosti kolejnicové oceli [MPa],

$N_x$  je osová síla v bezстыkové koleji [kN],

A je průřezová plocha dvou kolejnic [m<sup>2</sup>],

$u$  je podélný posun koleje (kolejového roštu nebo kolejnic) [m],

$\alpha$  je součinitel teplotní roztažnosti kolejnic [K<sup>-1</sup>],

$\Delta T$  je teplotní rozdíl mezi aktuální a upínací (neutrální) teplotou kolejnic [K].

Další síly, které působí v podélném směru na kolej, jsou rozjezdové a brzdné síly od kolejových vozidel. Výpočty, měřeními i praktickými zkušenostmi bylo potvrzeno, že bezстыková kolej je schopná všechny tyto síly přenášet a odolávat jim, je stabilní a bezpečná.

Na mostní konstrukci se k výše uvedeným podélným silám přidává ještě působení mostní konstrukce v důsledku její teplotní dilatace. Otázka tedy zní, jak velké smí být dilatační délky mostu, aby byla kolej i nadále schopná vzdorovat podélným silám. Při teoretickém popisu musíme na rozdíl od bezстыkové koleje na tělese železničního spodku předpokládat posun koleje v důsledku teplotní dilatace mostní konstrukce. Analogickou situací na tělese železničního spodku je dýchající konec bezстыkové koleje ( $\frac{du}{dx} \neq 0$ ), kde se však po délce směrem ke konci bezстыkové koleje síly snižují. Podstatou tohoto jevu je, že změna osových sil v koleji, uvažovaná po její délce, je úměrná aktivovanému podélnému odporu koleje proti posunutí a spojitému podélnému zatížení brzdnými nebo rozjezdovými silami. Matematicky je to vyjádřeno rovnicí:

$$\frac{dN_x}{dx} = r_x - q_x, \text{ [kN/m]} \quad (2)$$

kde:

$r_x$  je podélný odpor proti posunutí [kN/m],

$q_x$  je spojitě zatížení brzdnými nebo rozjezdovými silami [kN/m].

Pro popis chování bezстыkové koleje je klíčovým parametrem podélný odpor koleje proti posunutí (kolejnice v upevňovacím uzlu a kolejového roštu v kolejovém loži), ať už vůči podloží nebo mostní konstrukci. Podélný odpor je nelineárně závislý na podélném posunutí koleje  $u$ , viz obrázek 1. Výpočet průběhu posunutí  $u$  bezстыkové koleje na tělese železničního spodku před a za mostem a na mostě samém je klíčem ke stanovení osových sil  $N_x$  v bezстыkové koleji.

Pro bezстыkovou kolej na tělese železničního spodku v nejjednodušších analýzách se zpravidla používá model, kdy se uvažuje plastický podélný odpor hodnotou  $r_0$  nezávisle na velikosti posunutí koleje  $u$ . Tento přístup pro bezстыkovou kolej na mostě nelze použít, protože by při výpočtu síla od mostu přenášená do koleje nebyla závislá na velikosti teplotní dilatace mostu v daném řezu. Proto se zpravidla volí konzervativní přístup (tj. na stranu bezpečnou) a uvažuje se lineární závislost podélného odporu na posunutí koleje,  $u$  koleje na mostě na vzájemném posunutí koleje vůči mostní konstrukci:



$$\text{a) na tělese žel. spodku: } r_x = k \cdot u; \quad \text{b) na mostě: } r_x = k_m \cdot (u - u_m) \quad (3)$$

kde

$k$  je konstanta vyjadřující lineární závislost mezi posunutím koleje a podélným odporem na zemním tělese [kN/m<sup>2</sup>],

$k_m$  je konstanta vyjadřující lineární závislost mezi posunutím koleje a podélným odporem na mostě [kN/m<sup>2</sup>],

$u$  je podélné posunutí koleje [m],

$u_m$  je posunutí mostu vlivem změny teploty [m],

přitom při zanedbání vlivu koleje na mostní konstrukci vzhledem k neporovnatelně menší průřezové ploše kolejnic se běžně uvažuje:

$$u_m = l_m \cdot \alpha_m \cdot \Delta T_m, \text{ [m]} \quad (4)$$

kde  $l_m$  je dilatační délka mostu [m],

$u_m$  je posunutí mostu vlivem změny teploty [m],

$\alpha_m$  je součinitel teplotní roztažnosti pro mostní konstrukci

$\Delta T_m$  je teplotní rozdíl mezi aktuální teplotou mostu a teplotou mostu, při níž byla zřízena bezстыková kolej na mostě [K].

Ucelený systém řešení zpracoval a publikoval prof. Frýba v [1] v kapitole 14 – Termické spolupůsobení bezстыkové koleje a mostu. Z rovnic (1) až (3) lze pro každý úsek po délce koleje napsat základní diferenciální rovnice, jejichž řešení popisuje posunutí bezстыkové koleje po délce a odpovídající průběh osových sil:

$$\text{a) na tělese žel. spodku:} \quad -EA \frac{d^2 u}{dx^2} + k \cdot u = q_x \quad (5)$$

$$\text{b) na mostě:} \quad -EA \frac{d^2 u}{dx^2} + k \cdot (u - u_m) = q_x \quad (6)$$

### 3. STANOVENÍ PŘÍPUSTNÝCH DILATAČNÍCH DÉLEK MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ

Teoretický úvod v minulé kapitole nám objasnil, které veličiny ovlivňují síly a průběh posunutí v bezстыkové koleji na mostě. Pro výpočet a posouzení bezстыkové koleje na mostě je třeba znát zejména:

- podélný odpor koleje  $r_x$  na zemním tělese a na mostě, vyjádřený parametry  $k$  a  $k_m$ , v provozem nezatíženém stavu i zatíženém stavu v případě výpočtu s brzdnými a rozjezdovými silami; hodnoty podélného odporu v běžných, ale i extrémních klimatických podmínkách v zimním období, kdy může dojít k lomu kolejnic; podélný odpor na mostě bude dále záviset na typu mostovky – most s průběžným kolejovým ložem, prvková otevřená mostovka s mostnicemi, přímo pojížděná mostovka;

- součinitele teplotní roztažnosti koleje  $\alpha$  a mostu  $\alpha_m$ . Ačkoliv jsou hodnoty teplotních součinitelů pro kolejnice a konstrukční materiály mostů běžně k dispozici, je třeba si uvědomit, že mostní konstrukce obvykle nedosahují teoreticky vypočtených hodnot podélné teplotní dilatace v důsledku zpravidla nerovnoměrného prohřívání konstrukce, což souvisí s tvarem a typem mostní konstrukce – ocelová, betonová, spřažená ocelobetonová konstrukce. Tento jev může dále případně souviset s odpory bránícími volné dilataci mostu, a to spíše u mostů kratších dilatačních délek;
- extrémní teplotní změny pro kolej i mostní konstrukci.

Na popisu termického spolupůsobení bezстыkové koleje a mostu, uvedeném v [2], je důležité, že poskytuje ucelený systém vstupních parametrů pro výpočet uvedený v předchozím odstavci. Jako příklad vstupních parametrů výpočtu podle této literatury je možné uvést součinitel teplotní roztažnosti pro mostní konstrukce  $\alpha_m$ . Z tabulky 1 je zřejmé, že pro most se uvažují výrazně nižší součinitele teplotní roztažnosti, dokonce méně než poloviční než udávané pro konstrukční materiál, což významně ovlivňuje výsledky výpočtu.

Most		$\alpha_m [10^{-6} K^{-1}]$
Průběžné kolejové lože	Ocelový	6
	Ocelobetonový	5
	Betonový	5
Prvková otevřená mostovka		9
Kolejnice		12

**Tab. 1 Součinitelé teplotní roztažnosti  $\alpha_m$  mostní konstrukce podle typu a kolejnice  $\alpha$**

Výpočtem stanovené průběhy sil, napětí a posunů v bezстыkové koleji na tělese železničního spodku i na mostě se podle [2] posoudí, zda:

- síla v koleji při maximálním oteplení mostu i kolejnic je menší než polovina kritické síly pro vybočení;
- napětí v kolejnici vyhoví z hlediska únosnosti kolejnic pro maximální oteplení a ochlazení mostu i kolejnic, s ojetím kolejnic se napětí zvyšuje;
- spára vzniklá po lomu kolejnice v zimním období je menší než 50 mm;
- síla působící na upevnění kolejnic u mostů bez kolejového lože nepřekročí přípustnou mez; zpravidla se posoudí prostřednictvím hodnoty vzájemného posunutí koleje vůči mostu.

Na základě tohoto posouzení byly stanoveny maximální přípustné dilatační délky mostních konstrukcí tak, jak jsou uvedeny v tabulce 1 dílu XII předpisu SŽDC S3. Je však nutno podotknout, že dříve uskutečněné výpočty nejsou v souladu s ČSN EN 1991-2. K posouzení dle [2] je možné mít tyto výhrady:

- vstupní parametry neodpovídají ČSN EN 1991-2, což se týká součinitele teplotní roztažnosti mostu  $\alpha_m$  a hodnot podélného odporu  $r_x$ ;
- posouzení napětí v kolejnicích neodpovídá platné metodice, uvedené v předpisu SŽDC S3, dílu IV, kapitole IV Posuzování únosnosti kolejnic



a jazyků neodpovídá ani metodice uvedené ČSN EN 1991-2; metody výpočtu i uvažované hodnoty jsou jiné, při výpočetním ověření je kvůli kompatibilitě nutné použít tuto již neplatnou metodiku; sporné je to zejména pro kolejnice 60 E 1 a 60 E 2 (příp. UIC 60), pro něž nejsou uvedeny všechny parametry pro výpočet;

- není jednoznačně stanoven postup výpočtu kritické síly pro vybočení bezстыkové koleje, zejména s ohledem na kolej ve směrovém oblouku a možnou počáteční deformaci geometrických parametrů koleje, použít je možné např. vztah:

$$N_k = -\frac{8EI_z}{R \cdot v_0} + \sqrt{\left(\frac{8EI_z}{R \cdot v_0}\right)^2 + \frac{16EI_z \cdot r_y}{v_0}}, \text{ [N]} \quad (7)$$

kde

$R$  je poloměr směrového oblouku [m],

$r_y$  je příčný odpor proti posunutí koleje, dle předpisu S 3/2 ve výši nejméně 7 kN/m,

$I_z$  je moment setrvačnosti koleje [m<sup>4</sup>],

$v_0$  je amplituda počáteční deformace polohy (např. podle ČSN 73 6360-2 na mezi bezodkladného zásahu IAL) [m].

Hodnoty teplotního součinitele pro most, uvedené v tabulce 1 jen přibližně popisují skutečné chování konstrukcí. V rámci nedávno ukončeného kontinuálního monitoringu Znojemskeho viaduktu (na kterém ale není bezстыková kolej) byl vyhodnocen teplotní součinitel  $\alpha_m$  pomocí regresní analýzy pro hodnoty podélné dilatace mostu a teploty mostní konstrukce, nasnímané v průběhu dvou let v intervalu každé sekundy. Přehled výsledků regresní analýzy je v tabulce 2, odkud je zřejmé, že hodnota tohoto součinitele se výrazně odlišuje od uvažovaného v systému posouzení dle [2]. Regresní analýza pro měsíc duben roku 2011 je znázorněna graficky na obrázku 2 a patrné také je, že hodnota vypočteného součinitele  $\alpha_m$  mírně v jednotlivých měsících kolísala.

Dilatační délka konstrukce	Součinitel $\alpha_m$	Rozpětí teplot	Vypočtený rozsah dilatace	Zjištěný rozsah dilatace
[m]	[10 <sup>-6</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[mm]	[mm]
220,97	9,7	51,4	110	111

Tab. 2 Regresní analýza dilatace Znojemskeho viaduktu vlivem teplotních změn

## 5. PŘÍKLAD POSOUZENÍ KONSTRUKCE

Příkladem posouzení interakce most – kolej je posouzení bezстыkové koleje na nově navržené železniční estakádě v km 255,740 až 256,116 trati Česká Třebová – Praha (žst. Ústí nad Orlicí). Navržená železniční estakáda převádí dvoukolejnou trať v směrovém oblouku o poloměru kolejí 752,00 m a 756,75 m. Kolejové lože na železniční estakádě je průběžné. Estakáda je složena celkem ze tří oboustranně dilatujících mostních konstrukcí různých délek (viz obrázek 3). Hlavním důvodem pro individuální posouzení konstrukce bylo netypické umístění pohyblivých ložisek

dvou dilatačních délek proti sobě na jednom pilíři a překročené přípustné dilatační délky podle tabulky 1 dílu XII předpisu SŽDC S3.

Analytické metody řešení termického spolupůsobení mostní konstrukce a bezстыkové koleje neumožňují jednoduchým způsobem zohlednit umístění mostu ve směrovém oblouku. Z tohoto důvodu bylo provedeno paralelní řešení analytickou metodou a metodou konečných prvků, která ve výpočtu zohledňuje tuto geometrii konstrukce (viz [3]).

Vstupní parametry a podmínky pro posouzení byly převzaty z [2]. Analytický přístup úlohu zjednodušuje na soustavu spolupůsobících nosníků umístěných v přímé a nahrazujících vztah mezi kolejí a mostní konstrukcí soustavou lineárních pružin. Přístupem v modelu konečných prvků byla zohledněna oblouková geometrie konstrukce, bylo uvažováno nelineární kontaktní spojení šterkového lože a ocelové konstrukce mostů a do výpočtu byla zavedena vlastní tíha konstrukce. Na druhé straně v modelu metodou konečných prvků jsou na okraji modelu a nad pevnými ložisky zaneseny nerealistické okrajové podmínky zjednodušením modelování spodní stavby mostu jako absolutně tuhé. Celkově je možné konstatovat, že výsledky se dobře shodují (viz obrázky 5 a 6) a vlivy směrového oblouku na most s ohledem na charakteristiky mostu v příčném směru je možné při výpočtu zanedbat. Vliv směrového oblouku a deformace prostorové polohy je v každém případě nutné vzít v potaz při stanovení kritické osové síly při vybočení bezстыkové koleje, viz vztah (7).

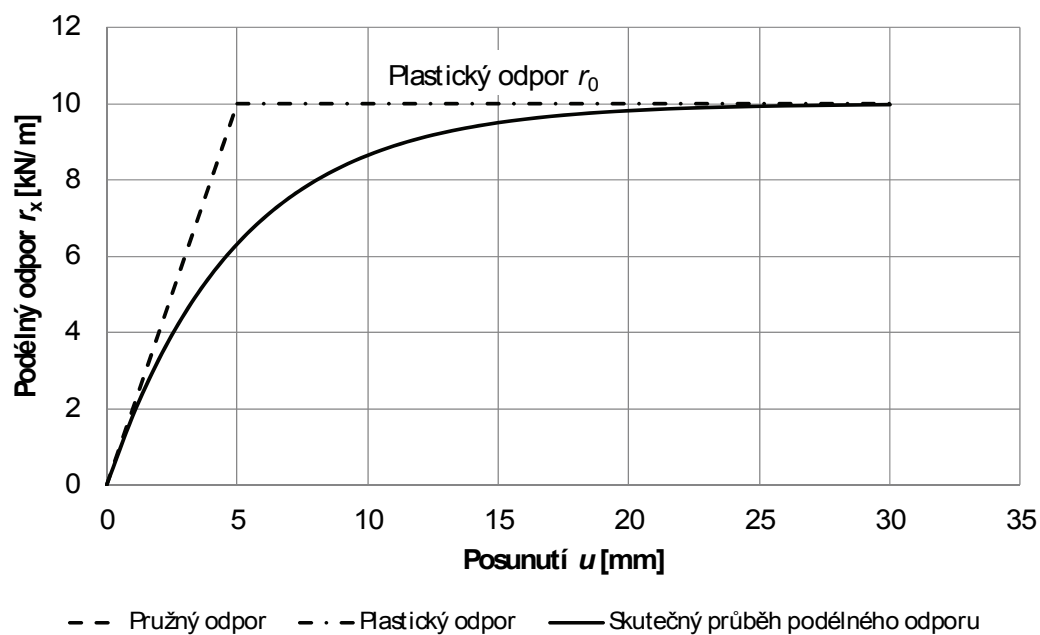
## 6. ZÁVĚR

V současné době by každá mostní konstrukce, na které je použita bezстыková kolej, měla být posouzena podle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: „Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou“. Tento standard poskytuje také základní hodnoty vstupních parametrů, pro výpočet a posouzení interakce most - kolej. Při jejich použití na mostní konstrukce, jejichž dilatační délky jsou podle tabulky 1 dílu XII předpisu SŽDC S3 přípustné, nemusí být posouzení bezстыkové koleje v souladu s tímto standardem.

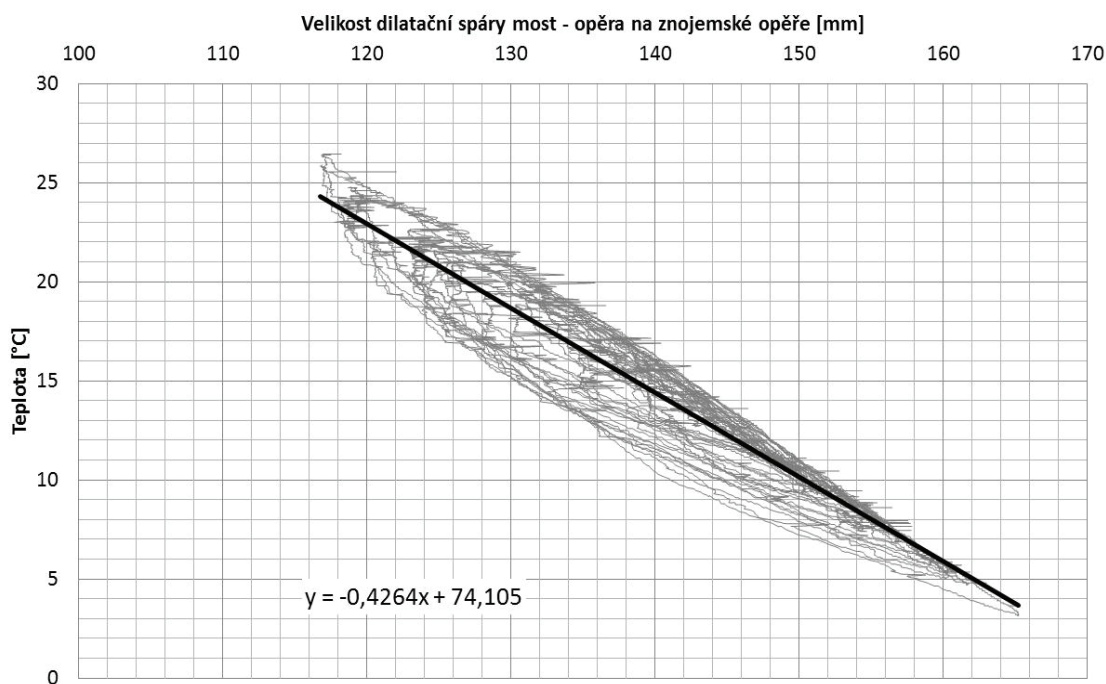
Řešení této situace je možné za předpokladu, že budou pro výpočet dle EN použity vstupní parametry prověřené letitou zkušeností z provozování, potvrzené monitoringem mostů a koleje. Tabulku přípustných dilatačních délek mostů pro použití bezстыkové koleje v předpisu SŽDC S3 pak bude možné nově přehodnotit podle metodiky výpočtu uvedené EN.

### LITERATURA:

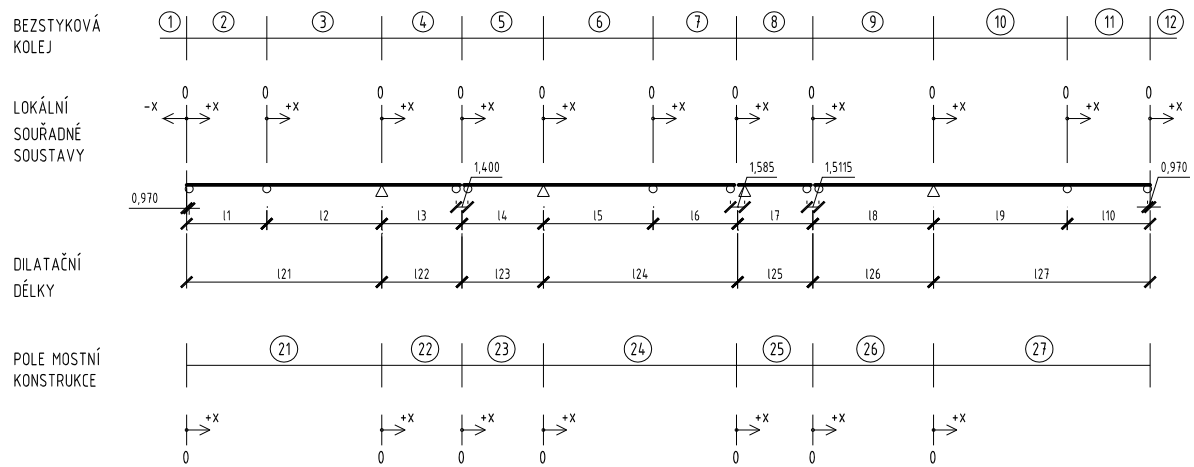
- [1] PLÁŠEK, O., ZVĚŘINA, P., SVOBODA, R., MOCKOVČIAK, M.: *Železniční stavby. Železniční spodek a svršek*. 1. vyd., Brno: CERM, 2004. 291 str. ISBN 80-214-2621-7
- [2] FRÝBA, L.: *Dynamika železničních mostů*. 1.vyd., Academia, Praha 1992. 328 str. ISBN 80-200-0262-6
- [3] MRÓZEK, M.; BRAŤKA, M.; PLÁŠEK, O.; SALAJKA, V., *Analysis of Continuous Welded Rail at Railway Bridge*, příspěvek na konferenci Engineering Mechanics 2009, Svatka, Česká republika, 2009, ISBN 978-80-86246-35-2



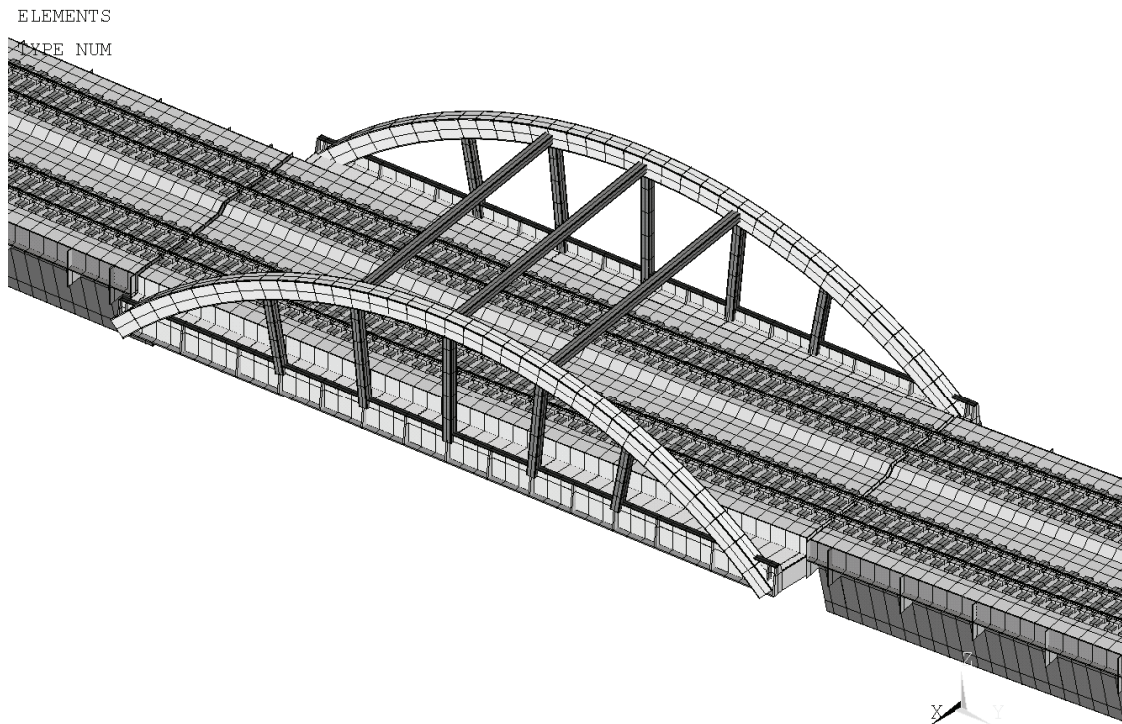
Obr. 1 Příklad průběhu podélného odporu v závislosti na podélném posunutí  $u$



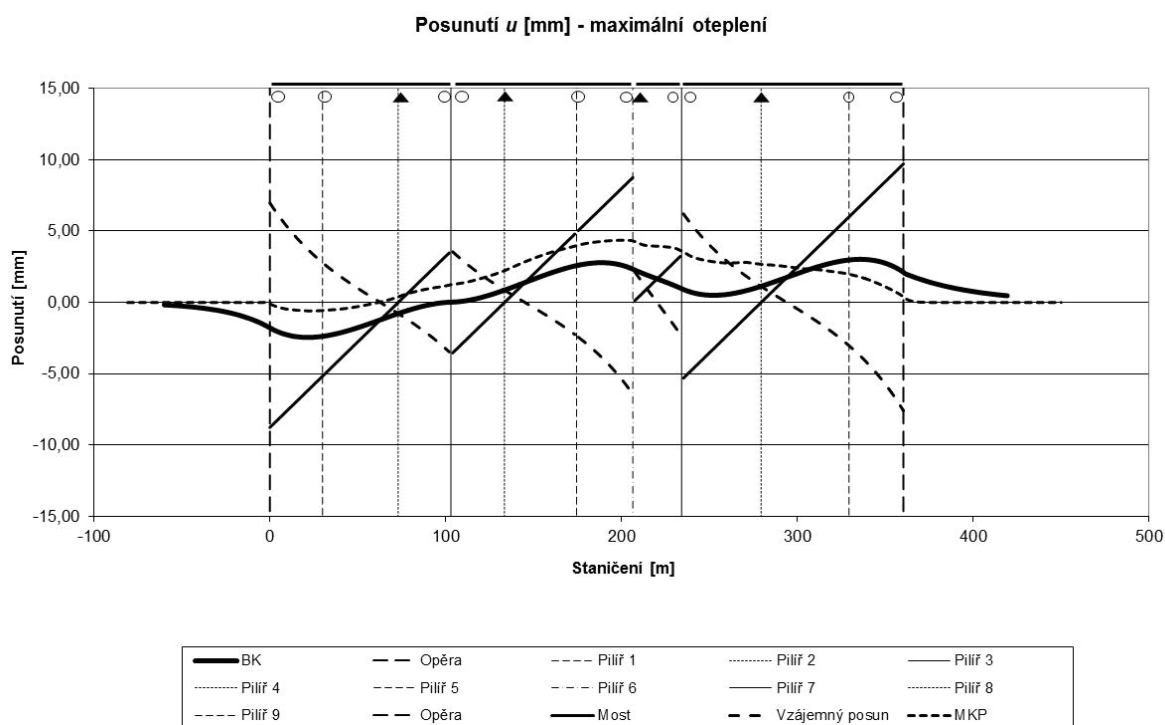
Obr. 2 Závislost dilatace mostní konstrukce na teplotě v IV.2011  
 (Pozn.: Regrese je sestavena pro převrácenou veličinu, odpovídá  $\alpha_m = 9,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )



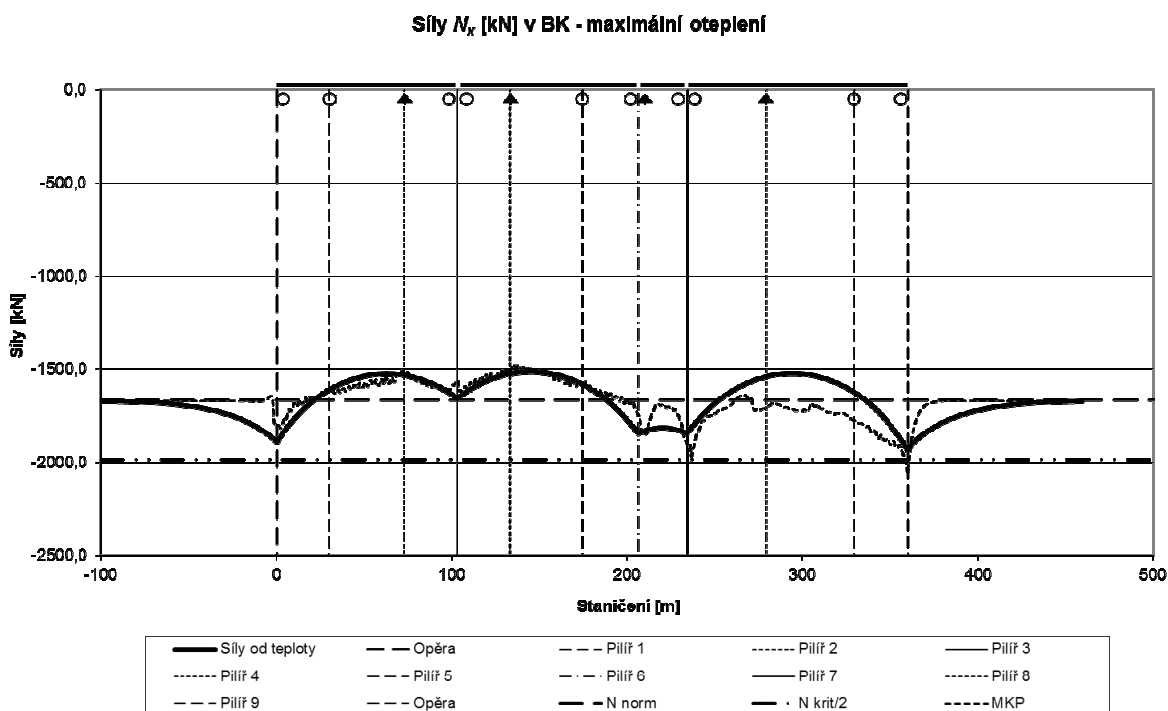
**Obr. 3** Schéma uspořádání mostní estakády v Ústí nad Orlicí – varianta uspořádání ložisek



**Obr. 4** Detail konečně prvkového modelu mostní estakády v Ústí nad Orlicí – oblast pole č. 8



**Obr. 5** Posunutí koleje pro maximální oteplení – porovnání analytické metody a metody konečných prvků (MKP)



**Obr. 6** Síly v koleji pro maximální oteplení – porovnání analytické metody a metody konečných prvků (MKP – na koncích modelu a nad ložisky výpočetní singularity)

Lektoroval: Ing. Petr Szabó, SZDC Praha



## **NOVÝ PŘEDPIS O PEVNÉ JÍZDNÍ DRÁZE**

**Ing. Radek Bernatík**  
**SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha**

### **1. ÚVOD**

Klasická konstrukce železničního svršku (kolej s kolejovým ložem) se vyznačuje jednou zásadní nevýhodou, a to nutností náročnější a častější údržby koleje spočívající především ve směrové a výškové úpravě koleje a čištění kolejového lože, hubení plevele apod. Použitím pevné jízdní dráhy (dále jen „PJD“) můžeme náklady na údržbu koleje výrazně snížit. Ve zjednodušené formě se PJD označuje konstrukce, kde je kolejové lože nahrazeno betonovou nebo asfaltobetonovou deskou. Na trhu se vyskytuje několik patentovaných systémů PJD, například systém s kontinuálně a na místě zřizovanou železobetonovou deskou se zabetonovanými podporami nebo s použitím prefabrikovaných železobetonových desek ležících na roznášecí vrstvě.

Investiční náklady na výstavbu pevné jízdní dráhy mohou být, dle jejího typu a podmínek použití, zhruba 1,5-krát až 2,5-krát vyšší oproti nákladům na výstavbu klasické konstrukce železničního svršku. Porovnáme-li však celkové náklady, včetně údržby a oprav, za celou dobu životnosti konstrukce, pak může vyjít příznivěji zřídit PJD, a to díky značnému snížení nároků na údržbu. PJD se obvykle navrhuje na nových vysokorychlostních tratích vzhledem k potřebě trvalého a bezpečného zajištění přesné geometrie koleje a v neposlední řadě se také navrhuje v tunelech, kde je možno díky konstrukci nosné desky PJD snížit tunelový výrub.

Podmínky a požadavky na přípravu stavby PJD, na realizaci její stavby, na provádění její údržby a kontroly stanovuje nový předpis SŽDC S9 Pevná jízdní dráha, který vydává Odbor traťového hospodářství.

### **2. NÁZVOSLOVÍ**

**Pevná jízdní dráha** je tvořena konstrukcí železničního svršku (dále jen „ŽSv“) bez kolejového lože a konstrukcí železničního spodku (dále jen „ŽSp“) v souvislé délce zpravidla větší než 150 m, u které nosnou konstrukci tvoří a přenos sil ze zatížení provozem do podloží zajišťuje nosná deska PJD. Pojem pevná jízdní dráha se nevztahuje na konstrukce na mostech s přímo pojižděnou mostovkou a s mostnicemi.

**Konstrukce pevné jízdní dráze podobná** může být konstrukčně shodná s PJD, ale je zřízena v koleji na úseku zpravidla kratším než 150 m (např. uložení konstrukce ŽSv na stropní desce podchodu, správkové koleje, technologické kolejiště, prohlížecí jámy).

**Typ konstrukce PJD** je garantem navržené a dodávané konkrétní konstrukční uspořádání ŽSv PJD, přechodových oblastí a případně i specifické uspořádání konstrukce ŽSp PJD.

**Garant** typu konstrukce PJD je subjekt (obvykle firma), který je původcem (autorem) konkrétního typu konstrukce PJD a zpravidla vlastní k tomuto typu ochranná práva. Garant typu konstrukce PJD nese odpovědnost za technické a technologické řešení konkrétního typu konstrukce PJD a ručí za návrhové parametry konstrukce.

**Konstrukce železničního svršku PJD** je uspořádání železničního svršku skládající se z:

- kolejnic, upevňovadel a drobného kolejiva, případně pražců;
- nosné desky PJD;
- roznášecí vrstvy.

Typ konstrukce ŽSv PJD je přesně definované a dimenzované konstrukční uspořádání; zpravidla nese své jedinečné označení navržené garantem daného typu konstrukce a zpravidla je i patentově chráněno.

**Konstrukce železničního spodku PJD** je uspořádání tělesa železničního spodku skládající se z:

- konstrukčních vrstev tělesa ŽSp;
- zemního tělesa;
- odvodnění.

Typ konstrukce ŽSp PJD je přesně definované a dimenzované konstrukční uspořádání, pokud jej nebo jeho část garant navrženého typu konstrukce ŽSv PJD požaduje.

**Nosná deska PJD** je ta část konstrukce železničního svršku PJD, která vznikne zmonolitněním jednotlivých nosných komponentů k tomu určených (např. pražců, bloků, výztuže, prefabrikované desky, desky betonované/asfaltované na místě).

**Roznášecí vrstva** je vrstva v konstrukci železničního svršku PJD vybudovaná pod nosnou deskou PJD a zpravidla zhotovená ze směsi stmelené hydraulickým pojivem (HGT).

**Přechodová oblast** je oblast, která vytváří pozvolný přechod mezi konstrukcemi rozdílné tuhosti.

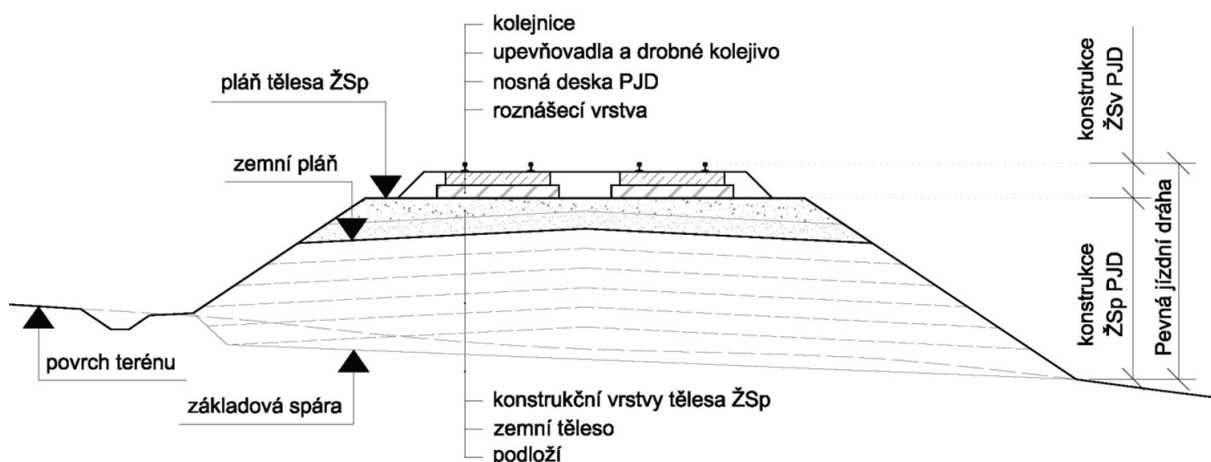
**Přechodová oblast železničního svršku** je oblast, která umožňuje pozvolný přechod tuhosti v konstrukci ŽSv PJD.

**Přechodová oblast železničního spodku** je oblast, která umožňuje pozvolný přechod tuhosti v konstrukci ŽSp PJD.

**Přechodová oblast mostu** je speciální typ přechodové oblasti železničního spodku. Jedná se o přechod zemního tělesa na mostní objekt a opačně, popřípadě i úpravy v konstrukci ŽSv.

**Přechodová oblast tunelu** je speciální typ přechodové oblasti železničního spodku. Jedná se o přechod zemního tělesa do tunelu a opačně.

**Součást železničního svršku PJD** je komponent železničního svršku PJD, jehož shodu v určených technických a zákonných náležitostech je třeba pro účely posouzení SZDC dokladovat samostatně.



Obrázek 4 Hlavní části konstrukce PJD

### 3. POUŽITÍ PJD

Pevná jízdní dráha se vyznačuje vysokou tuhostí, stabilitou a trvanlivostí. Přesto se její použití v některých územích nedoporučuje, protože v těchto územích je zapotřebí vynaložit vysoké náklady pro vybudování vhodného opatření k zabránění deformací nebo poruch PJD. Následná oprava poruch PJD způsobených nepříznivými vlivy bývá vysoce neekonomická, zpravidla je nevyhnutelná komplexní rekonstrukce příslušného úseku.

Použití PJD je vyloučeno:

- na mostech, kde nelze PJD technicky zřídit (např. otevřená prvková mostovka);
- v poddolovaném území;
- v území s dlouhodobými pohyby podloží (nestabilní podloží);

Použití PJD může být omezeno:

- v území s vysokou hladinou podzemní vody, tj. je-li trvale výše než 1,5 m pod temenem kolejnice;
- v sesuvném území;
- v území tvořeném mocnými organickými vrstvami (např. rašelina, bahnité náplavy);
- v území tvořeném prosedavými zeminami;
- v území s vyskytujícími se tektonickými poruchami;
- v inundačním území (při povodni nebo záplavě nesmí dojít k ohrožení stability svahu, podemletí zemního tělesa atd.);
- výsledkem posouzení nákladů na zřízení a údržbu PJD po celou dobu životnosti;
- tím, že nelze realizovat opatření pro dodržení limitních hodnot zátěže životního prostředí nebo tato opatření vyvolají enormní náklady.

#### 4. SCHVÁLENÍ PJD

Navrhování PJD do sítě železniční drah ČR v důsledku vysokých investičních nákladů, nároků na kvalitu zhotovení podléhá speciálnímu procesu schválení, který spočívá v nutnosti doložení požadovaných dokladů dodavatelem daného typu konstrukce PJD za účelem detailního posouzení uživatelem. Podnět pro návrh ke zřízení PJD může být podán jak ze strany SZDC, tak ze strany projektanta či zhotovitele. Při návrhu PJD v kterémkoliv stupni projektové dokumentace musí být SZDC OTH odsouhlaseno jak samotné použití PJD, tak konkrétní typ konstrukce PJD, která má být použita, a její samostatné součásti.

První použití konkrétního typu konstrukce PJD se zpravidla realizuje v režimu provozního ověřování po určitou dobu, kdy se sledují, měří a vyhodnocují vybrané parametry konstrukce, což vyžaduje doložení příslušných podkladů. Těmito podklady jsou:

- kompletní typová výkresová dokumentace PJD a jejich jednotlivých součástí;
- statický výpočet nosných prvků konstrukce ŽSv PJD (nosné desky, pražců apod.) se stanovením limitní velikosti a rovnoměrnosti (např. rozdíl deformací na dané vzdálenosti) deformace zemní pláně po délce koleje, jejíž překročení by mohlo vést k porušení nebo nadměrné deformaci nosné desky PJD;
- zprávy o provedených zkouškách – počáteční zkoušky typu jednotlivých samostatně dodávaných prefabrikovaných dílců a součástí, resp. systému upevnění;
- typová výkresová dokumentace a popis řešení přechodových oblastí na styku s klasickou konstrukcí železničního svršku nebo jinou konstrukcí železničního svršku PJD, přechodů PJD mezi mostními nosnými konstrukcemi a přechodů z mostů a tunelů na zemní těleso, umístění součástí zabezpečovacího zařízení, zařízení diagnostiky závad jedoucích vozidel a dalších zařízení dopravní cesty;
- certifikáty a prohlášení dokládající shodu použitých výrobků v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb. v platném znění a nařízeními vlády č. 190/2002 Sb., respektive č. 163/2002 Sb. a č. 133/2005 Sb. v platném znění;
- certifikáty a prohlášení dokládající systém řízení výroby a kvality subjektů, které vyrábějí nebo dodávají jednotlivé součásti konstrukce ŽSv PJD (dle norem ISO řady 9000 nebo jiných obdobných mezinárodních standardů);
- informace o typových emisích hluku a vibrací vyzařovaných konstrukcí PJD, ve vazbě na limity stanovené právním řádem ČR;
- prohlášení uchazeče o veřejnou zakázku/zhotovitele stavby, že navrhovaná konstrukce není zatížena právy třetích osob včetně práv průmyslových a ani mu nejsou známy žádné skutečnosti, které by mohly vyloučit nebo omezit její užití v železničních drahách ČR a že je oprávněn tuto konstrukci nabízet a zřizovat;
- právoplatné doklady o dodržení případných dalších požadavků, které jsou na navrhovaný typ konstrukce PJD stanoveny českým právním řádem;

- návrh technických podmínek dodacích (dále jen „TPD“) garantujících technické a kvalitativní parametry jednotlivých samostatně dodávaných součástí typu konstrukce PJD a záruční podmínky;
- zásady technologie výstavby s uvedením zejména potřebných technologických časů na jednotlivé stavební procesy, nároku na stavební mechanizaci a dopravu;
- návod pro údržbu a opravy včetně možností řešení poškození mimořádnou událostí. V návodu musí být zejména uvedeny konkrétní limitní hodnoty pro případný výskyt trhlin a předepsané maximální odchylky, které je nutno dodržet při stavbě a provozování PJD;
- typový propočít s uvedením nákladů na výstavbu a ekonomickou rozvahu předpokládaných nákladů na údržbu a opravy po dobu životnosti konstrukce;

Po dokončení procesu schválení daného typu konstrukce PJD je možno tentýž typ konstrukce PJD navrhovat bez dalšího dokládání a ověřování.

## 5. VYBRANÉ TECHNICKÉ POŽADAVKY

Pokud garant typu konstrukce PJD požaduje zřídit současně s konstrukcí ŽSv PJD i konstrukci ŽSp PJD, přechodové oblasti nebo jiná specifická konstrukční uspořádání dle vlastně stanovených technických parametrů a technologických postupů, mohou se tyto parametry a postupy převzít od garanta po odsouhlasení SZDC OTH, přičemž garant za tyto konstrukce nese zodpovědnost.

### 5.1 Požadavky na geotechnický průzkum

Geotechnický průzkum je základem pro správné navržení jakékoliv konstrukce dopravní stavby. To platí hlavně u liniových staveb, kde se s rostoucí délkou konstrukce mění litologické vrstvy podloží, které pod zatížením dopravou ovlivňují značnou měrou sedání. Geotechnický průzkum proto musí poskytnout inženýrskogeologické, hydrogeologické a geotechnické podklady pro potřeby projektování a realizaci stavby PJD, kde výsledky a závěry z tohoto průzkumu jsou podkladem pro hospodárný a bezpečný návrh tělesa železničního spodku včetně založení stavby.

Geotechnický průzkum pro PJD využívá metod nedestruktivních (např. georadar) a na základě výsledků nedestruktivních metod a vedení trasy se provedou destruktivní metody (např. vrty, kopané sondy).

Vzhledem k vysokým nárokům na stabilitu konstrukce ŽSp PJD musí být pro účely návrhu PJD proveden podrobnější geotechnický průzkum, než který se požaduje u klasické konstrukce s kolejovým ložem. Výsledné požadované geotechnické parametry musí být určeny z laboratorních a terénních zkoušek metodikou požadovanou pro 3. geotechnickou kategorii.

Vrty se umísťují v ose koleje ve vzdálenosti max. 50 m, v úsecích s geologicky stejnými poměry může být tato vzdálenost zvětšena až na 100 m. Vrty se provádějí min. do hloubky 6 m pod úroveň terénu nebo pod budoucí niveletu koleje. Geologické poměry musí být ověřeny do vzdálenosti 100 m od osy koleje, minimálně však do vzdálenosti 60 m od vnější hrany budoucího zemního tělesa.



## 5.2 Geodetické požadavky

Pro geodetické činnosti a podmínky pro jejich vykonávání platí pro projektovou dokumentaci PJD i pro stavbu PJD stejné zásady jako u klasické konstrukce s kolejovým ložem s doplněním, které stanovuje správce prostorové polohy koleje (dále jen „SPPK“). Nad běžný rámec tak jsou stanoveny činnosti, které zajistí požadovanou kvalitu návrhu, zřízení a správu železničního bodového pole a rovněž nezbytné podrobné sledování prostorové polohy koleje a konstrukce ŽSv PJD a to jak při přípravě projektové dokumentace ve všech stupních, tak při stavbě i v provozu po celou její životnost. Plná součinnost s SPPK je již od počátku návrhu stavby PJD, vzhledem ke specifčnosti této konstrukce, velmi žádoucí a nezbytná.

## 5.3 Požadavky na těleso železničního spodku

Pro těleso železničního spodku při zřizování PJD se zvyšují nároky na jeho únosnost a stabilitu oproti zřizování klasické konstrukce s kolejovým ložem, protože selhání právě v oblasti železničního spodku se výrazně projeví i v konstrukci železničního svršku PJD (na prostorové poloze koleje). Náprava závady v konstrukci železničního spodku s sebou nese vysoké náklady spočívající v rekonstrukci tohoto úseku. Proto konstrukce tělesa železničního spodku PJD musí zajistit:

- minimální a rovnoměrné deformace konstrukčních vrstev a zemního tělesa (příp. i podloží) během životnosti stavby;
- dostatečnou a rovnoměrnou únosnost pláně tělesa železničního spodku, zemní pláně a zemního tělesa;
- dlouhodobě dostatečné a funkční odvodnění.

Sedání tělesa železničního spodku vlivem zatížení vlastní tíhou a železničním provozem musí být omezeno na takovou úroveň, která umožní toto sedání vyrovnat v konstrukci ŽSv PJD. Proto je také jednou z podmínek dostatečná únosnost a stabilita zemního tělesa (náspu) včetně jeho podloží (základové spáry), jež musí být homogenizovány do hloubky 2,0 m pod zemní pláň.

Těleso železničního spodku pro PJD je dále tvořeno konstrukčními vrstvami sloužícími jako ochrana proti nepříznivým účinkům vody a mrazu. Jako ochrana zemní pláně proti vodě (dešťové, vzlínající aj.) slouží konstrukční vrstva z materiálu s propustností  $k \geq 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , která se provádí v tloušťce min. 0,40 m a její horní plocha je v příčném sklonu min. 5 %. Nad ní se zřizuje konstrukční vrstva (jako ochrana proti mrazu) tvořená nestmeleným nenamrzavým materiálem s propustností  $k \geq 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , která se provádí v tloušťce min. 0,30 m a horní plochu má vodorovnou.

## 5.4 Požadavky na konstrukci ŽSv PJD

Konstrukci ŽSv PJD lze popsat jako nejnamáhanější článek celé PJD. Ta se vyznačuje vysokou spojitou svislou tuhostí. Aby byla zajištěna požadovaná pružnost jízdní dráhy, je nutno konstrukci ŽSv PJD doplnit zpružňujícími elementy zmírňující přenos dynamických účinků od železničního provozu. U konstrukce ŽSv PJD se musí docílit přibližně stejné spojitě svislé tuhosti a pružnosti jako u klasické konstrukce železničního svršku. Únosnost konstrukce ŽSv PJD stanovuje garant typu konstrukce, přičemž konstrukce ŽSv PJD musí vyhovět požadované třídě zatížení

a přidružené rychlosti v daném traťovém úseku. Pružnost konstrukce ŽSv PJD lze zajistit na více úrovních, a to:

- v uzlu upevnění příp. v systému uložení kolejnice;
- pružným uložením podpor zabudovaných v nosné desce PJD;
- pružným uložením nosné desky PJD;
- kombinací výše uvedených.

Nominální rozchod koleje a další údaje o geometrických parametrech koleje jako převýšení, nedostatek převýšení aj. stanovuje ČSN 73 6360-1. Kolejnice se běžně používá tvaru 60 E2, uložena v úklonu 1:40. Pokud je kolejnice podepřena bodově, tak se jednotlivé uzly upevnění standardně navrhují s osovou vzdáleností 650 mm a použije se systém upevnění s vysoce pružným elementem v soustavě podložek pod patou kolejnice. Systém upevnění musí také umožnit dostatečnou regulaci směrové i výškové polohy koleje pro účely vyrovnání lokálních provozních odchylek.

Podle konkrétního typu konstrukce ŽSv PJD rozeznáváme různé konstrukční principy nosných desek, a to z hlediska konstrukčních materiálů, technologie provádění a principu uložení kolejnic. Obecně rozeznáváme následující:

- betonová nosná deska zřizovaná:
  - kontinuální betonáží na místě se zabudovanými prefabrikovanými kolejovými podporami;
  - kontinuální betonáží na místě bez kolejových podpor (systémy s vestavěnou či kontinuálně nebo bodově uloženou kolejnicí);
  - z prefabrikovaných desek;
- asfaltová nosná deska s prefabrikovanými kolejovými podporami.

Pod nosnou deskou PJD se zpravidla zřizuje roznášecí vrstva z hydraulicky stmeleného materiálu, a to jen při návrhu PJD budované na zemním tělese. Zřízení roznášecí vrstvy není podmínkou u všech typů konstrukce ŽSv PJD.

## 5.5 PJD na mostech a v tunelech

Při použití PJD na mostech vznikají specifické problémy oproti jejímu použití na zemním tělese. Bezстыkovou kolej je možné v podélném směru považovat za nepohyblivou, zatímco nosná konstrukce mostu vykazuje v důsledku provozního zatížení, případně teplotních změn, pohyby v podélném směru.

Na mostech o jednom poli do dilatující délky 25 m může být nosná deska PJD navržena po celé délce beze spár. V podélném směru musí být uložena kluzně a v příčném směru neposuvně.

Na mostech o dvou a více polích nebo o jednom poli s dilatující délkou větší než 25 m jsou nosné desky pevně spojeny s nosnou konstrukcí, např. prostřednictvím příčně tvarované desky vybetonované na nosné konstrukci. Nosnou desku PJD je třeba ze statických a konstrukčních důvodů rozdělit na jednotlivé krátké segmenty.

V případě, že se do koleje umísťuje dilatační zařízení, navrhuje se podle stejných kritérií jako pro kolej s kolejovým ložem.

Využití PJD v tunelech může být podmíněno ekonomickými vlivy, kdy nosná deska PJD může tvořit v příznivé geologii zároveň dno tunelu, přičemž roznášecí vrstva se vynechá nebo se její tloušťka zredukuje.

## 5.6 Přejchodové oblasti

Přejchodové oblasti u PJD se dle umístění v železničním tělese dělí na:

- přechodové oblasti železničního svršku (přejchod PJD na kolej s kolejovým ložem, přechod mezi různými typy konstrukce PJD);
- přechodové oblasti železničního spodku (přejchodová oblast mostu, přechodová oblast tunelu, přechod PJD na kolej s kolejovým ložem).

Pro přechodovou oblast železničního svršku platí, že ji nesmíme zřídít v přechodové oblasti mostu nebo tunelu, v přechodnici či v zestupnici a že v ní nesmí dojít k následujícím konstrukčním řešením:

- umístění dilatačního zařízení;
- umístění lepeného izolovaného styku či svaru prováděného na místě;
- kombinaci více zpružňujících elementů v jednom příčném profilu;
- vložení výhybky či výhybkové konstrukce;
- montáži takového zařízení, jehož funkce by byla negativně ovlivňována provozními účinky vyvolanými změnou tuhosti jízdní dráhy;
- zřízení příčného přechodu (překopu nebo protlaku) inženýrských a datových sítí nebo prvků zajišťujících obsluhu drážního zařízení (kabelové trasy, ap.).

Přejchodové oblasti železničního spodku tvoří zpravidla přechodový klín a zesílená konstrukce pražcového podloží (dále jen „ZKPP“), případně pouze ZKPP. Přejchodové oblasti ŽSp se navrhují minimálně na délku úseku odpovídajícího sekundě jízdy vlaku nejvyšší traťovou rychlostí. Tloušťka ZKPP musí být přinejmenším stejná jako tloušťka všech přilehlých konstrukčních vrstev (tedy min. 0,7 m). Přejchodová oblast ŽSp se zřizuje z takových materiálů, které zajistí požadovanou únosnost a míru zhutnění.

Na přechodu z opěr mostu na zemní těleso je třeba realizovat zvláštní opatření pro bezpečné uložení PJD, aby se vyloučilo přetížení nosných prvků PJD včetně kolejnic a upevňovadel z důvodu nerovnoměrného sedání opěr a zemního tělesa. Na přechodu z opěr mostu na zemní těleso se posuzuje:

- napětí v kolejnici;
- maximální vzdálenost uzlů upevnění kolejnice;
- síla v upevnění kolejnice.

Pokud napětí v kolejnici překročí dovolené napětí, je nutno navrhnout odpovídající úpravu v upevnění kolejnic nebo dilatační zařízení v koleji a pokud dojde k rozevření spáry mostu u pohyblivého ložiska, které způsobí, že osová vzdálenost

sousedních uzlů upevnění kolejnic překročí 650 mm, je nutno navrhnout přechodovou konstrukci (tj. dilatační zařízení mostu) s dilatačním zařízením v koleji.

Přechodová oblast železničního svršku v přechodu PJD na kolej s kolejovým ložem musí zajistit pozvolný přechod svislé tuhosti kolejové jízdní dráhy v oblasti, kde PJD nebo konstrukce pevné jízdní dráze podobná přechází v kolej s kolejovým ložem. V přechodové oblasti železničního svršku nesmí dojít v jednom řezu k ukončení celé skladby železničního svršku PJD a jejímu přímému napojení na kolejové lože. Konstruktivní řešení přechodu PJD na kolej s kolejovým ložem by mělo zohledňovat:

- zakotvení koncové oblasti nosné desky PJD do spodních vrstev pro eliminaci případné podélné dilatace/pohybu konce PJD (např. zřízení závěrné zídky, speciální kotevní systémy apod.) a zamezit tak ředění kolejového lože v místě jeho navázání na konstrukci ŽSv PJD (a příp. rozpadu GPK);
- zachycení vyšších dynamických rázů, které by mohly vznikat v přechodové oblasti svršku vlivem změn svislé tuhosti jízdní dráhy;
- úpravy zajišťující pozvolnou změnu principu rozdělení svislé tuhosti jízdní dráhy, kdy v konstrukci ŽSv PJD pružnost zajišťuje zpravidla systém uzlu upevnění (tj. vysoce pružný element v soustavě podložek pod patou kolejnice) nebo pružné uložení kolejových podpor či nosné desky, oproti klasické konstrukci, kde je požadovaná pružnost jízdní dráhy dosažena kombinací uzlu upevnění (s podložkou pod patou kolejnice o výrazně nižší pružnosti) a pražcem uloženým v relativně pružném kolejovém loži;
- eliminaci nežádoucích účinků na podkladní vrstvy a vhodnými konstrukčními úpravami zajistit požadovanou únosnost a stabilitu budované přechodové oblasti železničního spodku.

Přechodová oblast železničního svršku se navrhuje na délku minimálně odpovídající úseku jízdy vlaku maximální návrhovou rychlostí po dobu 0,5 s. Pokud se přechod PJD na kolej s kolejovým ložem zřizuje v tunelu, musí mezi portálem tunelu a začátkem přechodové oblasti zůstat zachován úsek koleje s kolejovým ložem tak dlouhý, aby byla zachována možnost dokonalé strojní směrové a výškové úpravy koleje v přechodové oblasti tunelu.

Přechod mezi jednotlivými typy konstrukcí PJD musí být zřízen tak, aby nedocházelo k vzájemnému negativnímu ovlivňování obou konstrukcí mezi sebou, ani bezстыkové koleje. Pokud sousedící konstrukce PJD vykazují různou svislou tuhost jízdní dráhy, musí být navržena taková opatření, která mezi nimi zajistí pozvolný přechod. Pokud je uspořádání sousedících konstrukcí PJD odlišné (různé mocnosti nosné desky, roznášecí vrstvy, konstrukčních vrstev ŽSp apod.), musí být zřízen pozvolný náběh tloušťky dané části konstrukce PJD z vyšší tuhosti (min. na vzdálenost 10 m) do oblasti konstrukce PJD s tuhostí nižší.

## 5.7 PJD a pevná elektrická zařízení trati

PJD musí být stejně jako klasická konstrukce chráněna před korozí bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav. Elektrické trakční vedení se navrhuje obdobně jako u klasické konstrukce. PJD musí dále umožnit:

- zřizování izolovaných styků;
- průchod a upevnění přírodních připojovacích lan kolejových obvodů, vodičů pro ukolejnění atp. pod patou kolejnice;
- montáž snímacích čidel počítačů náprav (volný prostor pod patou kolejnice mezi sousedními uzly upevnění a výšce minimálně 100 mm v místech určených projektovou dokumentací);
- umístění výměnových zámků (a to i u výhybek opatřených přestavníky pro případy náhradního zabezpečení);
- umístění přenosných výměnových zámků a přenosných odtlačných zámků (u všech výhybek pro případ zajištění v koncové poloze při poruše závěru nebo zabezpečovacího zařízení);
- umístění eurobalíz (a to i když systém ETCS není budován současně s PJD);
- umístění dalších zabezpečovacích zařízení a ostatních zařízení dopravní cesty podle projektové dokumentace.

## 6. STAVBA, PŘEJÍMKA A PROVOZ

### 6.1 Stavba tělesa železničního spodku

Prokazování kvality tělesa železničního spodku PJD na únosnost se provádí statickou zatěžovací zkouškou (dále jen „SZZ“) a zkouškou lehkou dynamickou deskou (dále jen „LDD“), přičemž zkouška LDD je pouze doplňující. Měření SZZ se provádí ve třech bodech v každém z příčných profilů vzdálených od sebe max. 200 m, kde se současně prokáže kvalita i zkouškami LDD. Mezi jednotlivými profily se prokazuje kvalita pouze zkouškou LDD, a když její hodnota klesne o více jak 10 % oproti hodnotě z LDD v přilehlém profilu, provede se v tomto bodě SZZ. V případě, že modul přetvárnosti zjištěný ze SZZ nevyhoví, objednatel rozhodne o další úpravě měřené vrstvy.

### 6.2 Přejímka a záruky

Zvláštní pozornost při přejímce konstrukce ŽSv PJD je nutno věnovat výskytu trhlin. Jejich dovolený výskyt a velikost při přejímce stanoví garant typu konstrukce PJD a v rámci souhlasu potvrdí SŽDC OTH.

Vzhledem k charakteru konstrukce a požadavků na ni ze strany uživatele rozdílně od ustanovení TKP čl. 1.8.3 a 8.6.6 platí v úsecích s PJD a přechodových oblastech následující minimální záruční doby:

- pro železniční spodek 10 let;
- pro železniční svršek 10 let;
- pro úpravu GPK na PJD včetně přechodových oblastí 10 let.

Pokud je u jednotlivých materiálů železničního svršku nebo železničního spodku stanovena v TPD schválených SŽDC jiná záruční doba, platí údaj stanovený v příslušných TPD. Přesný rozsah záruky musí stanovit smlouva.



### 6.3 Provoz a údržba

Při pravidelných prohlídkách úseku s PJD se správce – místně příslušná SDC musí nad rámec rozsahu platného pro koleje s kolejovým ložem zaměřit na vizuální kontrolu vzniku trhlin, jejich šíření a na jejich velikost a na přechodové oblasti. Dovolenu velikost trhlin za provozu, tzv. přípustné vady pro konkrétní typ konstrukce PJD stanoví garant PJD a odsouhlasí SŽDC OTH. Pro kontrolu stability musí Správce prostorové polohy koleje (SPPK) – místně příslušná SŽG uskutečnit kontrolní měření prostorové polohy koleje jeden rok po uvedení úseku s PJD do zkušebního provozu. Další kontrolní měření vykoná SPPK před ukončením záruční doby.

Zásady pro údržbu a opravy daného typu konstrukce PJD stanoví jeho garant a tyto zásady se vydáním souhlasu včetně jejich případného doplnění SŽDC OTH stávají pro konkrétní úsek PJD pro správce úseku – příslušnou SDC závaznými. Regulaci výškové a směrové polohy je nutno provádět v souladu s technologií stanovenou garantem konkrétního typu konstrukce PJD a odsouhlasenou SŽDC OTH. O provedení každé regulace směrové a výškové polohy koleje musí být vedeny záznamy pro pozdější využití. Oprava trhlin větších než přípustné musí být provedena v souladu s technologií stanovenou garantem konkrétního typu konstrukce PJD a odsouhlasenou SŽDC OTH.

### 6.4 Akustické vlastnosti PJD

V porovnání s konstrukcí železničního svršku s kolejovým ložem emituje konstrukce ŽSv PJD vyšší hladinu hluku šířícího se vzduchem, pokud se nepřistoupí k doplňujícím konstrukčním opatřením zajišťujícím tlumení hluku. Emise hluku (a vibrací) jsou hlavními nepříznivými dopady provozované PJD do životního prostředí; v případě území, kde jsou stanoveny hygienické limity hluku (vibrací) – tzv. chráněné prostory definované příslušným právním předpisem – je třeba ve vazbě na hygienické limity hluku PJD doplnit o prvky tlumící hluk (vibrace). PJD doplněná o prvky tlumící hluk či vibrace má být zřizována jen v konkrétních nutných případech.

#### LITERATURA:

- Ředitelství SŽDC, Odbor traťového hospodářství: SŽDC S3 – Železniční svršek, Praha, 2008  
Ředitelství SŽDC, Odbor traťového hospodářství: SŽDC S4 – Železniční spodek, Praha, 2008  
Ředitelství SŽDC, Odbor traťového hospodářství: SŽDC S9 – Pevná jízdní dráha, Praha, 2012

LEKTOROVÁL: Ing. Jiří Šídlo, SŽDC, Praha

## NOVELIZACE PŘEDPISU SZDC S3/2 BEZSTYKOVÁ KOLEJ

Ing. Petr Szabó,  
SŽDC, s.o., Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha

### 1. ÚVOD

Bezстыková kolej je moderní součást konstrukce železničního svršku umožňující bezpečnou, rychlou a komfortní jízdu. Mimo již vyjmenovaných předností má řadu dalších kladů, ke kterým bývá přihlédnuto při rozhodování, zda bezстыkovou kolej zřídit. Jde o podstatné snížení objemu prostředků vynakládaných na údržbu a delší životnost materiálu železničního svršku. K podobě bezстыkové koleje tak, jak ji známe dnes, byla dlouhá cesta.

### 2. HISTORIE

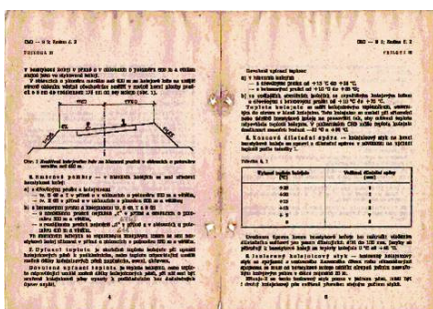


Na počátku používání širokopatných kolejnic byla zřizována pouze stykovaná kolej – u nás z kolejnic délky 6,638 m, později 7 m, 9 m, 12 až 15 m a v současnosti z kolejnic dlouhých 25 m a delších. Z důvodů náročné údržby kolejnicových styků začala ve světě vznikat kolej s kolejnicovými pásy až 70 m dlouhými a následně i delšími (dvacátá léta).

V SRN byly v roce 1935 svařeny kolejnicové pásy o délce 1000 m. Teoretické podklady pro bezстыkovou kolej (dále také BK) vznikly ve 30. letech 20. století. Masivní zřizování BK v ČSR nastalo od 50. let. U ČSD byl první úsek zřízen v roce 1954. Podpora byla ve výrobě delších kolejnic, zvětšeném průřezu kolejnic a nových technologiích svařování kolejnic. Problémem byly izolované styky a výhybky. BK se zřizovala v běžné délce do 800 m. Na koncích byla vyrovnávací pole nebo kolejnicová dilatační zařízení. Výraznou změnu v délce zřizování bezстыkové koleje přinesly lepené izolované styky a možnost svaření výhybek. Tyto konstrukce jsou nedílnou součástí BK. Zřizování nekonečných kolejnicových pásů v současné době brání extrémně malé směrové poloměry a mostní konstrukce, jejichž dilatační délka neumožňuje



zřízení průběžné BK. S rozvojem zřizování bezстыkové koleje a stále přibývajícimi poznatky o jejím chování vznikaly postupně jednotlivé dokumenty, které definovaly základní pravidla pro bezстыkovou kolej. Postupně došlo k sumarizaci těchto pravidel, čímž vznikla v předpise ČSD S3 "Železniční svršek" příloha 30 "PODMÍNKY PRO ZŘIZOVÁNÍ A UDRŽOVÁNÍ BEZSTYKOVÉ KOLEJE", která měla cca 30 stran a byla



aktualizována v roce 1996 změnou č. 5, která měla cca 50 stran a název "BEZSTYKOVÁ KOLEJ". S nárůstem dalších poznatků vznikla potřeba rozšíření a upřesnění pravidel. Následně byl vydán samostatný předpis ČD S3/2 Bezstyková kolej platný od 1.1.2003. S novými poznatky a konstrukčními prvky železničního svršku opět předpis zastaral a vyvstala potřeba jeho aktualizace.

## NOVELIZACE S3/2

### 3. ZÁKLADNÍ NÁZVY A POJMY

Většina pojmů se nemění, došlo pouze k doplnění nebo upřesnění.

**Bezstyková kolej** je kolej s kolejnicovými pásy (bez kolejnicových styků) o délce 150 m a větší, upnutými v kolejích i výhybkách při dovolené upínací teplotě. Kolej s kratšími kolejnicovými pásy se za bezstykovou kolej nepovažuje.

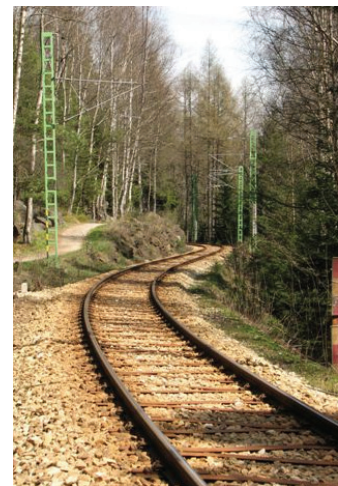
Bezstyková kolej má dva dýchající konce a střední část nebo jen dva dýchající konce.

**Dýchající konec** je část na začátku a konci bezstykové koleje. V dýchajícím konci dochází v důsledku teplotních změn k dilatačnímu pohybu kolejnic, který se projeví změnou velikosti koncové dilatační spáry. Délka dýchajícího konce závisí na velikosti podélného odporu koleje. Dýchající konec se pro účely předpisu uvažuje v délce 75 m.

**Střední část** je část bezstykové koleje mezi dýchajícími konci, v níž kolejnice při dostatečné velikosti podélného odporu koleje nevykazují žádný pohyb.

**Oblouky o malém poloměru** jsou pro účely tohoto předpisu směrové oblouky o poloměru  $R \leq 500$  m včetně částí přechodnic až do místa s křivostí odpovídající poloměru  $R = 500$  m.

**Bezstyková kolej v rozpracovaném stavu** je kolej s kolejnicovými pásy o délce 150 m a větší upnutými v kolejích i výhybkách při jiné než dovolené upínací teplotě.



### 4. ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

#### Kolejnice

- a) Bezstyková kolej se smí zřizovat z nových, regenerovaných i užitých kolejnic tvaru S 49, T, UIC 60 a R 65 (označení tvaru S 49 se vztahuje i na kolejnice 49 E 1, označení tvaru UIC 60 se vztahuje i na kolejnice 60 E 1, resp. 60 E 2). Užití kolejnice musí být defektoskopicky prohlédnuty. Nepřípustné vady, nevyhovující svary a deformované konce kolejnic se musí odstranit (viz předpisy SŽDC (ČD) S3/4 "Nedestruktivní zkoušení kolejnic" a SŽDC S3 díl XV "Vyzískaný materiál železničního svršku"). V kolejích 5. a 6. řádu lze na

základě rozhodnutí vedoucího správce trati bezстыkovou kolej zřídít i z užitých kolejnic jiných tvarů.

b) Bezстыková kolej se zpravidla zřizuje z kolejnic stejného tvaru. Přechod z jednoho tvaru kolejnic na jiný tvar je řešen předpisem SŽDC S3 díl IV "Kolejnice". Pro použití přechodu tvarů kolejnic v bezстыkové koleji platí další níže uvedená omezení:

- Přechod tvaru kolejnic UIC 60/S 49, R 65/S 49 (a podobných tvarů) není dovolen v obloucích o poloměru 500 m a menším.
- V kolejích s otevřeným kolejovým ložem v přímé a obloucích o poloměru větším než 500 m a v kolejích s uzavřeným kolejovým ložem s kolejí v převýšení se povoluje použít přechod kolejnic tvaru UIC60/S49 (T), R65/S49 (T) případně přechod kolejnic uvedených tvarů na tvar A za těchto podmínek:
  - do vzdálenosti nejméně 50 m od místa změny tvaru kolejnic budou použity pružné svěrky v koleji s kolejnicemi o větší hmotnosti;
  - do vzdálenosti 50 m od místa změny tvaru kolejnic budou osazeny pražcové kotvy v koleji s kolejnicemi menší hmotnosti, a to na každém 2. pražci u dřevěných a na každém 3. pražci u betonových pražců (v přímé vystřídane s ohledem na funkční plochy kotev; v oblouku podle článku 80). Ve výhybkách se v tomto případě osazují kotvy jen ve výměnové části.

### **Upevňovadla:**

Žebrové a rozponové podkladnice s omezením:

- kolejnice tvaru R 65 nesmějí být upevněny na rozponových podkladnicích s výjimkou ostatních staničních kolejí. Toto ustanovení se netýká výměny kolejnic v úsecích s BK zřízenou podle dříve platných předpisů;
- nesmí být použito svěrek ŽS 3;
- od konce koleje s ocelovými pražci Y musí být v přilehlé koleji s příčnými pražci do vzdálenosti nejméně 25 m použity pružné svěrky.

### **Délky kolejnicových pásů:**

Bezстыková kolej se zřizuje při dovolené upínací teplotě výhradně z dlouhých kolejnicových pásů o délce nejvíce 450 m při bezpodkladnicovém upevnění kolejnic a 300 m při upevnění kolejnic na podkladnicích. V obloucích o poloměru  $r \leq 400$  m nesmí délka pásů přesahovat 250 m.

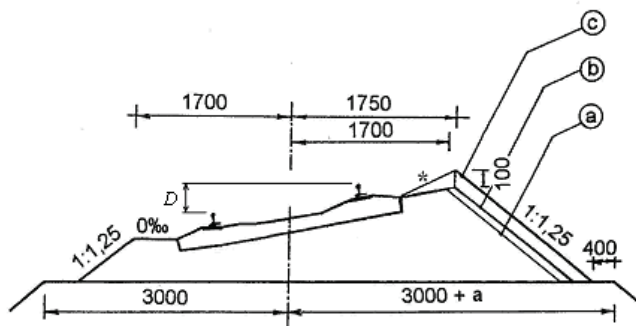
### **Pražce a jejich rozdělení:**

Novelizace nedělí koleje na hlavní a ostatní, jak tomu dosud bylo. Z pohledu zřizování bezстыkové koleje není podstatné, jak je kolej zařazena. Rozdělení je definováno pro koleje 1. až 5. řádu a pro kolej 6. řádu. Nově doplněny jsou ocelové pražce Y a použitelnost podle řádů kolejí vzhledem ke vzdálenosti os míst podepření kolejnic.



### Kolejové lože:

- a) základní profil podle předpisu SŽDC S3 díl X "Kolejové lože" a jeho uspořádání pro poloměry oblouku ve sloupci 3 a větší,
- b) profil s rozšířením pro poloměry oblouku ve sloupci 4,
- c) profil s rozšířením a nadvýšením pro poloměry oblouku ve sloupci 5 až 8,



- \* je tvar povrchu po nasypání kameniva,  
 a je rozšíření pláně tělesa železničního spodku,  
 D je převýšení koleje.

Obr. 1 Rozměry otevřeného kolejového lože v úsecích s bezстыkovou kolejí podle tabulky 1

### Při použití ocelových pražců Y:

- kolejové lože musí být před zřízením závěrných svarů konsolidováno dynamickým stabilizátorem s řízeným poklesem;
- původní šířku koruny kolejového lože 2 600 mm je možno ponechat pouze v případě oprav a údržby regionálních drah s kolejemi 6. řádu (viz předpis SŽDC S3 díl X);
- nadvýšení a rozšíření kolejového lože se neprovádí;
- maximální převýšení koleje je 100 mm.



## 5. SMĚROVÉ A SKLONOVÉ POMĚRY

Pro zřízení bezстыkové koleje musí být zajištěna prostorová poloha koleje v souladu s předpisem SŽDC S3, díl III projektem v souřadnicích nebo zajišťovacími značkami.

Začátek a konec bezстыkové koleje nesmí být situován ve směrovém oblouku o malém poloměru včetně přechodnic.

### Bezстыková kolej se smí zřizovat v kolejích:

#### a) s příčnými pražci:

1) s otevřeným kolejovým ložem bez omezení v přímé a v obloucích až do poloměru uvedeného ve sloupci 3 tabulky 1. V kolejích o menším poloměru musejí být dodrženy podmínky podle tabulky 1.

2) se zapuštěným kolejovým ložem:

- bez převýšení koleje v přímé a v obloucích až do poloměru  $R \geq 170$  m;



- s převýšením koleje se smí bezстыková kolej zřizovat bez omezení v obloucích až do poloměru uvedeného ve sloupci 5 tabulky 1. V obloucích o menším poloměru musejí být osazeny pražcové kotvy podle tabulky 1;
- b) s ocelovými pražci Y:
- v přímé a v obloucích až do poloměru uvedeného ve sloupci 3 tabulky 1;
  - ve vrcholovém zakružovacím oblouku lomu sklonu nivelety o poloměru 3500 m a větším.

**Tab. 1 Směrové poměry pro zřizování bezстыkové koleje**

Pražce	Kolejnice	Nejmenší dovolený poloměr oblouku $R$ [m] pro kolej :					
		s profilem kol.lože podle obr.1a	s profilem kol.lože podle obr.1b	bez pražc. kotev	s pražcovými kotvami na každém		
					3.pražci	2.pražci	pražci
1	2	3	4	5	6	7	8
Dřev.	S49, T	600	500	400	330	290	230
	UIC60, R65		550	500	400	360	280
Beton.	S49, T	500	420*	280*	230*	210*. <sup>2)</sup>	170*
			450**	320**	260**	240**. <sup>2)</sup>	190**
	UIC60 R65	550*	480*	320*	260*	240*	200*
		600**	520**	360**	300**	270**	230**
Ocel. Y	S49	170 <sup>1)</sup>	pražcové kotvy se nepoužívají, rozšíření a nadvýšení kol.lože se neprovádí				

Pozn. : \* při rozdělení pražců „d“ a hustším

\*\* při rozdělení pražců „c“

<sup>1)</sup> poloměr  $150\text{ m} \leq R < 170\text{ m}$  pouze se souhlasem OTH

<sup>2)</sup> v menším poloměru směrového oblouku musí mít vrcholové zakružovací oblouky lomu sklonu poloměr nejméně 3000 m

## Pražcové kotvy

Pražcové kotvy se používají v kolejích s příčnými pražci:

- s otevřeným kolejovým ložem podle tabulky 1;
- se zapuštěným kolejovým ložem s převýšením koleje podle sloupců 6 až 8 tabulky 1.

V přechodnicích se pražcové kotvy montují až do místa, které odpovídá příslušnému poloměru ve sloupci 5 tabulky 1.

Montáž a údržba pražcových kotev se provádí podle návodu výrobce a Technických podmínek dodacích. Pražcové kotvy se montují do střední části pražců, excentricky směrem



k vnitřnímu kolejnicovému pásu, vždy mimo pracovní prostor pěchů automatické strojní podbíječky.

U ocelových pražců Y se pražcové kotvy nepoužívají.

## Izolované styky kolejnic

Zřizují-li se při opravě LIS a A-LIS v BK izolované styky kolejnic s plastovými spojkami, musí být na každé straně od izolovaného styku zřízen kolejnicový (ochranný) styk s koncovou dilatační spárou. Délka takto vzniklých ochranných kolejových polí musí být nejméně 15 m při rychlosti 120 km.h<sup>-1</sup> a nižší a nejméně 25 m při rychlosti vyšší než 120 km.h<sup>-1</sup>.

Ochranné styky se nemusí zřizovat za podmínky, že do vzdálenosti 30 m na každou stranu od izolovaného styku budou použity pružné svěrky a dále za podmínky, že izolovaný styk bude nejdéle do 5 měsíců nahrazen vevařeným LIS. Budou-li izolované styky v provozované koleji ponechány delší dobu než 5 měsíců, musí být i druhý kolejnicový pás vstřícně přerušen stejným počtem styků.

## 6. Svařování kolejnic

Předpis podává základní informace o technologiích svařování kolejnic. Jsou zde uvedeny u nás používané:

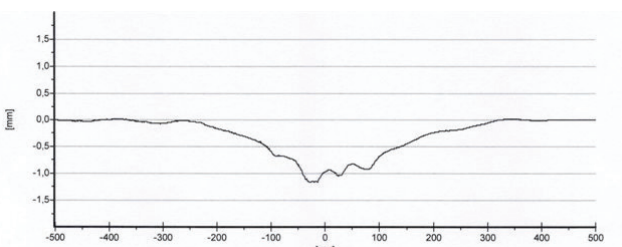
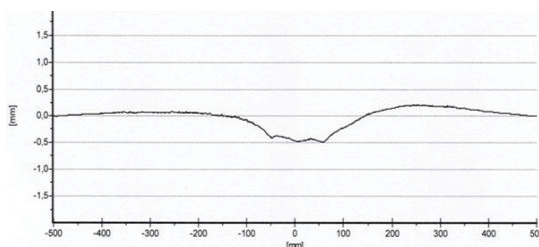
- **standardní technologie**, tedy odtavovací stykové svařování (stabilní nebo mobilní svářečkou), aluminotermické svařování;
- **nestandardní technologie**, tedy svařování elektrickým obloukem, které je určeno pro užití kolejnice v kolejích 5. a 6. řádu s rychlostí menší než 80 km.h<sup>-1</sup>. Nové kolejnice smějí být svařovány (bez omezení řádu koleje) jen v obtížně přístupných místech kde nelze použít standardní technologii svařování. Podmínky pro použití technologie vymezuje dokument SŽDC - Pokyn generálního ředitele č. 6/2006 a výnos ČD č.j. 403/2007-O13 ze dne 26.1.2007.



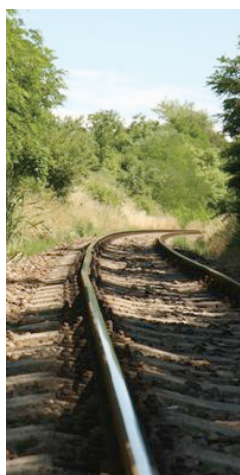
## Geometrie svaru

Měří se na délce 1000 mm, svar je uprostřed měřené délky. Měření geometrie všech svarů musí být doloženo (grafickým záznamem nebo v zápisu o měření).

V TKP Kapitola 8 budou změny tolerancí pro geometrii svarů. Snažíme se omezit dotvarování provozovaných svarů tím, že u svarů nových kolejnic a kolejnic ze stabilních svařoven nebudou přípustné tolerance do minusových hodnot. Nově stanovené tolerance ve svislém směru jsou 0 až +0,5 mm, boční tolerance jsou diferencovány podle velikosti poloměru směrového oblouku koleje.



V roce 2011 byly provedeny kontroly vzepětí v obloucích se směrovými poloměry menšími než 200 m. Například v obloucích o směrovém poloměru 170 m byly zjištěny bočních vzepětí dosahující hodnot téměř 2 mm místo požadovaných 0,74 mm.



U materiálu zánovního a užitého výše uvedené hodnoty nebudou v mnoha případech dosažitelné, proto musí být tolerance prokazatelně dohodnuty při projednání návrhu Schématu zřizování BK. Stanovovat se budou s přihlédnutím na stav svařovaného materiálu.

Tzv. rohaté svary mohou působit lokální nárůst radiálních sil a zhoršovat dynamiku jízdy kolejových vozidel.

Boční geometrie svarů ve směrových obloucích o malém poloměru budou i nadále sledovány a hodnoceny.



Bude zjišťováno, zda za provozu nedochází k dodatečnému svislému a bočnímu dotvarování svarů.

## 7. ZŘIZOVÁNÍ BEZSTYKOVÉ KOLEJE A SVAŘOVÁNÍ VÝHYBEK

**Svařování montážních svarů** v koleji a výhybkách smí být zahájeno za podmínky, že směrová a výšková poloha koleje umožňuje zhotovit svar stanovené geometrie.

**Svařování závěrných svarů** při zřizování bezстыkové koleje a svařování výhybek smí být zahájeno až po ověření prostorové polohy koleje:

- správcem prostorové polohy koleje na tratích s projektem v souřadnicích;
- měřením polohy koleje od pevných (zajišťovacích) značek na tratích bez projektu v souřadnicích

a po písemném potvrzení vyhovujícího stavu svršku zhotovitelem stavby železničního svršku do stavebního deníku. Jedná se zejména o potvrzení skutečnosti, že koleje a výhybky jsou v projektované poloze podle ČSN 73 6360-2, že kolejové lože je doplněno do předepsaného profilu a že výhybky jsou smontovány podle TPD. Při převímce musí zhotovitel bezстыkové koleje prokázat zachování směrové polohy koleje před svařováním závěrných svarů a před předáním bezстыkové koleje.

**Po zhotovení závěrných svarů je změna prostorové polohy koleje zcela nepřipustná.**

Postupy prací musí být při zřizování bezстыkové koleje (včetně výhybek) chronologicky dokumentovány.

### Zřizování bezстыkové koleje

Bezстыková kolej se zřizuje při dovolené upínací teplotě výhradně z dlouhých kolejnicových pásů o délce nejvíce 450 m při bezpodkladnicovém upevnění kolejnic a 300 m při upevnění kolejnic na podkladnicích. V obloucích o poloměru  $r \leq 400$  m nesmí délka pásů přesahovat 250 m.

Teplota kolejnic v klimatických podmínkách ČR dosahuje obvykle hodnot od  $-30^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Z těchto důvodů byla stanovena **dovolená upínací teplota je od  $+17^{\circ}\text{C}$  do  $+23^{\circ}\text{C}$** , která je mírně zvýšená proti aritmetickému středu uvedených hodnot. Je to z důvodu bezpečnosti, protože lom kolejnic bývá v případě kolejových obvodů signalizován zabezpečovacím zařízením a mívá za následek menší materiální škody než vybočení koleje. Levý i pravý kolejnicový pás se upíná při stejné teplotě. Připouští se rozdíl upínací teploty pravého a levého kolejnicového pásu  $3^{\circ}\text{C}$ .

V novelizaci předpisu je zapracován **požadavek přednostního svařování** kolejnic do pásů odtavovacím stykovým svařováním pro koleje ve směrových obloucích o poloměru  $R \leq 400$  m, kromě případů, kdy je ekonomicky výhodnější použít jinou standardní technologii svařování kolejnic, a pro kolejnice z oceli R350HT.



Dlouhé kolejnicové pásy se v koleji mohou na přechodnou dobu upnout při teplotách kolejnic od  $-3^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ .

V kolejích s traťovou rychlostí  $V > 120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  musí být zřízena bezstyková kolej před zahájením provozu, nebo se sníží rychlost.

V kolejích s traťovou rychlostí  $V \leq 120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  musí být zřízena bezstyková kolej nejpozději do tří měsíců od zahájení provozu.

**Závěrné svary** se svařují při dovolené upínací teplotě. Pokud je teplota kolejnic vyšší, než je dovolená upínací teplota, je nutno zhotovení závěrných svarů posunout do doby nižších denních teplot (ranní nebo noční hodiny).

Při nižších teplotách kolejnic, než je dovolená upínací teplota, se dosáhne dovolené upínací teploty napínáním nebo ohřevem kolejnic.

V obloucích o poloměru  $R \leq 400 \text{ m}$  je z důvodu snížení radiálních sil působících dovnitř oblouku povoleno svařovat závěrné svary při použití napínacího zařízení až při teplotách kolejnic  $+10^{\circ}\text{C}$  a vyšších. Budou-li teploty kolejnic dlouhodobě nižší než  $+10^{\circ}\text{C}$ , musí si zhotovitel BK vyžádat rozhodnutí vedoucího Správce trati o některém z následujících opatření:

- kolejnicové pásy se průběžně svaří bez použití napínacího zařízení a bez uvolnění v celé délce při nižší než dovolené upínací teplotě. Bezstyková kolej se dodatečně zřídí při dovolené upínací teplotě podle postupu projednaného s určeným zaměstnancem Správce trati (rozřezy kolejnic, uvolnění napětí, umožnění volné dilatace a svaření závěrných svarů při dovolené upínací teplotě) nejpozději do konce května,
- kolejnicové pásy budou sespojovány a bezstyková kolej bude zřízena při dovolené upínací teplotě nejpozději do konce května.

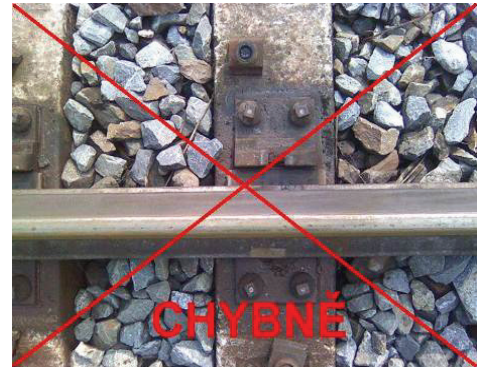
Kolejnicové pásy svařené v koleji nebo vložené do koleje se musí při svařování závěrnými svary vždy uvolnit v celé délce bez ohledu na to, při jaké teplotě byly svařovány nebo vloženy. Současně musí být umožněna volná dilatace a rovnoměrné prodloužení nebo zkrácení pásů jejich uložením na kluzné podložky (válečky, kuličky apod.) tak, aby se kolejnice nedotýkaly kolejnicových podpor. Konec kolejnicového pásu musí být při svařování závěrného svaru v délce do 20 m uložen na úložných plochách kolejnicových podpor. Po dosažení délky kolejnicového pásu odpovídající požadované upínací teplotě mohou být kluzné podložky postupně odstraňovány.

Pro určení potřebného prodloužení při napínání kolejnicových pásů lze využít přílohu 4 předpisu.

$\Delta t$	Délka uvolněné kolejnice ( $L$ ) v m														
	20	25	40	50	60	75	80	100	150	200	250	300	350	400	450
Prodloužení ( $\Delta L$ ) v mm															
1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,0	4,6	5,1
2	0,5	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	1,8	2,3	3,5	4,6	5,7	6,9	8,0	9,2	10,3
3	0,7	0,9	1,4	1,7	2,1	2,6	2,8	3,5	5,2	6,9	8,6	10,4	12,0	13,8	15,5
4	0,9	1,2	1,8	2,3	2,8	3,4	3,7	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7
5	1,2	1,4	2,3	2,9	3,5	4,3	4,6	5,8	8,6	11,5	14,4	17,3	20,1	23,0	25,9
6	1,4	1,7	2,8	3,5	4,1	5,2	5,5	6,9	10,4	13,8	17,2	20,7	24,1	27,6	31,0
7	1,6	2,0	3,2	4,0	4,8	6,0	6,4	8,1	12,1	16,1	20,1	24,2	28,2	32,2	36,2
8	1,8	2,3	3,7	4,6	5,5	6,9	7,4	9,2	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	36,8	41,4
9	2,1	2,6	4,1	5,2	6,2	7,8	8,3	10,4	15,3	20,7	25,9	31,1	36,3	41,4	46,6
10	2,3	2,9	4,6	5,8	6,9	8,6	9,2	11,5	17,3	23,0	28,7	34,5	40,2	46,0	51,7



Pro správnou upínací teplotu musíme kromě prodloužení kolejnicového pásu zohlednit šířku svařovací spáry, prokluz na začátku napínaného kolejnicového pásu a přitažení kotevního úseku. Pokud svařujeme ve směrovém oblouku, musí být zabráněno bočnímu posunutí kolejnice z úložných ploch kolejnicových podpor a překlopení kolejnice působením radiální síly od napínání. Za tím účelem se používají boční válečkové opěry v dostatečném počtu. Při posunutí kolejnicového pásu mimo úložné plochy nelze pásy upnout, po samotném upnutí vzniká neznámá upínací teplota.



### Svařování výhybek

Svařují se jednotlivé výhybky. Tyto se následně svařují do skupin nebo se vevařují do bezстыkové koleje. Svařovat se mohou výhybky soustavy T, S 49, R 65 a UIC 60 na dřevěných a betonových pražcích. O svaření užitých výhybek, případně výhybek jiných soustav železničního svršku, rozhodne vedoucí správce trati na základě posouzení jejich stavu, provozního zatížení a předpokládané životnosti. Výhybky musejí být před svařením řádně směrově a výškově upraveny, svařování starších výhybek musí předcházet rovněž výměna všech vadných součástí. Výhybky nesmějí být vevařeny v dýchajícím konci bezстыkové koleje. To znamená, že k začátku nebo konci krajní výhybky v bezстыkové koleji nebo ve skupině svařených výhybek musejí být v hlavním směru přivařeny kolejnice o délce nejméně 75 m; ke konci výhybky ve vedlejším směru musejí být přivařeny kolejnice o délce nejméně 25 m u výhybek s čelistovými závěry a nejméně 50 m u výhybek s hákovými závěry.

Jednotlivě svařené výhybky mohou být upnuty:

- od  $-3^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  - výhybky s úhlem odbočení 1:11 a větším, (např. 1:9, 1:7,5);
- od  $+10^{\circ}\text{C}$  do  $+28^{\circ}\text{C}$  - výhybky s úhlem odbočení 1:12 až 1:18,5;
- od  $+15^{\circ}\text{C}$  do  $+25^{\circ}\text{C}$  - výhybky s menším úhlem odbočení (např. 1:26,5).

Celá jednotlivě svařená výhybka musí být upnuta v rozmezí teplot kolejnic  $6^{\circ}\text{C}$ .

**Výhybky vevařené do bezстыkové koleje a výhybky svařené do skupin** mohou být upnuty od  $+15^{\circ}\text{C}$  do  $+25^{\circ}\text{C}$ . Rozdíl upínací teploty jednotlivých výhybek svařených do jedné skupiny nesmí překročit  $6^{\circ}\text{C}$ . Stejně podmínky platí pro kolejové spojky.

### Přivařování jazyků

Jazyk výhybky se přivařuje vždy v poloze přilehlé k opornici. Před a po přivaření jazyka je nutno přezkoušet funkci výměnového závěru a doléhání jazyka na jazykové opěrky. Po přivaření jazyka a vychladnutí všech svarů musí být hrot jazyka proti montážní značce na opornici s tolerancí 0 až +5 mm směrem k výměnovému styku.

**Poloha hrotu jazyka** se nastavuje proti montážní značce na opornici dvěma způsoby:

- u jednotlivě svařených výhybek se jazyky přivařují jako poslední svary ve výhybce. U výhybek druhé generace se hrot jazyka nastaví ke značce na opornici (na osu otvoru) jen v závislosti na velikosti smrštění svaru. U výhybek první generace se jazyk nastaví v závislosti na teplotě kolejnic a velikosti smrštění svaru podle přílohy 5;
- u výhybek svařených do skupiny nebo vevařených do bezстыkové koleje se jazyky přivařují až po svaření závěrných svarů (po zřízení BK). Hrot jazyka se nastaví proti montážní značce na opornici v závislosti na teplotě kolejnic a velikosti smrštění svaru podle přílohy 5. Stejným způsobem se postupuje při výměně jazyka s opornicí i při výměně samostatného jazyka.

Pokud je před začátkem výhybky oblouk s kotvami, který pokračuje do výhybky, osadí se tyto kotvy obdobně i ve výměnové části výhybky, a to ve střední části pražce.

## 8. BEZSTYKOVÁ KOLEJ V TUNELU



Při délce tunelu větší než 300 m (mezi portály) mohou být kolejnice upnuty při upínací teplotě od +5°C až do +23°C za těchto podmínek:

- v koleji do 75 m od portálu dovnitř tunelu musejí být kolejnice upnuty při dovolené upínací teplotě +17°C až +23°C jako v běžné koleji
- uvnitř tunelu dál než 75 m od portálu se smí upínací teplota postupně snižovat až na +5°C, ne však o více než o 6°C na délce alespoň 150 m.

Zasahuje-li do tunelu oblouk o poloměru uvedeném v tabulce 1, s povinností osazení kotev, osazují se pražcové kotvy uvnitř tunelu pouze do 25 m od portálu. Přejít mezi tvary kolejnic zřízen ve vzdálenosti menší než 50 m vně od portálu tunelu a 25 m uvnitř od portálu tunelu (menší tvar uvnitř tunelu).

### Udržovací práce, přípustné teploty

Práce snižující stabilitu koleje:

- čištění kolejového lože;
- směrová a výšková úprava koleje a výhybek;
- výměna pražců.

**Přípustné teploty** kolejnic pro práce snižující stabilitu koleje jsou:

- max. o 10°C nad upínací teplotu, nejvýše však +33°C;

- v obloucích o malém poloměru max. o 10°C pod upínací teplotu a o 5°C nad upínací teplotu.

V dýchajících koncích bezстыkové koleje mohou být práce snižující stabilitu koleje prováděny jen při dovolené upínací teplotě. Nebude-li tato podmínka dodržena, musí být v dýchajících koncích upravena upínací teplota při nejbližší vhodné teplotě kolejnic.

V období vysokých letních teplot je dovoleno vykonávat opravné a udržovací práce snižující stabilitu koleje jen pro zajištění bezpečnosti drážní dopravy.

## DAIŠÍ INFORMACE K BEZSTYKOVÉ KOLEJI

Střední část nemá možnost svoji délku měnit, což se projeví při změně teploty kolejnice o každý 1°C změnou:

- podélného napětí přibližně o hodnotu 2,5 MPa;
- podélné osově síly přibližně o hodnotu:
  - 15 kN u kolejnice tvaru S 49;
  - 19 kN u kolejnice tvaru UIC 60;
  - 20 kN u kolejnice tvaru R 65.

Při směrovém posunu koleje v obloucích dochází ke změnám upínací teploty, toto je zahrnuto v příloze 2 předpisu, tabulka je doplněna o poloměr 170 m.

V předpise jsou tyto nové přílohy:

Příloha 10 - Zápis o přejímce BK

Příloha 11 - Příklady měření prokluzu

## 9. ZÁVĚR

Navrhovaná novelizace předpisu SŽDC S3/2 "Bezстыková kolej":

- řeší nedostatky stávajícího znění;
- zahrnuje poznatky, které se nahromadily od roku 2003, kdy byl vydán stávající předpis;
- rozšiřuje možnosti zřizování bezстыkové koleje na další úseky tratí, které má ve správě SŽDC.

Podle stávajících pravidel nebylo možno svařit cca 233 km hlavních kolejí. Při možnosti svařit směrové oblouky o poloměru 170 m zůstává nesvařitelných necelých 30 km, což je z výše uvedeného 12,8 % délky a při poloměru 150 m necelých 3,3 km hlavních kolejí, tedy necelých 1,5 % z uvedených 233 km.

Při dodržování předpisových ustanovení je bezстыková kolej bezpečná a spolehlivá. Vyžaduje poctivý přístup každého, kdo je zúčastněn na jejím zřizování a údržbě.

Děkuji všem, kteří jakýmkoliv způsobem přispěli ke vzniku novelizace předpisu SŽDC S3/2.



Lektoroval: Ing. Pavel Šprdlík, SŽDC SDC jižní Morava



## **ZAJIŠTĚNÍ POŽADAVKŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA PROVOZUSCHOPNOSTI DRÁHY**

**Ing. Rudolf Zelinka,  
SŽDC, s.o., Ředitelství, Odbor provozuschopnosti, Praha**

### **1. ÚVOD – OBECNÉ PŘEDPOKLADY**

Životní prostředí lze definovat mnoha způsoby, např. jako soubor všech vnějších podmínek, biotických i abiotických, které obklopují jedince, populace nebo jiné živé systémy vyššího řádu, poskytují jim všechny faktory nezbytné pro přirozenou existenci a vytvářejí komplexní integrovaný a dynamický obousměrný systém, který je předpokladem dalšího vývoje všech organismů. Člověk je součástí přirozených i kulturních (umělých) ekosystémů a nemůže bez nich existovat.

Znečišťování životního prostředí je důsledkem cílevědomé nebo neuvážené civilizační činnosti člověka. Jedná se o každé vnášení cizorodých fyzikálních, chemických nebo biologických látek a činitelů, narušování přirozených biotopů a snižování biodiverzity, které vedou k destabilizaci ekosystémů. Mezi činnosti ohrožující životní prostředí bohužel patří i doprava, z nichž železnice je právem považována za prostředek trvale udržitelné mobility. I zde však zůstává řada environmentálních problémů.

Ochrana životního prostředí (dále OŽP) je jednou ze základních podmínek existence lidské společnosti; je to cílevědomá činnost, regulovaná mezinárodními úmluvami, dvou a vícestrannými mezistátními dohodami a právními úpravami jednotlivých států. Evropské společenství této problematice přisuzuje prvořadý význam a usměřuje ochranu životního prostředí rozsáhlým systémem právních předpisů.



**Ilustrační foto\***



V případě posuzování dané problematiky ve vztahu k železniční dopravní cestě (dále ŽDC) musí pokračovat trend omezování negativních vlivů z provozu na životní prostředí, tj. snižování produkovaného znečištění, vytipování a potlačování ekologických rizik, odstraňování zdrojů znečišťování a sanace starých i nově vzniklých ekologických zátěží.

K tomu účelu je třeba se držet nastavené koncepce, která je vedena zejména v návaznosti na požadavky legislativy v jednotlivých oblastech OŽP v ČR; současně by se mělo reflektovat nové uspořádání v železničním sektoru, případně pružně reagovat na jeho postupný vývoj.

Důsledkem podcenění problematiky OŽP mohou být zvýšené poplatky a sankce ze strany orgánů státní správy a následně i pokles určité prestiže železniční dopravy, jež je považována v současnosti za jednu z nejšetrnějších k životnímu prostředí.

## 2. OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V PODMÍNKÁCH SŽDC

Ochrana životního prostředí v podmínkách Správy železniční dopravní cesty, státní organizace (dále SŽDC) je zabezpečena na dvou úrovních, a to ekology na Odboru provozuschopnosti – oddělení životního prostředí, kteří mají mj. na starosti metodické vedení ekologů na jednotlivých organizačních jednotkách SŽDC (dále OJ SŽDC), a to zejména ekologů správ dopravní cesty (dále SDC), stavebních správ a dalších OJ SŽDC, kteří pak mají na starosti praktické vedení agendy OŽP.

## 3. ZÁKLADNÍ OBLASTI TÝKAJÍCÍ SE PROBLEMATIKY OŽP V PODMÍNKÁCH SŽDC

Problematiku OŽP je třeba chápat jako specializovanou a průřezovou; souvisí s komplexní činností SŽDC, kdy SŽDC musí zabezpečit v rámci OŽP několik, dalo by se říci základních, oblastí OŽP, jež souvisejí s provozem a provozuschopností ŽDC. Náplň jednotlivých „základních“ oblastí OŽP, na které je nutno cíleně zaměřit v podmínkách SŽDC pozornost, jsou zejména:

- **Oblast vodního hospodářství** - zásobování vodou a odvádění odpadních vod, zpracování a aktualizace havarijních plánů, zpracování provozních a manipulačních řádů a spolupráce při tvorbě povodňových plánů; řešení havárií a havarijních úniků, zajištění správného nakládání se závadnými látkami a další povinnosti vycházející ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění;
- **Oblast ochrany ovzduší** (kotelny a technologie) - evidence v SW EisProW, plnění pravidelné oznamovací a ohlašovací povinnosti vůči státní správě, autorizované měření stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší i dalších povinností dle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění;
- **Oblast odpadového hospodářství** - sledování produkce a zajišťování předání vyprodukovaných nebezpečných a ostatních odpadů, plnění pravidelné oznamovací a ohlašovací povinnosti vůči státní správě, aktualizování Plánů odpadového hospodářství SŽDC v rámci jednotlivých krajů, řešení problematiky dřevěných železničních pražců, evidence polychlorovaných bifenyly (PCB), odstraňování černých skládek a další požadavky zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění;

- **Oblast ochrany přírody a krajiny** - údržba doprovodné zeleně a hubení nežádoucí vegetace (ořez a kácení stromů a keřů v období vegetačního klidu a chemické, popř. mechanické hubení plevelů ve vegetačním období), zajišťování podkladů a komunikace se státní správou, a plnění dalších povinností vyplývajících ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění;
- **Oblast ochrany veřejného zdraví** (hluk a vibrace) – jednání s orgány ochrany veřejného zdraví, řešení stížností obyvatel na hluk a vibrace, zajišťování optimalizace a efektivního užívání stavebních úprav na ŽDC při ochraně obyvatelstva před hlukem (protihlukové stěny a pod.) v rámci rekonstrukce tratí a další činnosti související se zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Dále je průřezově řešeno:

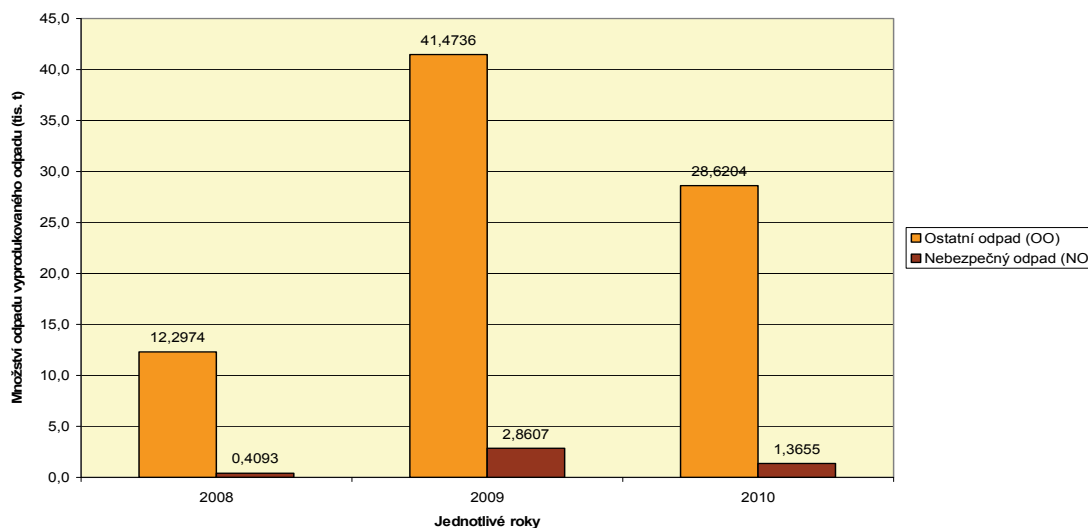
- připomínkování dokumentací staveb a technologií a spolupráce při realizaci investic s dopadem do životního prostředí;
- sledování a kontrola projektů staveb na ŽDC v rámci investiční činnosti z hlediska OŽP;
- údržba a rozvíjení systému environmentálního managementu jakosti (ISO 14000 – vybraná pracoviště SDC severovýchodní Čechy – Liberec a stavební správy), sledování a aktivní účast na řešení problematiky OŽP v národní (Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, ředitelství České inspekce životního prostředí atp.) a nadnárodní úrovni (UIC, CER aj.);
- školení zaměstnanců OJ SZDC v jednotlivých oblastech ochrany životního prostředí;
- efektivní využívání softwarové podpory a systému vnitřní legislativy;
- důraz na vnitřní systém environmentálního účetnictví (vykazování nákladů souvisejících s problematikou ŽP) a reportingu;
- zpětná vazba, čili kontrolní činnost a navrhování opatření ke zlepšení stavu.

Při bližším pohledu na jednotlivé výše uvedené oblasti životního prostředí lze konstatovat, že v praxi se jedná například u budov o řešení **vodohospodářské problematiky** (pitná voda - studny, odpadní voda - stav kanalizací, ČOV apod.). V neposlední řadě je součástí vodohospodářské problematiky i řešení havárií, havarijních úniků a následných sanací pozemků, které Odpor provozuschopnosti - oddělení životního prostředí, řeší ve spolupráci s místně příslušnými jednotkami požární ochrany Hasičské záchranné služby Správy železniční dopravní cesty, státní organizace (JPO HZS SZDC).

Dále záležitosti kolem dodávek tepla se projevují v **ochraně ovzduší** tj. stav kotelen včetně druhů paliv, optimalizace spotřeby atd. Postup při odstraňování technických a technologických závad i při realizaci dalších opatření, včetně potřebných investic, je v této oblasti sledován prostřednictvím autorizovaného měření emisních limitů, které vyplývá z příslušné právní úpravy.

Přirozeně je třeba řešit i otázky **odpadového hospodářství** s důrazem na třídění odpadů, včetně sledování obsahu PCB ve stykových transformátorech, tlumivkách, dále pak stále aktuální problematika starých dřevěných železničních pražců. SŽDC byla v roce 2010 pokutována Českou inspekcí životního prostředí za prodej použitých dřevěných železničních pražců třem právníkům osobám a po podaném odvolání uloženou sankci potvrdilo i Ministerstvo životního prostředí (dále MŽP), jako odvolací orgán. Rozhodnutí však byla vydána bez jakéhokoli odborného posudku, kterým by svůj přístup orgány ochrany životního prostředí podepřely. Až následně – poté, co SŽDC podala správní žalobu proti rozhodnutí MŽP v únoru 2011 – zadalo MŽP zpracování odborné studie na dané téma, která byla postoupena SŽDC v lednu 2012. Některé závěry této studie jsou však pro SŽDC nepřijatelné a budou uvedeny v oponentní zprávě. Následné společné jednání na MŽP za účasti i zástupců z Ministerstva dopravy a Ministerstva průmyslu a obchodu (problematika pražců jako „výrobků“) a SŽDC by mělo přinést jasný závěr a návrh dalšího postupu, na kterém bude panovat shoda napříč resorty. Cílem SŽDC vždy bylo především předcházet vzniku odpadů, s čímž souviselo i opětovné, resp. opakované uvádění dřevěných pražců na trh, a to i k jinému než původnímu účelu využití, vždy však v souladu s evropským nařízením o chemických látkách (tzv. REACH), které takový postup umožňuje, což ve svém vyjádření potvrdila i Evropská komise (společné vyjádření DG Environment a DG Enterprise a Industry z ledna 2011). Do doby vyřešení problematiky dalšího nakládání s dřevěnými pražci však nadále platí zákaz prodeje pražců, pokud nejsou použity k původnímu účelu.

Produkce odpadů SŽDC v letech 2008 až 2010



Graf produkce odpadů\*

Provoz na železničních tratích pak přináší problematiku týkající se **oblasti ochrany veřejného zdraví** (akustika: snižování hluku a vibrací). V roce 2001 došlo k zásadní změně právního přístupu k hlukové problematice v životním prostředí; tehdy vstoupil v platnost zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a návazné nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, které bylo opakovaně novelizováno. Základní hygienické limity hluku (dále HLH) v komunálním prostředí byly v uplynulém desetiletí zpřísněny; zejména v případě dopravního hluku vzniklého v minulosti je obtížné realizovat požadovaná

opatření, a to mnohdy i po zohlednění tzv. korekce na starou hlukovou zátěž ze železniční dopravy (dále SHZ) ve výši +10 dB.

Zákon č. 258/2000 Sb. však pro takové situace zavádí institut časově omezených povolení provozování zdroje hluku, kdy provozovatel takového zdroje nemá v daném okamžiku možnost snížit hladinu hluku pod úroveň HLH: jedná se však o poměrně zdoluhavý proces správního řízení. Nedílnou součástí zákona je i část upravující sankce. SŽDC má vydáno několik takových povolení. V praxi se lze často setkat i se situacemi, kdy není technicky možné dodržet HLH pro chráněný venkovní prostor staveb (objekty u přejezdů apod.). V rámci přípravy dopravních staveb musejí tak být (ve vazbě na znění nařízení vlády platné od června 2006) prakticky vždy navržena a následně realizována opatření vedoucí k dodržení HLH v chráněném venkovním prostoru staveb. Tento stav si vyžádal pochopitelný nárůst nákladů na protihluková opatření především ve formě protihlukových stěn (PHS), neboť efektivní možnosti protihlukové ochrany – vedoucí ke snížení hluku ve venkovním prostoru – jsou limitovány (mnohdy venkovní prostor řady obytných objektů efektivně ochránit ani nelze: např. obytné stavby u přejezdů; obdobně, v případě jednotlivě nesouvisle rozmístěných domů je jejich ochrana ve formě PHS často neefektivní: vysoké náklady a jejich dopad ve formě snížení hlukové zátěže se promítne pouze u několika málo objektů). Rozsah budovaných PHS tak v posledních cca 6 letech výrazně narostl, když bylo k počátku roku 2011 evidováno na tratích SŽDC již více než 180 km PHS v řádově mnoha stovkách úseků (přitom na počátku minulého desetiletí nebylo tohle číslo ani třetinové). Pro srovnání v Evropě bylo do roku 2007 vybudováno celkem cca 1 000 km protihlukových stěn (mimo ČR pak zejména v Německu, Rakousku, Švýcarsku, Nizozemí nebo Itálii).

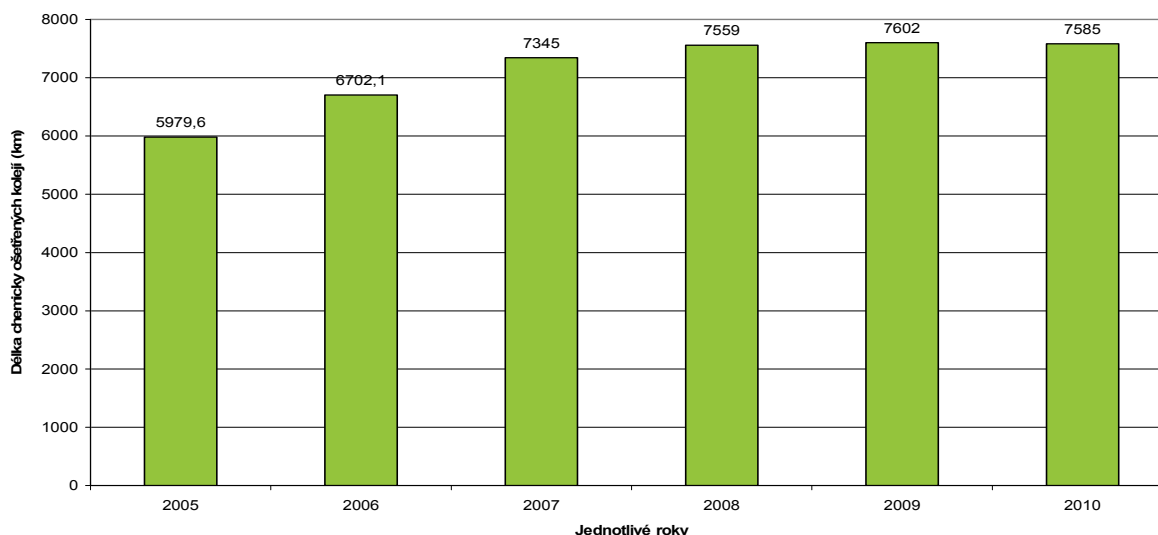


**Zkušební využití Harvestoru a plošinového vozu při kácení\***



Údržba tratí je spojena s tématy **ochrany přírody a krajiny**, tj. problematika hubení nežádoucí vegetace - plevelů anebo kácení a ořez nežádoucích dřevin (stromů a keřů) a souvisejících činností. Postupy SŽDC při kácení dřevin, které jsou častým zdrojem ohrožení dráhy (zvláště při nepříznivých povětrnostních podmínkách ve spojení s větrem, sněhem nebo námrazou) se zkomplikovaly po novele zákona o ochraně přírody a krajiny platné od prosince 2009, kdy v případě kácení (včetně kácení z provozních důvodů) „u železničních drah“ již není možné kácení pouze předem „oznámit“ orgánu ochrany přírody (a vyčkat, zda bude či nebude na oznámení reagovat). V případě požadavku na kácení dřevin s obvodem kmene nad 80 cm ve výšce 130 cm nad zemí a keřů s plochou nad 40 m<sup>2</sup> je vždy třeba podat žádost o jeho povolení. Vlastní povolení může orgán ochrany přírody vydat až po dohodě s drážním správním úřadem (takže v důsledku tato změna podstatně rozšířila správní agendu DÚ); jedná se tedy o klasické správní řízení o žádosti SŽDC.

Množství chemicky ošetřených kolejí proti nežádoucí zeleni v letech 2005 - 2010



### Graf množství chemicky ošetřených kolejí\*

Orgány ochrany přírody (obce a města), vzhledem k aktuální právní úpravě, vydávaná povolení ke kácení často spojují s nařizováním náhradní výsadby, což znamená další nárůst nákladů SŽDC. Zde je jediným opravným prostředkem odvolání SŽDC k místně příslušnému krajskému úřadu, což však celou záležitost prodlužuje: např. Jihomoravský kraj přistupuje při odvolání k problematice rozumně, kdy rozhodnutí obcí o náhradní výsadbě za dřeviny skácené z provozních důvodů ruší. Snad jediným pozitivem této novely je spojení povinností právnických a fyzických osob, což znamená, že kácení stromů do stanoveného obvodu a stanovené plochy keřového porostu již nemusí SŽDC při zajišťování provozuschopnosti dráhy ohlašovat ani žádat o jejich pokácení, jako tomu bylo dříve (vždy nutnost alespoň ohlášení) a může kácet okamžitě, tedy nejlépe v době vegetačního klidu.

Nadále rovněž platí ustanovení, že „povolení není třeba ke kácení dřevin, je-li jejich stavem zřejmě a bezprostředně ohrožen život či zdraví nebo hrozí-li škoda



značného rozsahu“ – v takovém případě postačí oznámit tuto skutečnost orgánu ochrany přírody do 15 dnů od provedení kácení.

SŽDC se v uplynulém roce pokusila o **získání prostředků z Operačního programu životní prostředí** (dále OPŽP) – Prioritní osy 6 Zlepšování stavu přírody a krajiny, kdy v rámci XXVII. výzvy k podávání žádostí o poskytnutí podpory z OPŽP s cílem využít až 90% spolufinancování z OPŽP bylo připraveno několik projektů SŽDC pro podoblasti podpory 6.6 Prevence sesuvů a skalních řícení (největší rozsah), 6.3 Obnova krajinných struktur a 6.5 Podpora regenerace urbanizované krajiny. Projektové žádosti byly na podzim 2011 Státním fondem životního prostředí po formální stránce schváleny a výsledná úspěšnost žádostí SŽDC bude známa na konci března 2012.

Jen velmi nesnadno lze striktně oddělit problematiku OŽP od jednotlivých činností SŽDC, jejichž prostřednictvím je zajišťována provozuschopnost ŽDC, kdy každodenní provoz na železnici ve větší či menší míře přináší negativní dopady na životní prostředí, a to zejména ve svém bezprostředním okolí. Proto je třeba věnovat OŽP patřičnou pozornost.

#### 4. SLOVO ZÁVĚREM

Stav životního prostředí a s ním související ochrana životního prostředí má podstatný vliv na kvalitu lidského života, kdy – ať chceme nebo nechceme – okolní prostředí na nás působilo, působí a působit bude. Je jen na nás, zda to budou vlivy negativní a nebo pozitivní a sami můžeme ovlivnit to, jaké životní podmínky si kolem sebe vytvoříme.

Proto je třeba nadále vykonávat všechny naše činnosti nejen stránce souladu s technickými, popř. technologickými požadavky, ale i se zřetelem na ochranu životního prostředí, a to třeba i efektivním využíváním evropských finančních nástrojů pro oblast životního prostředí. Proto i sama SŽDC se snaží minimalizovat, případně předcházet veškerým negativním dopadům na své okolí a životní prostředí.

## MECHANIZACE PRO ÚDRŽBU TRATÍ

Ing. Miroslav Hollan,  
SŽDC, s.o., Ředitelství, Odbor provozuschopnosti, Praha

### ÚVOD

Základním předpokladem pro spolehlivé a bezpečné provozování železniční dopravy je kvalita železniční dopravní cesty. Pro její zhotovení a údržbu má nezastupitelnou úlohu kvalitní mechanizace. Tak jak stoupají parametry železniční dopravní cesty, tak se musí zdokonalovat i mechanizační prostředky na její údržbu a to nejen po stránce výkonu a kvality práce, ale musí splňovat i stále přísnější požadavky české a evropské legislativy. Kvalitní údržba nezávisí však jen na kvalitě mechanizace, ale i na odborné úrovni pracovníků, kteří ji používají. SŽDC, která provozuje dráhu a zároveň plní povinnosti vlastníka dráhy, musí zajistit údržbu a opravy dráhy v nezbytném rozsahu pro udržení její provozuschopnosti.

V současné době již SŽDC neprovozuje lokomotivy a těžké traťové stroje jako jsou automatické strojní podbíječky, čističky šterku, kolejové jeřáby, pojízdné svařovny atd. Výkony těchto strojů jsou zajišťovány dodavatelsky. Strojní kapacity SŽDC jsou zaměřeny na údržbové a opravné práce.

### A. Speciální vozidla používaná v současnosti

Mechanizaci používanou na údržbu železniční dopravní cesty můžeme rozdělit na dvě skupiny:

- speciální vozidla
  - hnací
  - tažená
- drobná mechanizace

Protože se jedná o širokou problematiku, zaměřím se v příspěvku na vybraná speciální vozidla používaná u SŽDC.

Speciální vozidlo je drážní vozidlo konstruované pro údržbu, opravy a rekonstrukce dráhy nebo pro kontrolu stavu dráhy, odstraňování následků nehod a mimořádných událostí; je-li speciální vozidlo s vlastním pohonem o jmenovité hmotnosti vyšší než 20 t nebo s vlastním pohonem, umožňujícím vozidlu rychlost vyšší než 10 km/h bez ohledu na hmotnost vozidla, jedná se o speciální hnací vozidlo.

## Typy a počty vybraných speciálních vozidel u SDC k 31.12.2011

typ	počet	rok výroby
MUV 69	341	1970 - 1991
MUV 71, 71.1	8	2004 - 2010
MV 79	8	1983 - 1990
MV 80	5	1989 - 1992
MPV 22	8	2002 - 2010
SVP 60.1, 74	46	1979 - 1992
KSF 70, 70.1, 70.2	49	1970 - 1991
KSP	14	1975 - 1988
MVTV 2	75	1983 a 1992
MVTV 3	12	1972

**1) Stroje pro přepravu materiálu a osob**

## a) Motorový univerzální vozík typu MUV 69, MUV 71, 71.1

Jedná se o nejpočetnější skupinu speciálních hnacích vozidel. Při údržbě tratí se bez těchto vozidel neobejdeme. Zatím za ně neexistuje rovnocenná náhrada, proto je musíme udržovat v provozuschopném stavu. Poslední nový MUV 69 byl nakoupen v roce 1991 a nejstarší provozovaný MUV 69 byl vyroben v roce 1970. Během jejich provozu byla provedena řada modernizací, většinou se jednalo pouze o náhradu hnacího agregátu (motor, převodovka) a novou vyšší kabinu. V roce 2004 a 2005 byla provedena modernizace 2 ks MUV 69 na MUV 71 a v roce 2009 a 2010 následovalo ještě 6 ks MUV 71.1. Nejednalo se však o zásadní modernizaci.

## b) Motorový vůz MV 79

Vozidlo s hydromechanickým přenosem výkonu je vybaveno hydraulickou rukou, sklopnou korbou a narážecím a spřáhlovým ústrojím. V kabině lze přepravovat až 6 osob. U SDC provozujeme 8 ks vozidel a s jejich modernizací neuvažujeme.

## c) Motorový vůz MV 80

Vozidlo s dieselelektrickým přenosem výkonu s trakčními motory na obou nápravách. Vozidlo používáme k přepravě materiálu, osob, speciálních tažených vozidel a dále jej lze využít jako zdroj elektrické energie. Vozidlo je zdařilá konstrukce a bylo by vhodné pro modernizaci.

## d) Motorový pracovní vůz MPV 22

Toto vozidlo vzniklo modernizací vozidla DGKu-5 vyrobeného v bývalém SSSR. Do dnešního dne bylo modernizováno 8 ks vozidel. V rámci modernizace byl změněn přenos výkonu na dieselelektrický, byla vyrobena nová prostorná kabina a byl osazen nový nakládací jeřáb s možností zavěšení přídatných zařízení. Dále bylo vozidlo vybaveno radiostanicí VS 67 pro komunikaci v TRS i GSM-R. Z důvodu rozšíření využití vozidla bylo doplněno o následující zařízení:

- sekačka porostů;
- zametadlo nástupišť od sněhu;
- sněhový pluh.



**DGKu-5**



**MPV 22 s pluhem**



**MPV 22 se zametadlem**



**MPV 22 se sekačkou**

## 2) Stroje na výměnu pražců (SVP 60.1, 74)

Další skupinou strojů jsou stroje na výměnu pražců SVP 60.1 nebo novější SVP 74. Poslední 3 stroje byly dodány v roce 1992. Stroje byly původně určeny především k výměně pražců, postupně se začaly využívat k sečení porostů a dnes tato činnost zcela převládá. Pokud nadále bude SŽDC zajišťovat sekání porostů vlastními prostředky, bude třeba uvažovat s jejich modernizací. (problémy s netěsností hydraulického systému, nízká přepravní rychlost)



**SVP 74**



### 3) Stroje pro odstraňování sněhu

Tuto skupinu tvoří kolejové sněhové frézy a kolejové sněhové pluhy.

#### a) Kolejová sněhová fréza (KSF 70, 70.1, 70.2)

Stroje vznikly jako nástavba na MUV 69 (fréza vpředu, pluh vzadu). V současné době provozujeme 49 ks KSF vyrobených od roku 1970 do roku 1991, kdy jsme nakoupili poslední kus. U strojů se projevuje únava materiálu a z toho plynoucí poruchy při nasazení. Na strojích byly prováděny modernizace, které spočívaly v náhradě původních hnacích motorů Tatra za motory Zetor, u tří kusů byly použity motory Zetor i k pohonu nástavby – sněhové frézy. Dále byly dosazovány nové vyšší kabiny s podchodnou výškou 2 m. K zásadním změnám nedošlo, byla zachována původní koncepce vozidla. Protože tato vozidla vlastní v ČR pouze SŽDC a nemáme za ně náhradu, bude nutné se zabývat jejich obnovou a to formou modernizace nebo nákupem nových vozidel.



**KSF 70.2**

#### b) Kolejový sněhový pluh KSP

V současné době provozujeme pluhy polské výroby typu LPO 411 S v počtu 14 kusů dodané v letech 1975 – 1988. Jedná se o speciální vozidlo bez vlastního pohonu, při práci je tlačeno hnacím vozidlem. Maximální výška odklízené vrstvy sněhu je 1500 mm a šířka při použití postranních radlic až 6160 mm. Pro plné využití pluhu je třeba hnací vozidlo o výkonu 1250 kW. Zatím se s modernizací těchto vozidel neuvažuje.



**Sněhový pluh LPO 411 S**



#### 4) Montážní vozy pro kontrolu a údržbu trakčního vedení

V této oblasti údržby používáme dva typy speciálních vozidel, MVTV-2 a MVTV-3.

##### a) MVTV-2

Tato vozidla při svém vzniku byla označena jako M153 a jsou odvozena z motorového osobního vozu řady M 152. Později při zařazení do vozidlového parku SŽDC byla přeznačena na MVTV-2. V provozu máme 75 ks těchto vozidel a provádíme jimi převážnou část údržby trakčního vedení. Vozidlo je vybaveno dílnou se skladem na materiál, kontrolním sběračem a montážní odizolovanou plošinou s možností práce na troleji pod stejnosměrným napětím 3000 V. Práce na troleji se střídavým napětím 25 kV je možná pouze za napěťové výluky. Nevýhodou vozidla je jen jedna hnací náprava, což se projevuje nedostatkem trakční síly při tažení zátěže (plošinový vůz s jeřábem nebo plošinou, rozvinovaný vůz, ...) za zhoršených klimatických podmínek – mokré nebo namrzlé kolejnice, ale i spadané listí. Vozidla zatím udržujeme v provozu opravami menšího nebo většího rozsahu bez zásadních změn. Protože tato vozidla jsou nutná k zajištění provozuschopnosti železniční dopravní cesty a v potřebném počtu je vlastní pouze SŽDC, bylo přikročeno v závěru roku 2011 k jejich modernizaci.

##### b) MVTV-3

Vozidla byla zakoupena v roce 1972 pod označením M 250, jejich konstrukce vycházela z motorových vozů řady M 240. Z 12 vozidel provozujeme pouze 5, ostatní jsou odstavena. S modernizací neuvažujeme, vozidla budou postupně vyřazena.

### B. Modernizace speciálních vozidel

První modernizace většího rozsahu, které znamenaly změnu typu drážního vozidla, byly započaty v roce 2002 na vozidlech DGKu-5, která byla vyřazována z provozu pro nedostatek náhradních dílů. Po modernizaci vozidlo dostalo označení MPV-22. Rozsah modernizace již byl popsán výše. Stále ještě evidujeme 5 ks vozidel DGKu-5, která by byla k modernizaci vhodná.

Potřeba zásadní modernizace se projevila i u dalších typů speciálních vozidel. Poslední nová speciální vozidla byla nakoupena před 20 lety v roce 1992. Po celou dobu provozu jsme udržovali vozidla v provozu pouze nejnужnějším opravami tak, aby vyhovovala požadavkům vyhlášky 173/1995Sb. a uspěla při technické kontrole. Někdy byly provedeny modernizace, které spočívaly v náhradě zastaralých a již nevyroběných se komponent za nové. Stále však vozidla zůstávala původní koncepce z let jejich výroby.

Proto bylo v roce 2011 rozhodnuto začít s modernizací vybraných typů speciálních vozidel.

Pro modernizaci byly jako první vybrány typy vozidel, které jsou pro udržení provozuschopnosti dráhy nezbytné:

- motorové univerzální vozíky typu MUV 69;
- montážní vozy pro kontrolu a údržbu trakčního vedení typu MVTV 2.

## 1) Motorové univerzální vozíky typu MUV 69

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, zadala v otevřeném řízení dle § 27 zákona č.137/2006 Sb., o veřejných zakázkách, v platném znění (dále jen zákon), veřejnou zakázku s názvem „**Odkup, zpětný finanční pronájem a modernizace 10 ks speciálních vozidel typu MUV 69**“. Nabídka uchazeče (společná nabídka ING Lease (C.R.) a CZ LOKO) nebyla v souladu se zadávacími podmínkami zadavatele a proto rozhodl zadavatel o vyloučení uchazeče ze zadávacího řízení a zadávací řízení zrušil. Následně vyzval zadavatel stejného uchazeče v souladu s ustanovením §22 zákona k jednání v jednacím řízení s uveřejněním na výše uvedenou veřejnou zakázku. Po ukončení jednacího řízení byla s uchazečem uzavřena smlouva na výše uvedenou veřejnou zakázku.

Nejdůležitější požadavky na modernizované vozidlo typu MUV 69:

- hydrostatický pohon pojezdu;
- provozní rychlost vpřed i vzad min. 75 km/h, trvalá plíživá rychlost 3 – 9 km/h;
- rovná podlaha v kabině bez vyčnívajícího krytu motoru;
- klimatizace kabiny;
- ochranné prvky zamezující poškození vozidla při najetí do drážního vozidla normální stavby rychlostí do 5 km/h;
- nakládací jeřáb 7 tm s dálkovým ovládním;
- zvýšení komfortu pro osádku (hluk, vibrace, klima), snížení spotřeby PHM, zvýšení spolehlivosti.

Při modernizaci budou zachovány všechny výhody stávajícího vozidla - nízká nákladní plošina, přeprava 6+1 lidí v kabině, snadné nastupování a vystupování z kabiny (nízko položená podlaha nad TK).

První kus modernizovaného vozidla by měl být dodán v dubnu 2012 a všechny další do dubna 2013.

## 2) Montážní vozy pro kontrolu a údržbu trakčního vedení typu MVTV-2

Veřejná zakázka byla zadána v otevřeném řízení dle § 27 zákona č.137/2006 Sb., o veřejných zakázkách, v platném znění (dále jen zákon), s názvem „**Odkup, zpětný finanční pronájem a modernizace 10 ks speciálních vozidel typu MVTV-2**“. Nabídka uchazeče (společná nabídka ING Lease (C.R.) a CZ LOKO) splnila požadavky zákona a zadávací dokumentace a proto byla s uchazečem podepsána smlouva na výše uvedenou zakázku.

Nejdůležitější požadavky na modernizované vozidlo:

- nejvyšší provozní rychlost vlastním pohonem 90 km.h<sup>-1</sup>;
- regulovatelná pracovní rychlost 1 až 5 km.h<sup>-1</sup>;
- dieselelektrický přenos výkonu;
- dvě hnací nápravy;
- výkon motoru min 240 kW;

- práce z otočné izolované plošiny s možností zdvihu na trakčním vedení pod napětím 3kV DC;
- zásobování ručního nářadí tlakovým vzduchem a elektrickou energií;
- doplnit polopantografový sběrač o měřicí zařízení klikatosti a výšky trolejového drátu se záznamem a výstupem na monitor;

První kus modernizovaného vozidla by měl být dodán v září 2012, dalších 6 ks do září 2013 a poslední 3 ks do března 2014.

### **C. Závěr**

Ve svém příspěvku jsem se zaměřil na speciální vozidla, která z převážné části nebo stoprocentně provozuje SZDC a zajišťují pomocí nich údržbu a opravy tratí. Proto je třeba tato speciální vozidla nejen udržovat v provozuschopném stavu, ale zvyšovat jejich parametry a spolehlivost. Jednou z cest je jejich modernizace. To povede k jejich většímu využití a následně bude možné snížit jejich stavy na nezbytně nutné.

## ZVÝŠENÍ KVALITY JÍZDNÍ DRÁHY VE VÝHYBKÁCH POMOCÍ ZPRUŽNĚNÍ

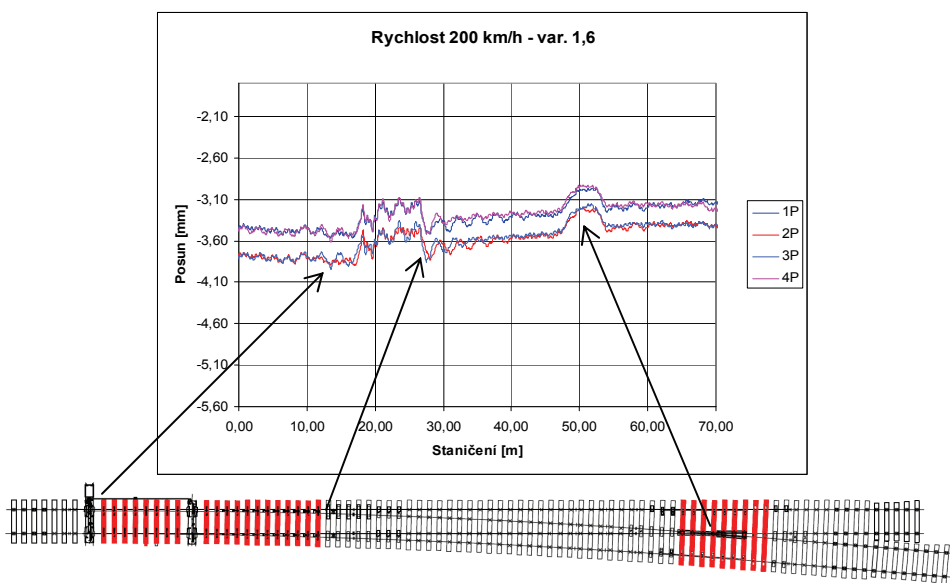
Ing. Marek Smolka, DT – Výhybkárna a strojírna, a.s. Prostějov,  
 Doc. Ing. Hana Krejčířiková, CSc., ČVUT FSv v Praze,  
 Prof. Ing. Jaroslav Smutný, Ph. D., VUT FAST v Brně

### 1. ÚVOD

Opakované působení a velikost dynamických účinků vyvolaných vozidly má negativní vliv na životnost, odolnost, namáhání a trvanlivost materiálů konstrukcí železničního svršku a spodku. Hodnoty, kterých tyto dynamické účinky dosahují, nedovolují konstrukčním součástem (ocelové prvky, pryžové prvky, konstrukční vrstvy, apod.) dlouhodobě odolávat. Cílem řešení je hledání možností jak dynamické účinky omezit, stanovit způsob měření a metody vyhodnocení pro ověření přínosu jejich snížení. Za tímto účelem byla navržena a odzkoušena komplexní metodika měření a hodnocení dynamických účinků působících na jednotlivé části výhybkové konstrukce. Dále byla zpracována metodika pro dlouhodobá sledování konstrukce výhybky, geodetické výškové zajištění a zaměření kolejnicových pásů vybrané výhybkové konstrukce na provozované trati.

### 2. NÁVRH ROZSAHU ZPRUŽNĚNÍ

Řešení problematiky optimalizace výhybky z hlediska minimalizace dynamických účinků přenášených do železničního svršku a spodku se v rámci grantu získaného v roce 2011 od Technologické agentury České republiky **TA01031297 – „Zvýšení kvality jízdní dráhy ve výhybkách pomocí zpružnění“** věnuje DT – Výhybkárna a strojírna, a.s. ve spolupráci s ČVUT FSv v Praze a VUT FAST v Brně.

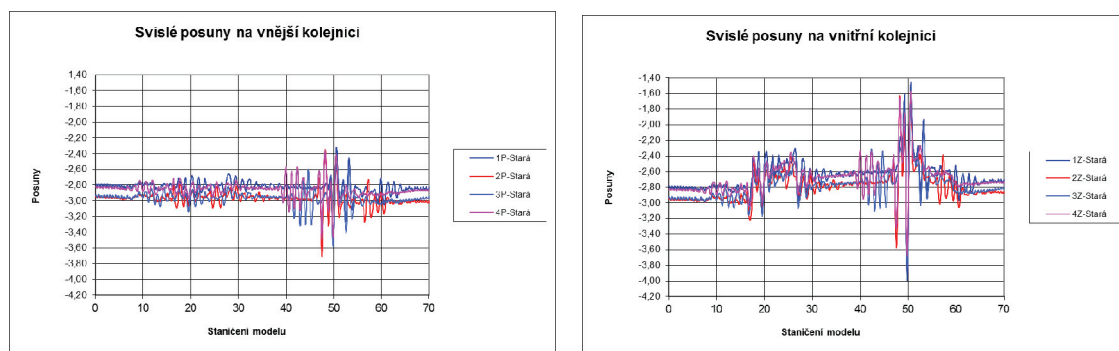


Obr. 1 Hodnoty svislých posunutí po délce výhybky

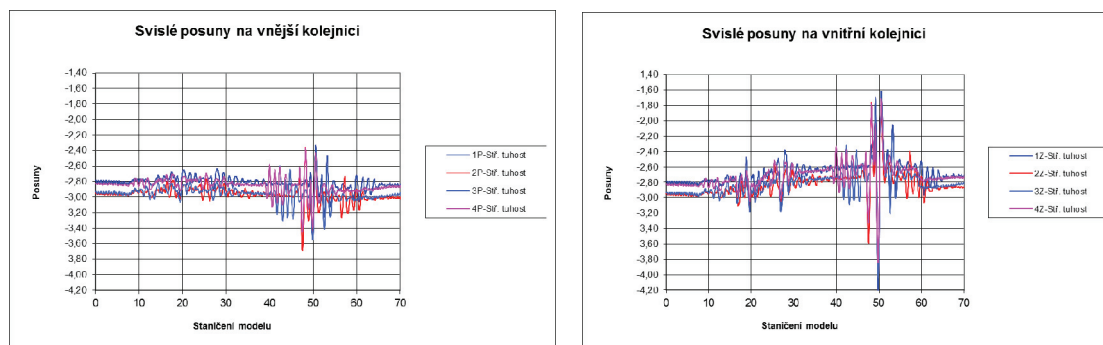
Na základě provedení řady simulačních výpočtů byly stanoveny oblasti ve výhybce, které se vzhledem k navazujícím částem výhybky z hlediska svislých posunutí vyvolaných jízdou vozidla chovají odlišně. Bylo zjištěno, že po délce výhybky dochází k menším hodnotám svislého posunutí při průjezdu vozidla přes jazyk uložený na kluzných plochách kluzných stoliček a přes srdcovku. Jedna z variant výstupu pro zvolenou kombinaci rychlosti a tuhosti svislého zatlačení kolejnice je na obr.1.

### 3. NÁVRH TUHOSTI ZPRUŽNĚNÍ

Na základě výsledků napěťově – deformačních analýz výpočtového modelu výhybky (výchozího stavu) obr. 2 a navržených charakteristik zpružněných systémů upevnění ve výměnové a srdcovkové části byly získány nové průběhy poklesů po délce výhybky obr.3.

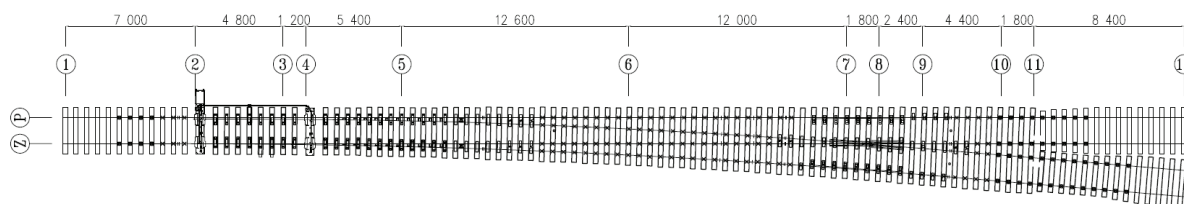


Obr. 2 – Nezpružněná výhybka – svislý posun – rychlost 160 km.h<sup>-1</sup>



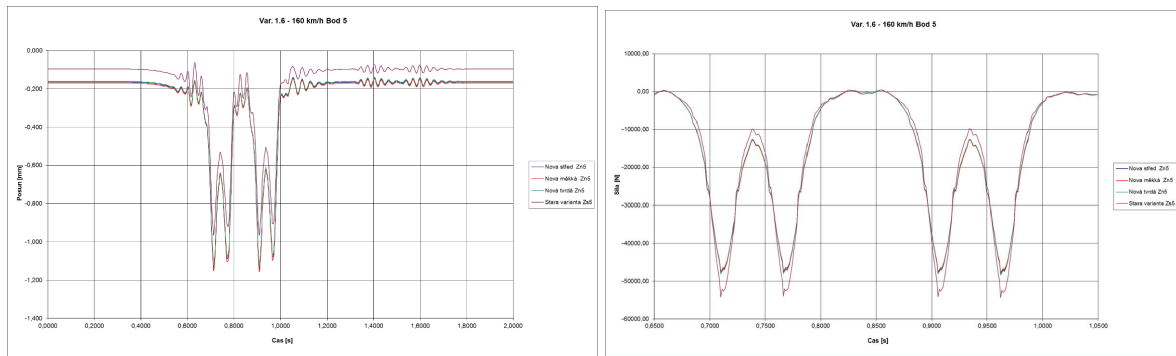
Obr. 3 – Zpružněná výhybka – svislý posun – rychlost 160 km.h<sup>-1</sup>

Vyhodnocovány byly také posunutí a silové účinky přenášené do podloží ve 12-ti charakteristických řezech výhybkou obr. 4. Výsledky z dynamických výpočtů a jejich porovnání např. pro řez č. 5 ve variantě bez zpružnění (výchozí stav) a se zpružněním (nový stav) je na obr. 5.



Obr. 4 Sledovaná místa průjezdu náprav vozidla

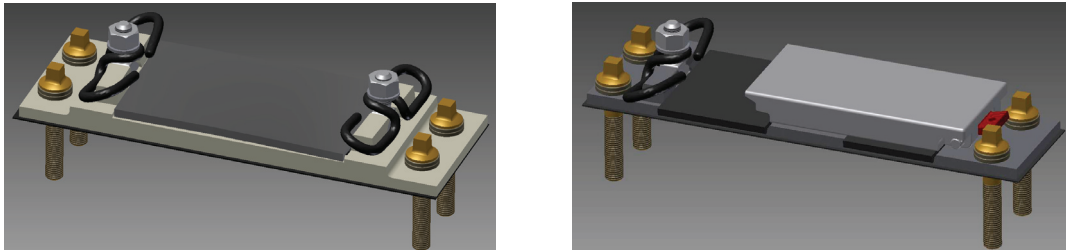




**Obr. 5** Grafy relativního posunu hlavy vnitřní kolejnice a sil přenášených na pražec od kolové síly

#### 4. NÁVRH SYSTÉMŮ UPEVNĚNÍ

Pro odstranění nehomogenních míst v tuhosti jízdní dráhy ve výhybce byly provedeny návrhy sestav systémů upevnění obr. 6 ve vybraných oblastech tzn. podkladnice pod srdcovkou (TA3718) a kluznou stoličku (KSN15). Byly vyrobeny prototypové vzorky a podrobeny laboratorním zkouškám dle požadavků norem ČSN EN 13481 (Požadavky na vlastnosti systémů upevnění) a ČSN EN 13146 (Metody zkoušení systémů upevnění).



**Obr. 6** 3D modely systémů upevnění TA3718 a KSN15

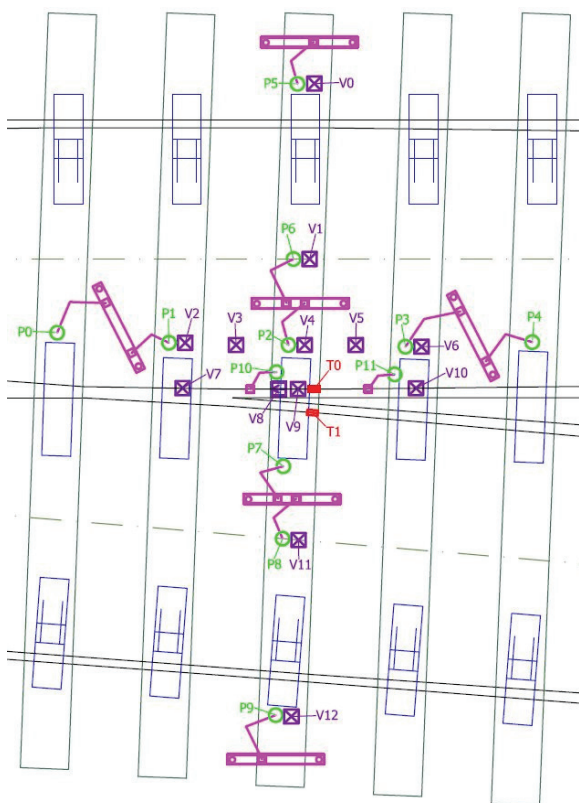
#### 5. NÁVRH METODIKY MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ

Hodnocení dynamických účinků působících na výhybky, případně jejich jednotlivé části, bylo rozděleno do tří základních oblastí. Do první řešitelský kolektiv zahrnul měření pohybového chování konstrukce, tedy analýza posunů jednotlivých částí (svislé posuny pražců, sledování chování upevnění, chování jazyků atd.), případně celé výhybky pod zatížením. Do druhé oblasti pak řešitelé zahrnuli šíření vibrací v jednotlivých částech výhybky a zejména účinky vibrací na šterkové lože. V rámci tohoto bodu byla také vyvinuta jistá varianta provozní modální analýzy. Do třetí oblasti byla zahrnuta měření silového působení a napětí. Na obr. 7 je prezentována sestava snímačů délky, snímačů zrychlení i deformace v oblasti srdcovkové části a na obr. 8 ve výměnové části. Je vhodné podotknout, že pro sledování pohybového chování konstrukce výhybky, případně jednotlivých částí výhybky byly zvoleny snímače délky umístěné na speciální rám vytvořený dvěma ocelovými tyčemi zapařčenými do šterkového lože a ocelovým nosníkem. Jde o snímače P01 až P11 dle obr. 7 a snímače 1P01 až 1P09 dle obr. 8. Pro měření vibračních parametrů byly zvoleny snímače zrychlení kmitání V0 až V12 dle obr. 7

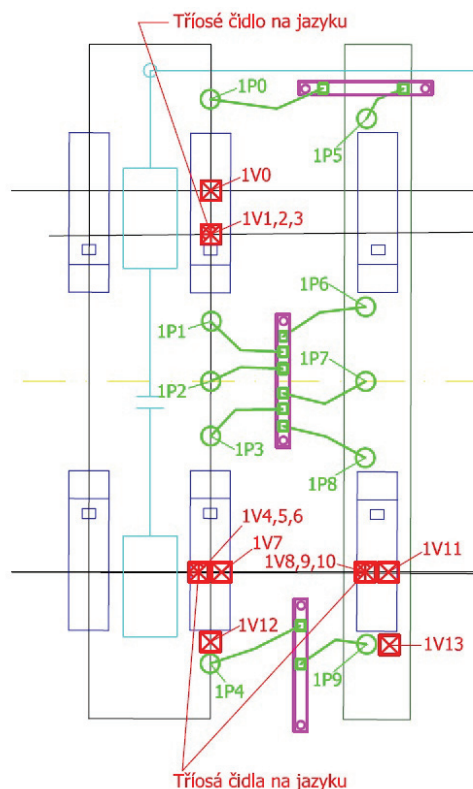
a 1V0 až 1V13 obr. 8. Pro sledování deformací a silového působení se počítá s vhodně umístěnými tenzometrickými snímači.

Vzhledem k povaze hodnocených dějů byly navrženy pro hodnocení naměřených signálů v rámci jednotlivých měřicích míst následující parametry, veličiny a postupy, které lze z důvodu přehlednosti rozdělit do tří základních tříd:

1. Analýza v časové rovině – časové zobrazení, globální a lokální extrémy, efektivní hodnota;
2. Analýza ve frekvenční rovině – průběh amplitudového spektra vypočítaného aplikací Fourierovy transformace, amplitudového spektra frekvenčních přenosových funkcí včetně poměrných útlumů;
3. Analýza v časově - frekvenční rovině - amplitudové časově frekvenční spektrum vypočtené aplikací Krátkodobé Fourierovy transformace.



**Obr. 7 Rozmístění snímačů, srdcovková část**



**Obr. 8 Rozmístění snímačů, výměnová část**

Výchozím podkladem pro návrh metodiky dlouhodobého sledování geometrických parametrů výhybky byly zkušenosti se sledováním výhybek a výhybkových konstrukcí v letech předcházejících. Měření byla prováděna v režimu bez zatížení a se zatížením, byly provedeny statické a rázové zatěžovací zkoušky v několika hloubkových úrovních od úložné plochy pražce a provedeny kopané sondy do úrovně zemní pláně. Dlouhodobé sledování konstrukce předpokládá, že poloha a geometrické charakteristiky koleje budou zaznamenávány po dobu několika let provozu a na základě těchto výsledků lze prognostikovat možné závady v geometrii. Před uložením výhybky je nutné zaznamenat únosnost zemní pláně a konstrukčních

vrstev zjištěnou pomocí statické zatěžovací zkoušky podle předpisu SŽDC S4 Železniční spodek a pro srovnání v dalších etapách měření lehkou dynamickou deskou.

Sledování dlouhodobé stability výškové polohy kolejnicových pásů ve výhybce je vhodné provádět nivelací k pevnému bodu. Z výsledné naměřené polohy lze dále stanovit převýšení v jednotlivých kolejích, výškovou polohu v hlavní a odbočné větvi, příp. zborcení koleje nebo uložení pražců. Absolutní pokles kolejnicového pásu pod zatížením lze stanovit digitalizací signálu z kamery zaměřené na magnetický stojánek umístěný na patě kolejnicového pásu nebo pomocí měřiče poklesů fixovaného do pláně železničního spodku.

Z časové změny naměřených hodnot lze predikovat případnou degradaci vlastností pražcového podloží. Pro sledování byly zvoleny dvě konstrukce výhybek s pohyblivým hrotem srdcovky.

- Výhybka č.3 1:26,5 – 2500 PHS v žst Poříčany na kolínském zhlaví – I. koridor;
- Výhybka č.18 1:14 – 760 PHS v žst Čerčany na pražském zhlaví – IV. koridor.

## 6. ZÁVĚR A DALŠÍ POSTUP ŘEŠENÍ

Řešení projektu poskytlo poznatky z oblasti chování současných konstrukcí výhybek a umožnilo definovat části výhybky, kterými je třeba se zabývat především z hlediska optimalizace svislé tuhosti ve vztahu k minimalizaci dynamických účinků od projíždějících vozidel. Byl proveden návrh uzlů upevnění se zpružněním pro definované oblasti výhybek. Výpočtově byl navržený způsob řešení posouzen a dosažené výsledky dávají reálný předpoklad na dosažení snížení vlivu dynamických účinků a přenosu emisí hluku a vibrací do infrastrukturních staveb v blízkém okolí železniční dráhy.

Byla vytvořena komplexní metodika pro měření a analýzy dynamicko-akustických dějů na výhybkových konstrukcích. Tato sestává z několika dílčích metodik, které se dají použít při navrženém hardwarovém řešení měřícího systému současně anebo jednotlivě. Byly vytvořeny základní algoritmy pro hromadné hodnocení naměřených dat formou dílčích funkcí, z kterých je možné operativně vytvářet komplexní software. Zároveň jednotlivé postupy byly postupně odzkoušeny při měřeních v laboratoři i terénu. Na základě dosud provedených analýz je možné konstatovat, že použitá metodika v rámci provedených zkoušek poskytovala dobré výsledky a závěry. Měřené a vypočítané veličiny se vyznačovaly dostatečnou přesností a vypovídající schopností. Ke kvalitnímu zpracování naměřených dat bezesporu velmi dobře přispějí navržené prostředky časové a frekvenční signálové analýzy.

Dlouhodobé sledování výhybek v obou úsecích umožňuje posouzení vlivu provozních podmínek na stabilitu GPK ve výhybkách při odlišných konstrukcích pražcového podloží. V případě výhybky v Poříčanech se jedná o stávající konstrukci železničního spodku a rozhrnutou vrstvu kolejového lože. Výhybky v Čerčanech je uložena na pražcovém podloží, které se skládá z kolejového lože, konstrukční vrstvy a zemního tělesa přecházejícího v přechodový klín u mostní opěry a dále kolejového lože a mostní konstrukce. Měření by měla ukázat vliv pražcového podloží na rozvoj GPK.

Skutečné přínosy řešení však bude nutné ještě ověřit v provozních podmínkách ověřovacího provozu v železniční síti SŽDC, s.o.

#### LITERATURA:

Brumek, J., Švaříček, K. *Degradace železničního svršku*, 10-020-1-018b, CPIT VŠB-TU Ostrava, 2011

Salajka, V., Čada, Z. *Výpočet tuhosti uložení kolejnic na pražcích se zpružněným uložením kolejové jízdní dráhy ve výhybce J60-1:12-500-I, zl, b PŘÍMÝ SMĚR- Dynamický výpočet*, Brno, prosinec 2011

Smolka, M., *Odborná zpráva za rok 2011 projektu TA01031297*, Prostějov, 2011

Smolka, M., Zbořil, J. *Řešení zpružnění ve výhybkách*, Nová železniční technika č. 2/2011, ISSN 1210-3942, Praha, 2011

Zbořil, J. *Degradační proces železniční výhybky*, disertační práce, DFJP Univerzita Pardubice, 2011

Zelenka, J. *Simulační výpočty jízdy lokomotivy hmotnosti 90t do odbočné větve výhybky J60 1:12-500*, DP-04-11, DFJP Univerzity Pardubice, prosinec 2011

Lektoroval: Ing. Matouš Vazač, SŽDC Praha

## **SYSTEMOVÉ ŘEŠENÍ REGENERACE KOLEJNIC U SZDC**

**Ing. Ondřej Chládek, Josef Veselý,  
Duchcovská svařovna a.s.**

### **1. NOSTALGICKÉ OHLÉDNUTÍ**

V uplynulých dvou dekádách došlo v oblasti traťového hospodářství k podstatným změnám. Více než s technickými závadami se dnes potýkáme s organizačními a legislativními změnami, finanční prostředky na investice do železniční infrastruktury a do její údržby jsou omezené.

Změna vnějších podmínek poznamenala i přístupy k technicko - provozním otázkám, které byly v minulosti prioritou naší práce. Vzpomínám si, jak jsme v průběhu 80. let závistivě sledovali majestátně projíždějící soupravy SDK, které přepravovaly dlouhé kolejnicové pasy na tehdy každoročně realizované stakilometry obnov kolejí. Vzpomínám na dramatické boje o každé volné „okénko“ na pravidelných „pasovacích poradách“, kde byla pro konkrétní akce rozdělována kapacita odtavovacího stykového svařování kolejnic v podobě pojízdných svařoven PRSM a zejména stabilní svařovny v Duchově, která nabízela traťovákům „malý zázrak“ 255 metrů dlouhé kolejnicové pásy, svařené dílensky z kolejnic normální délky technologií odtavovacího stykového svařování o vysoké kvalitě.

Ale... Svět se změnil a s ním i technologie svařování kolejnic. V oblasti mnohem flexibilnějšího termitového svařování byla na počátku devadesátých let minulého století dosud používaná technologie aluminotermického svařování s nestandardní kvalitou zhotovených svarů nahrazena technologiemi Elektro - Thermit a Railtech International, které umožňují standardní provedení každého svaru. Na sklonku tisíciletí začaly Třinecké železárny distribuovat válcované kolejnice o délkách až 75 metrů přímo na stavby. Stabilní svařovny kolejnic v Duchově a Hranicích už nemusely pracovat na dvě směny, soupravy SDK a pojízdné svařovny PRSM odpočívaly po většinu roku na odstavných kolejích. Zdálo se, že odtavovací stykové svařování kolejnic za těchto podmínek na počátku tisíciletí u nás zanikne. Poptávka po tradičním produktu (svařování nových kolejnic do dlouhých pasů) pronikavě klesla a pro úzce specializované technologické vybavení neexistovala smysluplná alternativa jiného uplatnění na trhu.

Zániku obou stabilních svařoven z bývalého majetku ČD se předešlo doslova na poslední chvíli až jejich převzetím privátními strategickými investory (Duchcovská svařovna v roce 2005, Regena Hranice v roce 2007), kteří zajistili profinancování výroby i nezbytných investic a především potřebné množství zakázek pro oba provozy. Potěšitelné je, že záhy po převzetí byly obě svařovny schopny vygenerovat finanční prostředky také pro zvýšení mezd pracovníkům. V létech 2005, resp. 2007 až 2010 obě svařovny překvapivě dosahovaly i nevelkého zisku, ačkoli původní podnikatelský záměr kalkuloval s mírně ztrátovým provozem, který by bylo nutné ze strany vlastníků dotovat. Hlavním motivem převzetí svařoven byl tehdy spíše traťovácký patriotismus, nikoli ekonomický kalkul, nepočítalo se s tvorbou zisku. Kromě obchodní podpory ze strany nových vlastníků umožnila kladný výsledek



hospodaření především nízká cena vstupní investice v řádu pouhých desítek milionů korun. Při zvážení aktuální reprodukční ceny by výstavba nové svařovny, nebo nákup nového technologického vybavení z hlediska finančního posouzení absolutně neobstály, náklady na pořízení by byly řádově daleko vyšší.

Existující technologické vybavení svařoven se v letech 2005 až 2011 uplatnilo především v oblasti regenerace kolejnic pro jejich souvislé výměny a rekonstrukce kolejí z užitého materiálu. Soupravy SDK kromě vyvážení a výměny svařovnou regenerovaných kolejnic operovaly v menší míře také při přepravách a zřizování bezстыkové koleje z nových kolejnic na koridorových stavbách. Tento bezesporu nejšetrnější způsob manipulace s novými kolejnicemi využívala hlavně společnost SKANSKA, kterou je namístě pochválit za tento šetrný přístup při manipulacích s novými kolejnicemi. Kromě dvou výše zmiňovaných nosných výkonů tvořila marginální náplň práce svařoven ještě výroba přechodových kolejnic a svařování jazyků pro tramvajové výhybky. V období bez poptávky se prováděla údržba vlastních zařízení a také opravné práce na kolejích v rámci obchodních závazků strategických investorů.

## 2. ŠIRŠÍ SOUVISLOSTI REGENERACE KOLEJNIC

Položme si teď zásadní otázku: Má vůbec smysl se regenerací kolejnic a jejich využitím v rámci traťové údržby nadále zabývat? Nebylo by výnosnější svařovny zavřít, jejich výrobní areály využít pro jiný účel, speciální výrobní zařízení sešrotovat a vozy ze souprav SDK rozprodat opravnám železničních vozidel, aby je rekonstruovaly pro jiné přepravní účely? Čistě ekonomická kalkulace k takovému rozhodnutí rozhodně svádí. Případný finanční výnos z likvidace svařoven představuje po odečtení nutných výdajů (odstupné zaměstnancům apod.) asi 40 milionů korun. Při zainvestování uvedené částky do konzervativního produktu finančního trhu s nízkou mírou rizika a malým výnosem by roční výnos představoval přibližně 1,5 milionu korun. To v podstatě odpovídá sumě minulého (ne tak již budoucího) ročního hospodářského výsledku obou svařoven dohromady. Bez podnikatelských rizik, pohodlně a bez „zbytečných“ starostí... Při odvážnějším investování lze kalkulovat s výnosem dvojnásobným (3 mil. korun), kterého svařovny společně nedosáhly ani na vrcholu stavební konjunktury v roce 2009. Z pohledu finančního investora je tedy odpověď jednoznačná: Svařovny je výhodnější zlikvidovat!

### **JE ZDE VŠAK TŘEBA TAKÉ VZÍT V ÚVAHU TĚŽKO NAHRADITELNÉ ZTRÁTY KAPACIT ODTAVOVACÍHO STYKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ.**

Možná mne teď označíte za naivního idealistu, ale přesto... Tvrdím, že odpovědný kapitalista by se na rozdíl od finančního investora neměl spokojit se sobeckou finanční rozvahou zamýšleného podnikatelského rozhodnutí. Je nutné zohlednit širší souvislosti, které ekonomové s oblibou nazývají externalitami (vnější netržní vlivy na trh a ekonomické vztahy). Jaké jsou externality (finanční, sociální a environmentální následky) pro investora finančně výhodného rozhodnutí obě svařovny zlikvidovat?

Podle dosavadních zkušeností činí reálně možný objem regenerace kolejnic asi 45 km za rok (30km Duchcov, 15km Hranice). Je limitován především rozsahem dostupných materiálových zdrojů (vyzískaných kolejnic) a použitelným objemem

finančních prostředků pro opravné práce na železničním svršku. Samotná výrobní kapacita svařoven je při jednosměrném provozu přibližně dvojnásobná.

Při současných cenách oceli ca 25 tis. CZK za tunu a zvažované průměrné hmotnosti použitých nových kolejnic v závislosti na poměrném zastoupení tvarů 49E1 a 60E2 57kg/m vychází cena za 1 km „průměrné“ nové kolejnice 1 425 000 CZK. Cena kilometru regenerované kolejnice podle ceníku svařoven je 390 000 CZK. Po zahrnutí potenciálního výnosu z prodeje ocelového šrotu 300 000 CZK/km (5 300,- CZK/t) činí úspora nákladů v porovnání nová versus regenerovaná kolejnice 735 000 CZK/km. V ročním vyjádření to představuje snížení nákladů SŽDC na opravné práce o 33 milionů korun.

Likvidací svařoven by zaniklo přibližně 50 pracovních míst. Shodou okolností v regionech s velkou nezaměstnaností.

33 milionů korun a 50 pracovních míst možná nejsou závratná čísla. Pokud ale zahrneme do našich úvah také hledisko environmentální, převedené pro tento účel například na spotřebu uhlí, dojdeme k celkem zajímavému výsledku. Při výrobě oceli činí spotřeba černého uhlí (630 kg na tunu oceli) překvapivých 36 tun na jeden kilometr kolejnice. Pro regeneraci jednoho kilometru kolejnice ve svařovně (130 svárů/km, spotřeba elektřiny 0,025 MWh na 1 svár, spotřeba uhlí v elektrárně 1 t/MWh) vychází spotřeba uhlí pouhé 3(!) tuny. Úspora ve prospěch regenerace činí neuvěřitelných 33 t/km, což v ročním vyjádření (45 x 33) obnáší 1 485 tun černého uhlí! Nespáleného v zamořeném prostředí ostravského regionu, neprodukujícího tolik „populární“ emise CO<sub>2</sub>!

Soudím, že právě kvůli těmto externalitám, kvůli malému střípku elementární odpovědnosti za osud planety má smysl se vytvořením skutečného systému regenerace kolejnic komplexně a kompetentně zabývat.

### 3. CO SI PŘEDSTAVIT POD POJMEM „SYSTÉMOVÉ ŘEŠENÍ“

Systém je (respektive měl by být) uspořádaným a srozumitelně definovaným souborem prvků (uzlů) a vzájemných vazeb, který umožňuje opakovaně a efektivně dosahovat stanovených cílů. Neredukujme návrh systému pouze na tolik oblíbeného „pavouka“ (organizační schéma) a pracovní náplně. Je nezbytné formulovat nejen náplně činností, ale také funkční parametry jednotlivých uzlů (jak má uzel vypadat, aby dokázal zadanou pracovní náplň zvládnout), a především kvalitu (charakteristiku) vzájemných vazeb.

Respektujme fakt, že regenerace kolejnic je jednou ze součástí systému údržby železniční infrastruktury, a také součástí systému hospodaření s materiálem a surovinami v režimu opakovaného použití (regenerace a recyklace). Jedná se o záležitost primárně organizační, nikoliv technickou. Organizačními uzly subsystému jsou nejen útvary SŽDC a jejich pracovníci v rámci vertikály počínaje vedením organizace až po traťmistra, ale také železářny, zhotovitelé staveb, obchodníci se šrotem atd. Samotné svařovny jsou pouze jedním z uzlů, který v rámci celého procesu zabezpečuje fyzicky a hodnotově nejobtavnější operace. **Dominantní roli v organizaci systému, tedy i odpovědnost za implementaci a fungování v oblasti plánování a komunikace, může naplnit jen správce železniční dopravní cesty.** Nikdo jiný k tomu nemá potřebnou autoritu a podmínky.

Samotnému návrhu systémového řešení regenerace kolejnic by měl předcházet průzkum možných budoucností záměru v rámci celé české železniční sítě, a to v časovém horizontu nejméně čtyř, lépe pěti až deseti let. V podstatě je to marketingový průzkum, který napoví, zda je vůbec účelné tuto problematiku řešit. Nezastírám, že v dnešní hektické době náhlých změn a zvrátů bude obtížné k relevantnímu závěru dospět.

Měly by být lokalizovány konkrétní výhledové potřeby regenerovaných kolejnic pro souvislé výměny i rekonstrukce kolejí užitým materiálem a proti nim postaveny zdroje využitelných vyzískaných kolejnic z hlediska délky, potřebného tvaru, projeté zátěže, opotřebením, materiálových a geometrických vad. V současnosti uplatňované plánování opravných prací s výhledem jednoho roku pro takto kvalifikované rozhodnutí nepostačuje. Průzkum by neměl opomenout ani potenciální zdroje ze souvislé výměny kolejnic na koridorových tratích z důvodu opotřebením či únavy materiálu v závislosti na projeté zátěži. Dalším možným zdrojem jsou regionální tratě se zastaveným provozem a nepoužívané koleje v dopravnách. Záměr snést železniční svršek zde narazí na politický odpor místních patriotů, i když obnovení provozu se už nejeví reálným. Argumentem pro rychlé snesení nepoužívaných kolejí je opakovaná zkušenost, která říká, že nejsou-li ocelové části opuštěných staveb včas demontovány a odvezeny, mohou být brzy rozkradeny.

Důležitým přínosem takového průzkumu bude i kvalifikované rozhodnutí o budoucích investicích v obou svařovnách, pro které s ohledem na finanční parametry (celkový objem prodeje 40 až 45 mil. CZK, zisk 1 až 2 mil. CZK) představují investice už při objemu v řádu jednotek milionů významnou položku hospodaření. Například v Duchcově probíhá od počátku letošního roku repase svařovacího stroje za více než 4 miliony korun včetně instalace řídicího a zapisovacího zařízení pro řízení a kontrolu postupu svařování a dokumentaci každého zhotoveného sváru. Výdaje za periodické revize a prohlídky vozů souprav SDK činí každoročně téměř 2 miliony atd.

#### **4. SYSTÉM REGENERACE KOLEJNIC**

Pravidla pro hospodaření s vyzískaným svrškovým materiálem ustanovuje předpis SŽDC S3, díl XV a zejména směrnice SŽDC č. 42, č.j. S6495/09-MTZ, platná od roku 2009. Díkce železničářských norem bývá většinou technicko-administrativní. V následujícím textu zdůrazním hledisko organizační a technologické („know how“), které by mělo k faktickému naplnění technických požadavků výše uvedených norem přispět. Nejedná se o žádné sofistikované řešení; postačí k němu obyčejný selský rozum. Mnohem tvrdším oříškem je efektivní implementace potřebných přístupů do praxe. Tedy přimět všechny zainteresované účastníky, aby dělali to, co je účelné, rozhodnuté a dohodnuté.

##### **4.1. Účastníci procesu, pravomoce a odpovědnost**

Dominantním zdrojem kolejnic k regeneraci jsou výzisky z koridorových staveb, popřípadě rekonstrukcí kolejí. Do procesu regenerace tak vstupuje několik relevantních subjektů. Je to jednak zadavatel stavby, zastoupený Stavební správou, správce infrastruktury (traťová správa SDC), pracovníci Oddělení kategorizace materiálu TUDC, dále zhotovitel stavby a v neposlední řadě i privátní společnosti,

zabývající se jednak výkupem železného šrotu, jednak případnou regenerací materiálu (svařovny kolejnic). Pro většinu z nich není regenerace materiálu prioritou, zájmy posledně jmenovaných (šrotaři x svařovny) jsou dokonce protichůdné.

Z těchto důvodů je nutné ve vztahu k regeneraci přehledně a závazně vymezit vzájemné vztahy mezi zúčastněnými subjekty, maximalizovat jejich koordinaci a kooperaci, a především ustanovit lídra, který bude mít ve věci regenerace hlavní slovo, vrcholovou odpovědnost a také reálné pravomoce tuto odpovědnost naplnit nejen administrativně, ale také fyzicky v průběhu realizace stavby. Tím lídrem může být jedině ředitelství SŽDC a je nezbytné to všem ostatním účastníkům zřetelně a závazně deklarovat. Nebude-li tato podmínka naplněna, nevznikne systém, ale chaos.

#### 4.2. Ocenění výzisku

Snesený kolejový rošt k regeneraci by měl být objektivně oceněn. Obsahuje-li jeden kilometr roštu asi 150 tun oceli, nemělo by její ocenění klesnout pod 750 tis. CZK (5 000 CZK/t). V případě použitelných pražců (odhadem 60% x 1660 ks x 100 CZK/ks) pak činí minimální ohodnocení kilometru snesené koleje 1,75 milionu korun. Ocenění výzisku se systémem regenerace zdánlivě nesouvisí a chápu snahy finančně minimalizovat budoucí náklady na opravné práce, popřípadě stav zásob. Nicméně: neobjektivní ocenění vede k deformacím hodnotového uvažování, které se následně promítá do konkrétního počínání. Ekonomika by měla žádoucí chování podporovat, nikoli s ním být v rozporu.

#### 4.3. Plánování regenerace

Plán regenerace je nezbytné pojmut ve dvou rovinách. Jednak jako fyzické posouzení a trvanlivé označení součástí svršku před jeho snesením, jednak jako logistickou operaci, která by měla zabezpečit minimalizaci dopravních a manipulačních nákladů v rámci stavby, následné regenerace, ale také likvidace materiálu nepoužitelného (šrot, nepoužitelné pražce). Zanedbatelná není ani otázka uložení materiálu tak, aby nedocházelo k jeho znehodnocení anebo zcizení.

Standardním postupem fyzického posouzení je vizuální prohlídka koleje před jejím snesením, při které by mělo být zvažováno nejen opotřebení a deformace součástí svršku, ale také kvalita kolejnic, jejich stáří a převezená zátěž, je-li možné tyto údaje zjistit. Samozřejmou součástí postupu při plánování regenerace kolejnic je vyhodnocení prováděných defektoskopických kontrol. Výše uvedené informace je nutné přímo na kolejnicích **trvanlivým** způsobem vyznačit. Po snesení svršku je jejich zjištění obtížné, ba nemožné.

Součástí vizuální prohlídky by mělo být i stanovení (doporučení) míst, kde kolejnice určené k regeneraci dělit. Při snášení kolejových polí (PKP apod.) pochopitelně co nejlíže termitovým svárům, při kontinuální výměně kolejového roštu, eventuálně souvislé výměně kolejnic (SUM, SDK) zvážit, zda nebude účelnější staré kolejnice ponechat ve větších délkách, aby se urychlily manipulace s kolejnicemi a minimalizovalo množství svarů při následné regeneraci.

Velmi důležitou součástí plánování regenerace kolejnic je **optimalizace logistických postupů** prováděných v součinnosti se zadavatelem a zhotovitelem

stavby. Je třeba promyslet, aby nedošlo k zbytečným manipulacím, které prodraží výslednou cenu regenerace. To co je neoddiskutovatelně určené do šrotu, přímo při výměně naložit a odeslat na vagonech nebo nákladních autech do kovošrotů, co je použitelné přímo naložit a odvést na místo provádění budoucí regenerace, například pomocí plošinových vozů oběhových nebo souprav na přepravu dlouhých kolejnic SDK 250.

#### 4.4 Skladování kolejnic

Zde mohou pro potřeby SŽDC nabídnout své služby stabilní svařovny, které disponují dostatečnými úložišti pro skladování kolejnic jak krátkodobé, tak dlouhodobé, včetně střežení, aby nedošlo k odcizení majetku SŽDC. Základny svařoven tak mohou sloužit jako **střediska (deponie) kolejnic pro SŽDC** dle regionálního rozložení pro Čechy v Duchcově, kde svařovna je položena v těsném sousedství vlečky SŽDC Oldřichov u Duchcova - Duchcov, takže kolejnice by vlastně ležely „doma“, a pro Moravu v areálu svařovny Regena v Hranicích na Moravě.

Jednotlivé Správy dopravních cest mohou mít řádně označená úložiště, aby nedošlo k záměnám kolejnic a každý měl ty „své“. V momentě, kdy se rozhodne na základě potřeby o výměně kolejnic a po přidělení finančních prostředků na jednotlivé zakázky, je možno zahájit regeneraci.

#### 4.5 Postup při provádění regenerace

Pro prvotní vytřídění po vyjmutí z kolejí a po složení na úložištích se jednotlivé kolejnice nakládají na válečkou dráhu, kde jsou vizuálně kontrolovány, a kde se přesně určí, které části kolejnice budou odstraněny a které budou dále pokračovat regenerační linkou.

Kolejnice lze prohlížet ze všech stran, je možné je otáčet a tak tvořit dle daných možností co **nejoptimálnější pojížděnou hranu**, což při výměně kolejnic přímo na přechodných pracovištích v kolejích lze provádět jen velice obtížně. Strojní pilou se odstraní staré termitové sváry, viditelné vady jak na hlavě, stojně, tak i patě kolejnice.

Staré elektrické svary prováděné stykovým svařováním s odtavením se ponechají pouze v případě celoplošně seříznutého výronku, po provedení defektoskopické kontroly a změření geometrie svaru. Broušením svaru lze případně nedovolené výškové a směrové odchylky svaru odstranit.

V případě převalků nebo ostrých hran na hlavě kolejnice se provede jejich obroušení před vlastním procesem svařování kopírovací bruskou Robel. Kolejnice před vlastním svařením musí odpovídat předpisu SŽDC S 3, část XV.

Vlastní svaření kolejnic ne kratších než 5 bm, se provede stykovým svařovacím strojem K 190 PK. Svar vznikne spojením materiálu kolejnic, bez použití přídatného materiálu. Doba použitelnosti svaru v případě řádného provedení odpovídá době použitelnosti svařené kolejnice. Jsme přesvědčeni, že **zatím nikdo nevymyslel kvalitnější spojení dvou kolejnic, nežli je stykové odtavovací svařování!**

Výsledný svar je po vychladnutí obroušen kopírovací bruskou Robel a následně změřen elektronickým měřidlem nerovnosti povrchu kolejnic a svarů EML-T/2003



a případné odchylky jsou dobroušeny. Poté je každý svar proměřen pomocí ultrazvukového defektoskopu DIO 562LC 2CH.

Takto vyrobené dlouhé kolejnicové pasy je možno okamžitě pomocí soupravy dlouhých kolejnic SDK 250 II odvést na stavbu a pomocí této soupravy šetrně vyměnit. Vyzískané kolejnice lze zpětně na soupravu naložit, odvést na recyklační základnu, kolejnice vytřídit, uložit a opět celý proces opakovat.

Pokud není možno zregenerované kolejnicové pasy z různých důvodů (finanční, výlukové atd.) zatím vložit do koleje, lze je prozatím deponovat, jak na úložišti, tak na vozech soupravy SDK II (krátkodobě), aby se při eventuálním skládání a opětovném nakládání ušetřilo za tyto manipulace. Ve stabilní svařovně je též možné vyrábět dle přání zákazníků kolejnice normálních délek, zkrácené do vnitřních pasů oblouků, tak i různé speciální délky. Dále je možno v rámci služby střediska (deponie) kolejnic pro SŽDC složené kolejnice pouze deponovat a bez svaření odeslat na nové místo použití.

### **Závěrečné shrnutí hlavních myšlenek referátu**

V rámci podnikatelských rozhodnutí NEJDE o peníze v první řadě! Podstatná je užitná hodnota záměru v širších souvislostech. Peníze jen kvantifikovatelně ohodnotí trh a společností vnímaný užitek.

Bez důkladného marketingového průzkumu (kde, kdy a jaké regenerované kolejnice lze v rámci oprav a staveb na železnici uplatnit, kde, kdy a jaké kolejnice budou v rámci výzkumů k dispozici) je nemožné o budoucnosti regenerace kvalifikovaně rozhodnout.

Přínos systému regenerace kolejnic spočívá především v externalitách (**ekologické a sociální aspekty**), ale je pro českou železniční síť i finančně výhodný.

Zvýšením výroby dlouhých kolejnicových pasů a počtu svarů provedených stykově s odtavením určitě dojde k dalšímu **zkvalitnění naší železniční sítě**.

Lze říci, že systém regenerace kolejnic již částečně funguje, je třeba ho dále v zájmu zkvalitnění NAŠÍ železniční sítě DOPRACOVAT a dále rozvíjet.

Stejně jako v případě dopravních staveb je výsledný efekt společným dílem zadavatele a zhotovitelů. V případě regenerace kolejnic o to více, že **zadavatel, tj. SŽDC prostřednictvím svých organizačních jednotek, je zároveň dodavatelem strategického materiálu (vyzískaných kolejnic), bez kterého nelze regenerace uskutečňovat.**

#### LITERATURA:

#### **Směrnice SŽDC č. 42**

#### **Hospodaření s vyzískaným materiálem**

Schváleno generálním ředitelem SŽDC

Dne: 20.5.2009

Č.j.: S 6495/09-MTZ

Účinnost od 20.5. 2009

**Předpis SŽDC S 3,**

díl IV Železniční svršek - kolejnice

díl XV Železniční svršek - vyzískaný materiál železničního svršku.

Schváleno generálním ředitelem SŽDC

Dne: 3.6.2008

Č.j.: 9675/08-OP

Účinnost od 1. října 2008

**Předpis SŽDC (ČD) S 67 Vady a lomy kolejnic**

Schváleno rozhodnutím vrchního ředitele Divize dopravní cesty

dne 12. 12. 1996 č. j.: 60 187/96 . S 13

Účinnost od 1. 2. 1997

**Předpis SŽDC (ČD) S 3/5 pro svařování součástí železničního svršku v traťovém hospodářství**

Schváleno náměstkem ministra dopravy ČSSR 11.11. 1976

Č.j. (20057/76-13)

Účinnost od 1. 1. 1979

Lektoroval: Ing. Libor Dvořák, SŽDC Praha

## **ZÁVADY NA ŽELEZNIČNÍM SVRŠKU**

**Ing. Jan Čihák,  
SŽDC, Ředitelství, Odbor traťového hospodářství, Praha**

### **1. Úvod**

Jedním ze základních předpokladů zajištění provozuschopné železniční dopravní cesty je eliminace závad na železničním svršku. Tyto závady mohou být různého charakteru a mohou vznikat z různých příčin. Standardně jsou diagnostikovány a řešeny závady, které souvisejí se stářím konstrukce koleje a s úrovní údržby. Takovéto závady se zpravidla projevují až po delší době provozování. Některé závady se však mohou objevovat i v prvních letech po uvedení koleje do provozu. A právě takovýmto závadám je věnován tento příspěvek.

Závady v počátečním období provozování obnovené konstrukce železničního svršku jsou zpravidla způsobeny jednou z následujících příčin:

- nedostatky při výstavbě železničního spodku;
- chybná montáž železničního svršku;
- závady v návrhu nebo při výrobě součástí železničního svršku.

### **2. ZÁVADY ZAPŘÍČINĚNÉ NEDOSTATKY V ŽELEZNIČNÍM SPODKU**

První z výše uvedených důvodů je neoddiskutovatelnou příčinou problémů zejména v případech, kdy dochází k nerovnoměrnému sedání koleje nebo závadám způsobeným nevhodně nebo nedostatečně provedeným odvodněním.

U klasické konstrukce železničního svršku je problém s případným sedáním železničního spodku prvoplánově řešen zpravidla doplňováním kameniva kolejového lože a opakovaným podbíjením koleje. To však může být uspokojivým řešením pouze v případech, dojde-li v relativně krátké době ke stabilizaci drážního tělesa. Kolejové lože není možné navyšovat bez omezení, neboť při větších tloušťkách již dochází k problémům s jeho stabilitou, zvětšuje se šířka kolejového lože a dochází k zasypávání stezky a odvodňovacích zařízení a ani hledisko nákladů na nákup kameniva frakce 32/63 není zanedbatelné.

Dochází-li tedy k sedání koleje dlouhodobě, je zpravidla nutné provést opravu železničního spodku, ať už bez snesení kolejového roštu (sanační čističkou nebo jiným sanačním strojem) nebo výměnou nevhodně zvolených nebo špatně provedených konstrukčních vrstev při sneseném kolejovém roštu. Takovéto zásahy jsou značně finančně nákladné a mají v důsledku potřeby výluk koleje nepříznivý dopad na dodržování grafikonu vlakové dopravy. Proto jsou dodatečné reklamace kvality pražcového podloží obvykle provázeny složitými jednáními, kdy je nutno řádně dokladovat všechna provedená zjištění a dříve učiněná rozhodnutí. Při těchto jednáních dochází i na rozhodování, zda závada je důsledkem nekvalitně provedené práce, nevhodně v projektu zvoleného řešení nebo špatného zadání.

Mnohem náročnější by však bylo řešení nerovnoměrného sedání podloží v případě použití konstrukce pevné jízdní dráhy. Nosná konstrukce koleje je zmonolitněna a její vyrovnaní je proto velmi komplikované. Dnešní systémy upevnění kolejnic na pevné jízdní dráze umožňují určitou rektifikaci rozchodu koleje a výšky kolejnicových pásů. Rektifikaci je však možno provádět pouze v relativně malém rozsahu, v řádu centimetrů.

U větších poklesů je nutno provést zásah do nosné desky - její odříznutí a vyrovnaní (podlití) v případě prefabrikovaných konstrukcí nebo dodatečnou instalaci nových kolejnicových podpor nebo kompletní rekonstrukci desky u konstrukcí monolitických. Náklady na takovýto zásah mohou být rovné nebo i vyšší než náklady na zřízení původní konstrukce pevné jízdní dráhy.

Pro návrh koleje s pevnou jízdní dráhou je proto zcela zásadní podmínkou provedení důkladného podrobného geotechnického průzkumu pražcového podloží, adekvátního návrhu sanačních opatření v tělese železničního spodku a zejména kvalitní realizace. Podmínkou je také ponechání dostatečného časového prostoru na konsolidaci budovaného tělesa dráhy. Optimální je, pokud je možno těleso železničního spodku zřídit před příchodem zimního období, pláň tělesa provizorně zakrýt ochrannou vrstvou a ponechat přes zimu. Na začátku nové stavební sezony sejmout ochrannou vrstvu, ověřit stabilitu konstrukce a zřídit vrstvu tvořící pláň tělesa železničního spodku. Až následně budovat další nosné vrstvy konstrukce železničního svršku pevné jízdní dráhy.

Zanedbání průzkumu a zjednodušení návrhu nebo provedení železničního spodku může sice přinést zdánlivé úspory při přípravě a realizaci stavby, ale zpravidla způsobí mnohonásobně vyšší výdaje na řešení závad, které mohou v důsledku takového postupu vzniknout.

### **3. ZÁVADY ZAPŘÍČINĚNÉ CHYBNOU MONTÁŽÍ A NEVHODNĚ ZVOLENÝMI STAVEBNÍMI POSTUPY**

I v případě dobře zpracovaného projektu stavby a vhodně navržené konstrukce železničního svršku se můžeme při přejímce prací nebo následně v průběhu záruční doby setkat se závadami. Tyto závady mohou být způsobeny nedůsledností při montáži nebo nevhodně zvolenými stavebními postupy. Nedostatky se projevují nejen při zavádění nových součástí železničního svršku, kdy montážní pracovníci nemají ještě dostatek zkušeností s používáním těchto součástí, ale v některých případech i u běžně používaných součástí a technologických postupů.

#### **3.1 Kolejové lože**

V případě zřizování kolejového lože při použití klasické konstrukce železničního svršku se můžeme setkat zejména se dvěma způsoby pochybení:

- nevhodné skladování kameniva;
- nevhodný způsob homogenizace kolejového lože.

Kamenivo pro kolejové lože je přírodní materiál, který je možno, s ohledem na jeho povahu, v porovnání s ostatními svrškovými součástmi poměrně snadno znehodnotit již při manipulaci s ním a při jeho skládkování. Základními vlastnostmi

kameniva jsou, vedle mechanických vlastností, zejména zrnitostní složení a ostrohrannost. Optimální zrnitostní složení frakce 32/63 dané křivkou zrnitosti definovanou normou ČSN EN 13450 umožňuje správnou konsolidaci kolejového lože při současném zajištění odtoku srážkové vody z konstrukce. Vedle toho drsnost a ostrohrannost zrn zajišťuje jejich vzájemné zaklínění, které podmiňuje stabilitu tvaru kolejového lože a tedy i polohy kolejového roštu v něm. Je proto nezbytné, aby tyto parametry byly co nejvíce zachovány i v průběhu zpracování kameniva na stavbě.

V procesu výroby je jednotlivými technologickými kroky zajištěno a systémem kontrolních zkoušek ověřováno, aby kamenivo na výstupu z výrobní linky splňovalo požadavky dané zákaznickou technickou specifikací, tedy v tomto případě Obecnými technickými podmínkami SŽDC (OTP). Uchování těchto vlastností však ve velké míře závisí na způsobu, jak se s kamenivem zachází.

Pro zachování zrnitostního složení je nezbytné, aby kamenivo byloloženo do čistých dopravních prostředků. Vozy je nutno před nakládkou prohlédnout a případně vyčistit od zbytků substrátů, které v nich byly dříve přepravovány. Při nakládce a vykládce je třeba dbát na to, aby kamenivo nebylo sypáno z velké výšky. V opačném případě dochází ke gravitační segregaci zrn a tedy k nežádoucímu rozmíšení kameniva. Při jeho opětovné nakládce pak z různých míst skládky nebo dopravního prostředku můžeme získat zcela rozdílné zrnitostní složení kameniva. K obdobnému problému dochází, je-li kamenivo skladováno na vysokých skládkách. Proto je v kapitole 7 Technických kvalitativních podmínek staveb státních drah (TKP) při použití kameniva třídy BI ze skládky do horní vrstvy kolejového lože předepsáno jeho přetřídění a ověření zrnitosti.

Ke znehodnocení kameniva může dojít také v případě, že jej skladujeme na neupravených plochách a pojíždíme skladované kamenivo kolovými vozidly. V případě smíšení kameniva s ornici nebo jiným kamenivem drobné frakce dochází ke snížení propustnosti kolejového lože, což může způsobit vznik nestabilních blátivých míst. Pojíždění kolovými vozidly vede k zanášení hlinitých zemin z okolí na skládku. Způsobuje rovněž ohlazování zrn a tedy snížení jejich schopnosti vzájemně se v kolejovém loži zaklínit. Zvyšuje se tak pravděpodobnost nestability výškové polohy koleje.

K nežádoucímu snížení životnosti kolejového lože může dojít také volbou nevhodného způsobu jeho homogenizace. S ohledem na pevnostní parametry kameniva je nezbytné používat odpovídající hutnicí prostředky. Frakci 32/63 není možno, s ohledem na její zrnitostní složení, hutnit stejnými postupy a stroji, jako štěrkodrtě nebo štěrkopísky konstrukčních vrstev.

V roce 2002 byly při modernizaci v žst. Lužice na II. koridoru prováděny ve spolupráci se zhotovitelem, geotechnickými konzultačními firmami a zkušebnami kameniva hutnicí pokusy pro stanovení vhodného způsobu homogenizace kameniva kolejového lože. Při ověřování různých metod se potvrdilo, že frakce 32/63 tak, jak je nadefinována normou ČSN EN 13450, je klasickými postupy neuhutnitelná. Dobré výsledky měla práce kráčejičoho zhutňovače nebo některých typů hutnicích desek. Na základě porovnání všech výsledků a s ohledem na reálnou dostupnost a použitelnost jednotlivých technologií v praxi byla jako nejvhodnější doporučena homogenizace válcem se statickým lineárním zatížením během max. 32 kg/cm



a s frekvencí 33 - 40 Hz. Při použití těžšího válce již dochází k nežádoucímu drcení zrn kameniva.



**Obr. 1** Zrna kameniva rozlámaná po přejezdu těžkého válce

### 3.2 Součásti železničního svršku

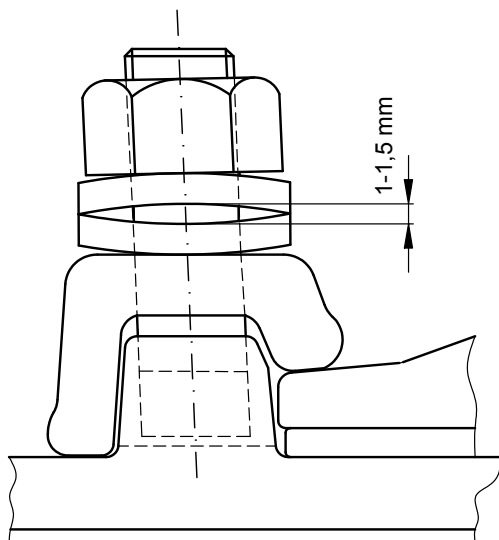
Při nešetrné nebo nesprávné manipulaci a montáži je možno poškodit nebo i znehodnotit také další součásti železničního svršku. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat skladování a pokládce betonových pražců, které jsou navrženy na zatížení v místě uložení kolejnice a také podepření v místě pod kolejnicí. Pokud jsou pražce při skladování uloženy jinak, než uvádí výrobce a stanovuje předpis SŽDC S3, díl V, může dojít ke vzniku příčných trhlin ve střední části pražce. Ke stejnému nebo i výraznějšímu poškození může dojít v případě, že jsou pojížděna kolejová pole uložená na neurovnané vrstvě kolejového lože a dochází k podepření pražců ve střední části, zatímco místa pod kolejnicemi podepřena nejsou. U některých zahraničních manažerů infrastruktury je kolejové lože při zřizování dokonce v místech pod kolejnicemi nadvýšeno, aby nebezpečí podepření pražce ve střední části bylo minimalizováno.

Při nevhodném skladování předmontovaných pražců nebo kolejových polí lze znehodnotit rovněž podložky pod patu kolejnice. Při skladování více vrstev nad sebou dochází k přetěžování podložek na spodních pražcích a k jejich trvalé deformaci, tedy ke ztrátě pružnosti důležité pro útlum dynamických účinků provozu. Vzhledem k tomu, že proklady mají menší šířku, než je šířka paty kolejnice, může k tomuto stavu dojít již při uložení více než 6 vrstev vystrojených pražců na sobě. Při skladování kolejových polí, kde se projevuje i příznivý efekt roznosu zatížení po délce kolejového pole, je přípustné skladovat až 10 vrstev nad sebou.



**Obr. 2 Nesprávně skladovaná předmontovaná kolejové pole**

K určitému druhu trvalé deformace může dojít i u kolejnicových pásů. Zde se projevuje tzv. "paměť" materiálu, kdy jednou zmožená kolejnice má tendenci se i po opětovném narovnání vrátit do tvaru, do kterého byla deformována. Ke zmožení materiálu dochází i při přetažení pružných svěrek, pružných kroužků (obr. 3) a pod. Pro zachování dlouhodobé efektivní životnosti jednotlivých součástí je tedy nezbytné dodržovat zásady manipulace, skladování, montáže a údržby tak, jak jsou předepsány výrobcem a jak je uvedeno v předpisech provozovatele dráhy.



**Obr. 3 Správné dotažení pružného kroužku v podkladnicovém upevnění se svěrkou ŽS 4**

Nefunkční je i použití svěrek pro bezpodkladnicové upevnění na žebrové podkladnici.



**Obr. 4 Vlevo svěrka Skl 1K nesprávně použitá na žebrové podkladnici  
Vpravo správně použitá svěrka Skl 1K u LIS v soustavě S 49**

Dalším případem, kdy v důsledku nesprávné montáže dojde ke ztrátě funkčnosti, je použití nevhodného typu svěrky u lepených izolovaných styků s plnoprofilovými spojkami zejména v soustavě S 49. Na obrázku 5 je varianta bezpodkladnicového upevnění, kde je chybně použita svěrka Skl 14 namísto užší svěrky Skl 1K. Střední rameno svěrky se dotýká ocelové spojky, popřípadě i matice spojkového šroubu, čímž dochází k vodivému propojení spojky s patou kolejnice a tedy k vytvoření obchozí cesty pro elektrický proud vedený kolejnicovým pásem. Izolovaný styk je tedy "překlenut" a jsou znehodnoceny vstupy nezbytné pro správnou činnost zabezpečovacího zařízení. Je třeba si uvědomit, že z důvodu nezbytnosti zajištění plnohodnotné pevnosti spoje není spojka v lepeném izolovaném styku plastová, ale je ocelová. Spojka je oddělena od stojiny kolejnice v celém profilu spojkové komory speciální vlepou izolací folií. U podkladnicového upevnění nastával obdobný problém při použití svěrky Skl 12. U svěrky Skl 24 tento problém není nutno řešit, neboť její střední rameno je kratší.





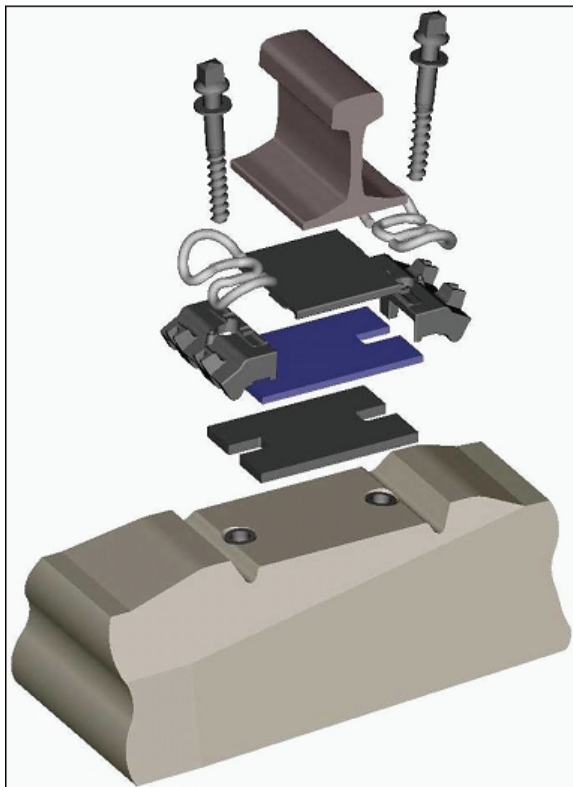
**Obr. 5 Chybně použitá svěrka Skl 14 v LIS soustavě S 49**

Při zřizování kolejnicových styků včetně lepených je třeba rovněž dbát na správné rozdělení pražců. Rozdělení pražců na stycích je odlišné od standardního rozdělení v koleji tak, aby nedocházelo ke kolizi mezi spojkovými a svěrkovými šrouby. Hodnoty potřebného rozdělení pražců v místě použití kolejnicových spojek jsou uvedeny v předpisu SŽDC S3, díl XI a podrobně rozkresleny ve služební rukověti SŽDC SR 103/3(S). Úpravu rozdělení pražců je třeba dodržet i v případě izolovaných styků v bezстыkové koleji.

Nesprávné uložení pražců vůči ose koleje má nepříznivý vliv na funkci železničního svršku a jeho součásti i mimo kolejnicové styky. Při šikmém uložení pražce dochází k nežádoucímu zužování rozchodu koleje (zejména u pražců s bezpodkladnicovým upevněním, kde jsou menší vůle pro posun či pootočení jednotlivých součástí upevnění) a k poškození vodicích vložek jednostranným otěrem. Druhým neméně podstatným důsledkem nedodržení rozdělení pražců může být přemáhání kolejnic zejména při přepravách nadměrných nákladů nebo naopak ztížení propracování koleje strojní podbíječkou. K nežádoucí změně rozdělení pražců může dojít při montáži či pokládce kolejových polí nebo při podbíjení pražců.

Při napínání kolejnic v rámci svařování a zřizování bezстыkové koleje je nezbytné dbát na správnou polohu podložek pod patu kolejnice. Zejména u nás nejčastěji používané pryžové podložky zpravidla ulpívají na patě kolejnice. Před zpětným upnutím kolejnice je proto nezbytné ověřit polohu podložek v celém napínaném úseku a podložky, které neleží centricky na podkladnici/pražci, ručně upravit do správné polohy. Vysunutá podložka je jednak přemáhána tím, že je zatěžována jen v podepřené části (může tak dojít k trvalé deformaci podložky) nebo je poškozena mechanicky a navíc u bezpodkladnicového upevnění není v tomto případě dostatečně zajištěno elektrické odizolování kolejnice od pražce.

Pozornost je třeba věnovat také vlastní montáži sestav upevnění kolejnic. Zejména v případě systémů sestávajících z více konstrukčních prvků je nezbytné dodržet jejich správné sestavení. To platí obzvláště pro systémy upevnění E 14 (viz obrázek 6) nebo DFF 300.



Obr. 6 Sestava upevnění E 14

### 3. ZÁVADY V NÁVRHU NEBO PŘI VÝROBĚ SOUČÁSTÍ ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU

Se závadami na železničním svršku se můžeme setkat i v případě, že po celou dobu výstavby a provozování koleje byly dodržovány všechny předepsané postupy a zásady. Nedošlo-li k porušení výrobku mimořádnou událostí nebo vyšší mocí, je nutno zvážit, zda závada vznikla v důsledku nesprávného návrhu výrobku nebo v důsledku materiálové či výrobní vady.

Obecně závazné právní předpisy (vyhláška č. 376/2006 Sb. o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy, která do českého právního řádu zavádí směrnici Evropského parlamentu a Rady 2004/49/ES ze dne 29. dubna 2004 o bezpečnosti železnic ve Společenství) ukládají provozovateli dráhy povinnost zajistit kontroly jakosti dodávek materiálu a výrobků pro provozování dráhy s vlivem na bezpečnost provozu a kontrolu činnosti subdodavatelů. Pro naplnění tohoto ustanovení byla vydána Směrnice SŽDC č. 67 "Systém péče o kvalitu v oblasti traťového hospodářství", která definuje odpovědnost, pravomoci a procesní pravidla v oblasti péče o kvalitu pro nakupování produktů pro železniční svršek a spodek včetně staveb železničního spodku a stavební části železničních přejezdů.



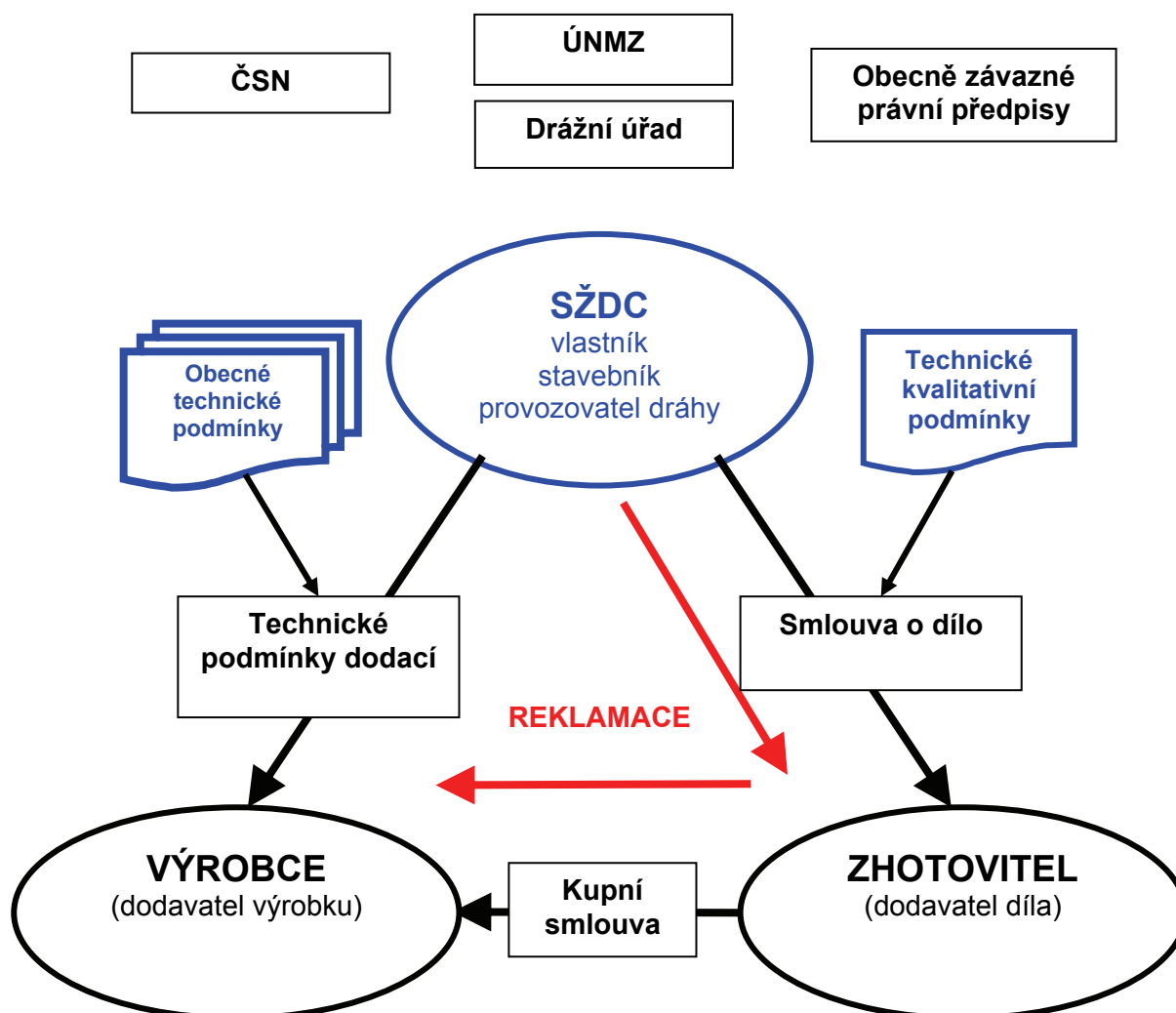
Směrnice SŽDC č. 67 definuje způsob stanovování a zveřejňování požadavků SŽDC na nakupované produkty (výrobky a technologické procesy) a způsobilost osob a organizací. Stanovuje způsoby ověřování při rozhodování o přípustnosti použití na železniční dopravní cestě i při realizaci standardních dodávek. Základem tohoto systému je posuzování vhodnosti nabízeného produktu jak z pohledu splnění požadavků obecně závazných právních předpisů, norem a zveřejněných požadavků SŽDC jako zákazníka, tak z pohledu posouzení životnosti, vlivu na technologii stavebních a údržbových prací a rozsah potřebné údržby: Posuzuje se také kompatibilita s již užívanými součástmi a technologickými procesy a v neposlední řadě ekonomická efektivita nejen pořízení, ale i dlouhodobého provozování nabízených produktů a možnosti jejich likvidace..

SŽDC tuto činnost vykonává jako zákazník/uživatel, jehož vztah k partnerům je upraven Obchodním zákoníkem. SŽDC je podnikatelský subjekt a nikoli orgán státní správy. SŽDC má tedy jako každý jiný zákazník právo odmítnout nabízený produkt, což nemůže být chápáno jako bránění volnému obchodu. Výrobce může svůj produkt po splnění zákonných předpokladů uvést na trh v České republice a je jen na vlastním uvážení jednotlivých vlastníků, respektive provozovatelů drah, zda danou nabídku trhu využijí. Vzhledem k tomu, že SŽDC hospodaří s finančními prostředky z veřejných rozpočtů, musí proces výběru produktů a dodavatelů provádět transparentně a při plném respektování zákona o zadávání veřejných zakázek, tedy při zohlednění maximální možné míry efektivity svého podnikání. Posuzovat je však nutno náklady na celý životní cyklus používání produktu, nikoli jen na jeho pořízení a zabudování.

Dalším pilířem systému definovaného Směrnicí SŽDC č. 67 je ověřování kvality při realizaci dodávek jednotlivých produktů. V této oblasti probíhá dlouhodobý přechod od systému ověřování každé dodávky k ověřování formou auditů. Odpovědnost za kvalitu, poskytnuté záruky a plnění dohodnutých parametrů nese plně výrobce/dodavatel produktu. Smyslem ověřování prováděného ze strany SŽDC je ujistit se, že nejsou porušovány dohodnuté postupy a pravidla a minimalizovat riziko, že bude do koleje vložen výrobek, který by nesplňoval požadavky na zajištění provozuschopnosti dráhy. Toto ověření nenahrazuje přejímku odběratelem a nezbavuje výrobce odpovědnosti za kvalitu a poskytnuté záruky. Nezbavuje tedy odběratele ani uživatele práva na reklamování vadné dodávky.

Rozsah a způsob ověřování je závislý na povaze ověřovaného produktu, možnosti odhalit kritické vady při přejímce, na úrovni systému kvality aplikovaného výrobcem i na dlouhodobých zkušenostech s příslušným dodavatelem. Při respektování obecných zásad je proto nezbytné nastavovat způsob ověřování individuálně pro konkrétní produkt konkrétního výrobce. Rozsah a způsob ověřování je zakotven v technických podmínkách dodacích službách jako technická specifikace budoucích kupních smluv.

Systém dokumentů a smluv, které definují a upravují vztahy v oblasti kvality dodávek produktů pro železniční dopravní cestu je schematicky znázorněn na obrázku 7.



Obr. 7 Základní schéma systému péče o kvalitu u SŽDC

#### 4. ZÁVĚR

SŽDC je určitým specifickým typem podnikatelského subjektu zřízeného speciálním zákonem. Produktem, který SŽDC prodává, je železniční dopravní cesta a služby spojené s provozováním dráhy. Zákazníkem SŽDC jsou dopravci, kteří provozují osobní a nákladní železniční dopravu. Mezi dodavatele SŽDC patří jednak stavební firmy zajišťující stavbu a udržování tratí, jednak výrobci součástí pro železniční dopravní cestu.

Aby byla zajištěna spokojenost zákazníka, jejíž podmínkou je provozuschopná železniční dopravní cesta na potřebné úrovni a zajištění bezpečnosti provozování dráhy, je nezbytné klást vysoký důraz na management kvality u všech procesů, ze kterých se činnosti SŽDC sestávají. Protože oblast podnikání SŽDC spadá do regulované sféry, je nezbytné dostát všem zásadám definovaným obecně závaznými

právními předpisy ČR a EÚ. Požadavky na kvalitu definují také vnitropodnikové dokumenty, které jsou vydávány jednak na základě ustanovení obecně závazných právních předpisů, jednak na základě vlastní potřeby organizace v zájmu dosažení jednotných organizačních nebo technologických standardů, jednotné technické úrovně nebo kvality, pro stanovení závazných požadavků nebo podmínek pro dodávky zařízení, materiálu, prací apod., pro dosažení souladu s úrovní technického rozvoje a pro zajištění hospodárnosti stavby a provozování dráhy.

V současné době se stále více prosazuje proces harmonizace a globalizace trhu, kdy v rámci obchodní soutěže hraje významnou roli kvalita a cena poskytovaných služeb spolu s jejich užitnými vlastnostmi a podmínkami stanovenými dodavatelem pro používání jednotlivých produktů.

Každá ze součástí železničního svršku má své specifické požadavky na návrh, ověření, výrobu, dopravu, montáž, údržbu, používání, případně i likvidaci. Pro zajištění dlouhodobé efektivní životnosti koleje je nezbytné, aby všechny subjekty, které se na těchto činnostech podílejí, přistupovaly ke své práci odpovědně se znalostí potřebných informací a jejich vzájemných souvislostí.

#### LITERATURA:

Směrnice SZDC č. 67

Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah

Předpis SZDC S3 "Železniční svršek"

Předpis SZDC S 3/1 "Práce na železničním svršku"

Obecné technické podmínky pro součásti železničního svršku

Lektorova: Ing. Miroslav Šolc, SZDC TÚDC, Praha

## **PRŮZKUMNÉ PRÁCE, KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ A ŽIVOTNOST ŽELEZNIČNÍHO SPODKU**

**Ing. Ladislav Minář, CSc. a kolektiv,  
KOLEJCONSULT & servis, spol. s r.o.**

V současné době uplynulo 19 let od zahájení rozsáhlé rekonstrukce železniční sítě resp. vybraných železničních koridorů bývalých tratí ČD. Během tohoto období se vyprofilovalo několik odborně velice zdatných subjektů, zabývajících se všemi obory činnosti, zvláště v oboru železničního spodku, spojenými s modernizacemi resp. optimalizacemi železničních tratí.

Nemalou, vysoce pozitivní úlohu, mělo v tomto období vytvoření normové resp. předpisové základny, která měla za úkol stanovit podmínky ve shodě s mezinárodními předpisy, národními předpisy a provozními podmínkami na železnici. Tato skutečnost měla zásadní vliv na vznik normativ a předpisů, technických a kvalitativních podmínek (TKP) příp. dalších směrnic. Během relativně krátkého období vznikl soubor těchto normativ a předpisů, které jsou na velmi vysoké technické a provozní úrovni, čemuž napovídá výrazná odezva v zahraničí resp. jejich přebírání jinými železničními správami.

I přes to dochází, tak jako v reálném životě, k nutnosti řešit nestandardní situace na železničním spodku, se všemi pozitivními i negativními důsledky. Pokusme se jednoduchou formou některé tyto nestandardní situace v oboru železničního spodku podchytit.

### **PRŮZKUMNÉ PRÁCE**

V rámci přípravy jsou normami a předpisy předepsány jasné směrné postupy a objemy průzkumných prací. Ty jsou rozděleny do třech etap:

- předběžný průzkum;
- podrobný průzkum;
- doplňující průzkum.

Obsah těchto průzkumů je definován, ale skutečnost bývá mnohdy naprosto jiná. Základní nedostatky plynou z výrazného finančního limitování průzkumných prací, opomíjení místních znalostí o zkoumaném úseku tratě a omezování se pouze na některé druhy prací, které vyhovují zpracovateli průzkumu. V mnoha případech dochází k vyhodnocování prací tzv. odborným posouzením a odvoláním na letité zkušenosti. Otázkou pak zůstává, kdo je schopen na základě letitých zkušeností dát opravdu relevantní výsledek průzkumných prací?

Na základě minimalizace těchto prací dochází k dalšímu omezování rozsahu průzkumných prací, které mnohdy vedou až ke zkreslování skutečností a vyvolávání představ, že problematika průzkumu není tak závažná a lze ji řešit tzv. od stolu. V neposlední řadě se nedostatečný průzkum projeví v menších nárocích na ekonomickou náročnost, což je nakonec (v první řadě) přijato jako zásadní hledisko

a ukazatel pro dané řešení problematiky. Nedokonalý resp. nedostatečný průzkum pak vede k problémům při projektovém řešení úkolu, jeho dimenzování a provozování.

## KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ŽELEZNIČNÍHO SPODKU

Návrh konstrukčního řešení železničního spodku vychází z podkladů získaných průzkumnými pracemi. Nedostatky v průzkumných pracích mají mnohdy přímý vliv na kvalitu projektového řešení. Někdy však dochází k situaci, kdy v rámci optimalizace ekonomické náročnosti jsou navrhována a zpracovávána řešení, která problematiku řeší pouze okrajově což v mnoha případech stávající špatný stav nezlepšuje, ale naopak ještě zhoršuje.

Jedná se v první řadě o plošnou neznalost místních podmínek (sesuvná území, úroveň hladiny podzemní vody, geologické poměry apod.). To vede k poddimenzování konstrukce jako celku. V neposlední řadě se jedná o nedostatky ve vlastním dimenzování pražcového podloží, kdy v mnoha případech se zdůrazňuje dosažená únosnost, ale naprosto se opomíjí ochrana zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu. Výrazným nedostatkem je funkčnost povrchového a podpovrchového odvodnění, které v kombinaci s promrzáním vede k nemalým vadám na tělese železničního spodku a svršku.

Tyto závady jsou v mnoha případech takového rozsahu, že si jejich odstranění vyžaduje opakované opravné, mnohdy podstatně nákladnější technické řešení. Zjištění skutečných příčin a jejich finanční pokrytí je však velice těžko řešitelné – problematičné.

## ŽIVOTNOST ŽELEZNIČNÍHO SPODKU

Kombinace výše popsané problematiky má negativní vliv na celkovou životnost železničního spodku. Vezmeme – li v úvahu, že stávající, 150 let starý, železniční spodek byl realizován na základě naprosto odlišných požadavků na dimenzování a rychlost poježdění a jeho kvalita se víceméně nezměnila, je zarážející, že v dnešní době realizovaná modernizace a optimalizace za použití nejmodernější mechanizace a technologických postupů, za nadstandardního dohledu mnoha složek, dovolí vniku závad a tím i snížení životnosti železničního spodku.

Souhra výše popsaných nedostatků pak vede v mnoha případech k poddimenzování díla, jeho poruchám již během záručního provozu. V mnoha případech je však dílo postaveno dle schválené a odsouhlasené projektové dokumentace, za dodržení předepsaných technických a kvalitativních podmínek. Pak je opravdu velice problematičné určit příčiny a míru zavinění vzniku vad. Na opačné straně stojí řešení, které využívá pro minimalizaci nákladů limitních parametrů na hranici předpisů a norem, jejichž kombinací však vytvoří naprosto nedostatečné technické řešení, které vede k závadám a snížení životnosti díla.

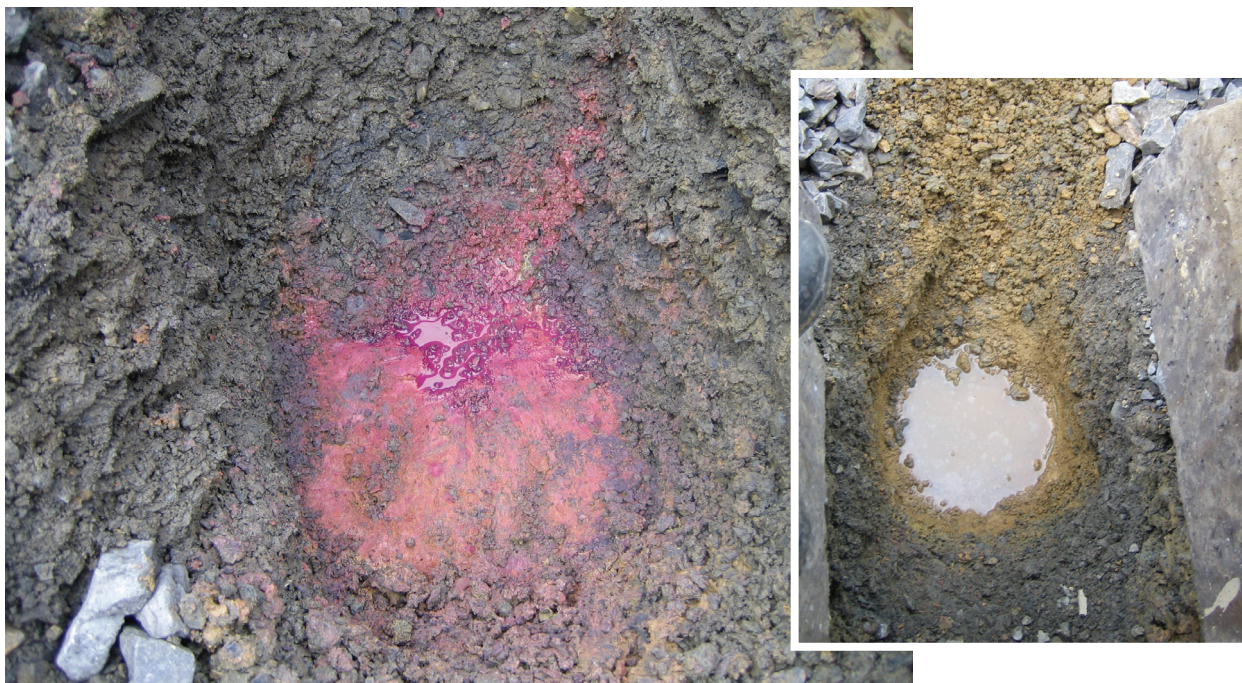
Jedním z příkladů je realizovaná modernizace tratě, která díky použití „mezních“ parametrů v současné době vykazuje značné poruchy. Jako první se objevily poruchy na železničním svršku, rozpadem GPK. Tato skutečnost byla podmětem pro provedení průzkumných prací destruktivního i nedestruktivního charakteru.





Obě metody potvrdily, že stavba je provedena dle projektové dokumentace. Při její realizaci a i výše uvedené průzkumy tuto skutečnost potvrdily (únosnosti, druhy použitých materiálů, tloušťky vrstev pražcového podloží atd.). Nemilé zjištění ale bylo, v jakém stavu tyto konstrukce jsou.

**Stabilizovaná zemní pláň** – byla provedena v požadované tloušťce i kvalitě, rozborů potvrdily že bylo použito navržené pojivo, únosnosti vysoce překračovaly minimální stanovené hodnoty. Povrch byl tvrdý až pevný, silně zavodněný.



**Stav stabilizované zemní pláň s výronem vody**



**Konstrukční vrstva** – byla provedena v nové přírodní štěrkodrtě frakce 0 / 32 mm. Sonda prokázala značnou saturaci vlhkostí a zvýšený objem jemnozrnných částic, které jsou splaveny ze štěrkového lože.

Rozbor neprokázal překročení žádného požadovaného sledovaného parametru. Štěrkodrtě neobsahovaly žádné hlinité a jílovité částice.



**Stav konstrukční vrstvy vody**

**Kolejové lože** – bylo provedeno v nového přírodní štěrku frakce 32 / 63 mm. Jeho stav byl po krátkém čase neuvěřitelný. Prakticky po celé šířce bylo kolejové lože znečištěné jílovitou zeminou do báze cca 80 mm pod ložnou plochou pražce. Funkčnost a životnost kolejového lože je tedy vyčerpána.



**Stav kolejového lože**

Otázkou zůstává, odkud se do kolejového lože jílovité částice v takovém množství dostaly? Z vnější části koleje to není možné, takže jediným místem je osa os kolejí na dvoukolejné trati, kde nedochází k propojení úpravy zemní pláň. Tuto skutečnost potvrdily i testy na objem pojiva, které bylo částečně v kolejovém loži zaznamenáno.

Další otázkou je, proč k tomuto jevu nedochází paušálně, když zemní pláň není propojena prakticky nikde, vždy zůstane v ose os část neupravena. Odpovědí může být, že v tomto úseku jsou konstrukční vrstvy v tl. 150 ÷ 200 mm, což vede k promrzaní konstrukce jako celku a tím k jeho dynamickému chování (zdvihání a poklesy).

V součinnosti s provozním zatížením může docházet díky tzv. pumpovacímu efektu k pohybu jemnozrných částic s jejich rozptýlením v kolejovém loži.

Závěrem nutno konstatovat, že konstrukce je v tomto stavu zralá na rekonstrukci resp. sanaci.

V přednášce se ještě k této problematice i s dalšími příklady vrátíme.



**17. konference „Železniční dopravní cesta 2012“  
Praha, 27.- 29.3.2012  
Sborník přednášek**

**Jednotlivé příspěvky byly lektorovány pracovníky SZDC OTH, OKS, TÚDC  
a SDC střední Čechy**

**Redakční a grafická úprava textu:** Ing. Jan Čihák a Jarmila Strnadová

**Snímky na obálce jsou z archívu SZDC:**

titulní strana: XXXXXXXXXXXXX

zadní strana: XXXXXXXXXXXXX

u tiráže: ŽST. Praha hl.n.

**Grafická úprava obálky:**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace  
Kancelář generálního ředitele, oddělení komunikace  
Dlážděná1003/7, 110 00 Praha 1

**Tisk:**

VS Tisk - Vazební věznice Praha-Pankrác  
Soudní 988/1, 140 57 Praha 4

**Náklad:**

500 výtisků

**Vydal:**

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace  
Ředitelství - Odbor traťového hospodářství  
Dlážděná1003/7, 110 00 Praha 1

**ISBN**



Správa železniční dopravní cesty

Praha 27.-29.3.2012



Správa železniční dopravní cesty

17. konference „Železniční dopravní cesta 2012”

---

## **SEZNAM REKLAM:**