

KONFERENCE

ŽELEZNIČNÍ MOSTY

SPRÁVA A VÝSTAVBA

setkání správců - praktiků, projektantů a stavitelů

4. ROČNÍK

Kongresové centrum hotelu Olšanka,
Olšanské náměstí, Praha 3
27.ledna 1999

pořádá

SUDOP PRAHA a.s.

ve spolupráci s

Českými drahami, s.o., Divizí dopravní cesty, o.z.

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

4. ROČNÍK KONFERENCE **ŽELEZNIČNÍ MOSTY SPRÁVA A VÝSTAVBA**

setkání mostařů praktiků – správců, projektantů a stavitelů

Kongresové centrum hotelu Olšanka,
Olšanské náměstí, Praha 3
27. ledna 1999

pořádají

SUDOP PRAHA a.s.

Českými drahami, s.o., Divizí dopravní cesty, o.z.

Přípravný výbor konference:

Ing. Milan Čermák, České dráhy s.o.
Ing. Josef Fidler, SUDOP PRAHA a.s.
Ing. David Krása, SUDOP PRAHA a.s.
Ing. Danuše Marusičová, České dráhy, s.o.
Ing. Karel Nezval, SUDOP PRAHA a.s.

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

Příspěvky neprošly jazykovou úpravou.



Obsah sborníku:

1. Koncepce údržby mostů u Českých drah
Ing.Čermák, ČD OMT
2. Obecné technické podmínky pro projektování železničních mostů
Ing.Chvojka, ČD OMT
3. Příčina povodňového poškození mostu v km 41,075 trati Týniště Meziměstí
Ing.Hrdlička, ČD, SDC Hradec Králové
4. Rekonstrukce žel. mostů na Výtoni (km 3,545) a v km 15,910 trati Ml.Boleslav St.Paka
Ing.Konečný, Stamakocel s.r.o.
5. Přestavby mostů na průtahu Berlínem vč. povrch. ochrany ocelových konstrukcí
Ing.Weigt, p.Toman, Lankwitzer Lackfabrik
6. Nový příhradový železniční most v km 71,348 trati Plesná st.hr. – Cheb
Ing.Wangler, SUDOP Praha a.s., Ing.Batal, Stavby mostů Praha a.s.
7. Železniční most přes silniční okruh kolem Prahy (trať Praha Smíchov - Hostivice)
Ing.Kurz, Topcon s.r.o.
8. Železniční most přes silniční okruh kolem Prahy (trať Praha Smíchov - Hostivice)
Ing.Orna, Metrostav a.s.
9. Zkušenosti z výstavby žel. mostů v rámci modernizace koridorů
Ing.Dobrovolný, ŽS Brno a.s., Mosan
10. Rekonstrukce železničního mostu v km 117,134 trati Dolní Dvořiště - České Budějovice
Ing.Wangler, SUDOP Praha a.s.
11. Únava drážních mostů
doc.Rotter, ČVUT
12. Komorový spojitý most přes Ohři u Stráže n.O.
Ing.Horáček, SUDOP Praha a.s.
13. Praktické zkušenosti z kontrolní činnosti při realizaci povrch, ochrany žel. Mostů
Ing.Graeber, Videfkor
14. Moderní kombinované povlaky pro dlouhodobou ochranu proti korozi ocelových konstrukcí
Ing.Havrda, HoMa, Ing.Kučera, ČD
15. Měření odezvy vybraných železničních mostů na provozní zatížení
Prof.Šertler, Ing.Culek ml.
16. Rozšíření železničního mostu s použitím prefabrikátu typu SMP-U97
Ing.Zd.Batal, Stavby mostů Praha a.s.
17. Skládaná opěrná zeď v areálu Mendelovy university v Brně
Ing.Lacina, Ing.Trkovský, Horizont Silidur

KONCEPCE ÚDRŽBY MOSTŮ U ČESKÝCH DRAH

Ing. Milan Čermák

České dráhy, ředitelství Divize dopravní cesty

Úvod

Mosty jsou životně důležitou součástí železniční infrastruktury a stav některých strategických konstrukcí může být rozhodující pro další budoucnost trati. Úlohou železnice je přepravovat náklady a cestující, přičemž nejpřednější podmínkou je bezpečnost. Pro její dosažení má zásadní význam poznání vnitřních vazeb projektování, stavby, dohledu, hodnocení a údržby.

Údržba zařízení železniční infrastruktury a současný stav mostů u ČD

Řádná údržba je nezbytným předpokladem zachování správné funkce mostu po celou dobu jeho životnosti. Tato jednoduchá a nezpochybnitelná zákonitost je v podmínkách Českých drah realizovatelná rok od roku stále obtížněji. Na základě hodnocení celkového stavu objektů podle předpisu ČD S 5 Správa mostních objektů je značný počet mostů (759 objektů, tj. 11,2 %) v nevyhovujícím stavu. Tato skutečnost je způsobena především tím, že dlouhodobě nebyla prováděna potřebná údržba. Po řadu let nepokrývají prostředky vynakládané na stavební činnost na mostech ani prostou reprodukci. Aktuální přehled o stavu železničních mostů přináší tabulka:

MOSTY

	celkem	reg. tratě
Počet [ks]	6 770	1 616
Udržovací jednotky [UJ]	2 726,1	478,2
Počet nevyhovujících [ks]	759	183
Podíl nevyhovujících [%]	11,2	11,3
UJ nevyhovujících	393,8	79,7
Podíl UJ nevyhovujících [%]	14,4	16,7

Objekty podle doby stavby	[ks]
do r. 1850	153
1851 - 1900	1 865
1901 - 1960	2 710
1961 - 1980	1 567
po r. 1980	475

Tristní situace je způsobena především dlouhodobým nedostatkem finančních prostředků, ale i nedostatkem kapacit. Prováděné práce jsou omezovány jen na úkony, při nichž jsou náklady na materiál minimální nebo jen na práce, které přímo souvisí se zajišťováním bezpečnosti železničního provozu.

Prognóza dalšího vývoje

Další pokračování nenaplňování údržby nutně povede k postupnému zvyšování počtu pomalých jízd z důvodu nevyhovujícího stavu mostních objektů, ke stále častějšímu omezování přechodnosti a v dalším období může vést i k možnému přerušení provozu na tratích nebo traťových úsecích v důsledku havarijního stavu mostních objektů. Zanedbávání údržby rovněž způsobuje nárůst závad, jejichž neodstranění v údržbě vede k jejich dalšímu rozvoji. Uvádění objektů do řádného technického stavu je pak nutno provádět rozsáhlejšími a podstatně nákladnějšími opravami nebo dokonce i rekonstrukcemi. To s sebou přináší daleko vyšší požadavky na finanční prostředky. Zanedbanou údržbou mohou být rovněž zakryty i závažné poruchy, které tak mohou uniknout včasnému zjištění.

Výše uvedené negativní skutečnosti nemohou příznivě ovlivnit stav mostních objektů, ale nepřispívají ani k udržení potřebné kvalifikace pracovníků a mají tedy bezprostřední vliv i na kvalitu prací prováděných v údržbě.

Přivodit zásadní změnu takto negativního vývoje není samozřejmě v silách Divize dopravní cesty jako správce železniční infrastruktury ČD. Obrat k lepšímu je podmíněn změnami ve vztahu státu k železnici vůbec. Není možné nadále praktikovat model, kdy ČD jsou nuceny udržovat a provozovat celou rozsáhlou síť - bez ohledu na to, kolik prostředků na opravy a údržbu mají k dispozici. Pokud je v obecném (státním) zájmu, aby zůstala železniční síť provozovaná v dnešním rozsahu, pak musí být na její udržování poskytnuty potřebné prostředky. V opačném případě dojde dříve či později k postupné redukci sítě, a to v závislosti na výši prostředků, které k dispozici budou. Jednou z nejčastějších příčin takového kroku pak bude stav mostních objektů ohrožující bezpečnost provozu.

Perspektivy železniční dopravy jsou však značné, a to i v České republice, kde si lze reálně představit fungující železniční síť v prakticky dnešním rozsahu. Úsilí Divize dopravní cesty ČD v dnešní době je směřováno právě k tomuto cíli. Součástí je i práce nad koncepcí provádění údržby železničních mostů, která bude dokončena v roce 1999. Zásadním hlediskem údržby mostních objektů musí být co nejefektivnější využití přidělených finančních prostředků tak, aby bylo v maximální míře zabráněno dalšímu zhoršování stavu objektů.

Koncepce údržby mostů u ČD

Údržba může být vykonávána:

- řešením poruch případ od případu v okamžiku, kdy se objeví,
- plánovaně, systematicky a periodicky,
- cyklicky a plánovaně po vyhodnocení stavu a v závislosti na technických požadavcích.

Je zřejmé, že dnešní praxe je vykonávána především podle prvního bodu. Způsob údržby podle bodu druhého je v současných podmínkách obtížně realizovatelný, neboť je především v krátkodobých horizontech nákladný a jeho efektivita je pak sporná. Řešením a východiskem pro výkon údržby mostních objektů je tedy její plánování na základě vyhodnocení periodicky prováděného dohledu.

Na počátku je však nezbytné přesně definovat co přesně je pod pojmem *práce prováděné v údržbě* nutno chápat: Údržbou se rozumí práce a činnosti, jimiž se zajišťuje bezpečný provoz na mostech, předchází se vzniku větších závad a odstraňují se, nebo omezují drobné závady a poruchy vzniklé na těchto stavbách provozem a přírodními vlivy.

Pro snížení potřeby (nároků) rozsahu údržby je nutno vytvářet předpoklady již při zpracování projektové dokumentace oprav, rekonstrukcí a přestaveb mostních objektů. U mostů toho lze dosáhnout volbou konstrukcí s průběžným kolejovým ložem, kvalitní antikorozi ochranou ocelových částí konstrukcí, vhodnou volbou hydroizolačního systému a pečlivým výběrem nejvhodnějších detailů.

Práce prováděné v údržbě na mostních objektech lze rozdělit podle charakteru na údržbu:

- ◆ ocelových částí mostů (nosné konstrukce, ocelové části spřažených konstrukcí a konstrukcí ze zabetonovaných nosníků, pojistné a zajišťovací úhelníky, podlahy, zábradlí, ocelová ložiska, ocelové zábrany)
- ◆ masivních částí mostů (nosné konstrukce, masivní části spřažených konstrukcí a konstrukcí ze zabetonovaných nosníků, spodní stavba)
- ◆ svahů a okolí mostních objektů

Do údržby ocelových částí mostů patří zejména:

- čištění odvodňovacích zařízení,
- odstraňování nečistot a spadu z vodorovných ploch, styčníků, ložisek a míst špatně odvodněných a větraných,
- opravy místně poškozených nátěrů ocelových konstrukcí (jejich částí nebo jednotlivých prvků),
- opravy zábradlí,
- výměna uvolněných nebo poškozených nýtů,
- výměna ojedinělých poškozených nebo zkorodovaných částí ocelových konstrukcí,
- omezování šíření trhlin v ocelových konstrukcích (odvrtáním, svařením, přeplátováním),
- mazání kluzných ploch ložisek, rektifikace ložisek, zalití ložisek,
- výměna jednotlivých mostnic,
- údržba pojistných a zajišťovacích úhelníků (poloha, styky, upevnění, ukončení),
- obnova bezpečnostních nátěrů, nápisů a značek.

Do údržby masivních částí mostů patří zejména:

- čištění odvodňovacích zařízení,
- čištění úložných ploch,
- odstraňování spadu a vegetace z povrchu zdiva,
- opravy trhlin a spárování zdiva v malém rozsahu,
- opravy povrchové ochrany konstrukcí,

- výměna jednotlivých kamenů zdiva, přezdívání zdiva v malém rozsahu,
- dotahování klínů zapažených a podskružených částí objektů, dotahování šroubových spojů včetně doplnění šroubů ve spojích,
- podskružení nebo zapažení částí objektů pro zajištění bezpečnosti žel. provozu,
- místní oprava hydroizolace,
- obnova bezpečnostních nátěrů, nápisů a značek.

Do **údržby okolí a svahů mostních objektů** patří zejména:

- odstraňování vegetace v okolí mostu a z dláždění svahů a patních zídek, oprava a přezdívání odláždění svahů,
- odstraňování nežádoucí vegetace a splavenin z inundačního prostoru pod mostem,
- odstraňování zvětralých a uvolněných hornin v okolí mostů ohrožujících pádem bezpečnost železničního provozu,
- zatravňování svahů,
- obnova bezpečnostních nátěrů, nápisů a značek.

Systém údržby mostů

Za řádné provádění údržby mostních objektů ve svém obvodu odpovídá správa mostů a tunelů příslušné správy dopravní cesty.

Výkon údržby je metodicky organizován podle těchto kroků:

- zjišťování potřebného rozsahu,
- rozhodování a plánování,
- příprava,
- realizace,
- převzetí a vyhodnocení prací.

Zjišťování potřebného rozsahu

Při zjišťování potřebného rozsahu údržby vychází místní správce z výsledků dohlédací činnosti, tj. z běžných prohlídek, podrobných prohlídek, případně i kontrolních prohlídek mostních objektů.

Při projednávání výsledků podrobných prohlídek mostů provedených revizními četami, musí být součástí zápisů i stanovisko vedoucího revizní čty k celkovému stavu údržby.

Dále je nutno vzít v úvahu požadavky na údržbu ze strany ČD vyplývající ze vztahu mostních objektů vzhledem k okolí, zejména pak k vodním tokům, pozemním komunikacím a stavbám. Obdobně však musí SMT sledovat a vyžadovat i nutnou údržbu ze strany správců těchto vodotečí, komunikací nebo staveb.

SMT rovněž sleduje, aby byly nárokovány práce pro zajišťování prostorové průchodnosti (zejména odstraňování náletových dřevin v okolí objektů), práce na žel. svršku a práce v zimních podmínkách (např. odstraňování sněhu a ledu na pochozích plochách), které bude zajišťovat správa tratí SDC.

Rozhodování a plánování

Při rozhodování o provedení údržbových prací je postupováno podle stanovených priorit, podle kterých musí být údržbou mostních objektů dosaženo:

1. bezpečnosti železničního provozu s minimalizací provozních omezení
2. bezpečnosti cestujících i zaměstnanců ČD
3. včasného odstraňování závad, vedoucích ke zvýšenému znehodnocování objektů,
4. umožnění řádného provádění běžných a podrobných prohlídek
5. odstraňování ostatních závad a předcházení jejich rozvoji,
6. předcházení vzniku nových závad.

Při plánování se práce v údržbě rozčlení na:

- práce, které provede vlastní udržovací četa SMT,
- práce, které po projednání provede správa tratí,
- práce, které bude pro potřebnou odbornost zajišťovat mostní obvod,
- práce, které pro velký rozsah budou zajišťovány dodavatelsky

Při sestavě plánu údržby je třeba vzít v úvahu sezónní charakter prováděných prací a stanovit pořadí důležitosti podle shora uvedených priorit. Návrh plánu údržby mostů za svůj obvod sestavují příslušní místní správci, za obvod SDC jej schvaluje přednosta SMT.

Příprava

V rámci přípravy prací v údržbě se rozhoduje o potřebě a zpracování projektové dokumentace. V případě, že tyto práce budou vyžadovat projektovou dokumentaci, je třeba stanovit její rozsah a zajistit její vypracování. Dále je nutno rozhodnout i o potřebě projednání s vlastníky dotčených nemovitostí, se správci jiných zařízení a s příslušnými orgány státní správy.

Realizace

Pro dosažení potřebné kvality prací prováděných v údržbě jsou závazné ~~Tje třeba se řídit~~ ~~technickými~~ kvalitativními podmínkami staveb Českých drah (TKP). Při provádění vlastní údržby je pak nutno je-tě dodržovat veškeré technické, technologické, bezpečnostní a hygienické předpisy, a práce provádět podle schválené nebo odsouhlasené dokumentace. V maximální míře je nutno chránit přírodu a po ukončení prací likvidovat vhodným způsobem veškeré vzniklé odpady a pracoviště uvést do původního stavu. Ze strany správce je prováděn v potřebném rozsahu technický dozor.

Převzetí a vyhodnocení prací

~~Za řádné převzetí prací dokončených v údržbě odpovídá příslušný místní správce.~~

Provedené a převzaté práce v údržbě zaznamená místní správce do provozní dokumentace objektu v a do mostního ~~mho~~ evidenčního ~~mho~~ systému (MES).

Převzetí prací prováděných dodavatelsky nebo prací prováděných bezprostředně pro zajištění bezpečnosti železničního provozu (podskružení, zapažení a pod.) se účastní kromě místního správce i zástupce OIČ, případně i zástupce správy tratí.

Po ukončení je třeba vyhodnotit provedené práce v údržbě z hlediska kvality a nákladů. Cílem je postupné upřesňování jednotkových nákladů pro další plánování prací v údržbě a získání podkladů pro hodnocení zhotovitelů.

Údržba v záruční době

34. Pro provádění udržovacích i opravných prací jsou stanoveny tyto záruční doby:

Údržba mostů po dobu záruk zhotovitelů za provedené stavební nebo opravné práce má svá specifika a se provádí se (pokud není ve smlouvě se zhotovitelem stanoveno jinak) pouze v tomto rozsahu:

- čištění ploch od spadu,
- pročišťování odvodňovacích zařízení mostů,
- odstraňování vegetace na objektech nebo v jejich bezprostřední blízkosti,
- odstraňování zvětralých a uvolněných hornin v okolí mostů, ohrožujících pádem bezpečnost železničního provozu,
- odstraňování nově vzniklých překážek prostorové průchodnosti,
- udržovací práce na železničním svršku,
- odstraňování sněhu a ledu na mostech.

Po celou záruční dobu je třeba dobu sledovat celkový stav objektu a jakékoliv zjištěné závady, zakládající důvod k zahájení reklamačního řízení, musí být SMT bez zbytečného odkladu písemně oznámeny zhotoviteli a případně investorovi.

Před ukončením sjednané doby záruk zhotovitele za dokončené dílo se provede mimořádná prohlídka mostního objektu.

Kapacity pro údržbu

Pro údržbu mostů se přednostně využívají především vlastní kapacity SDC.

Pro údržbu menšího rozsahu je po technické i ekonomické stránce vhodná existence vlastních udržovacích čet.

Mostní obvody SDC Plzeň, Ústí nad Labem, Pardubice, Brno a Olomouc mají větší kapacitu pro práce charakteru údržby a jsou kvalifikovány pro údržbu, opravy a rekonstrukce ocelových mostních konstrukcí. Kromě toho provádějí údržbu mostních provizorií všech typů a provizorních ocelových podpěr.

Rozpočet

Finanční prostředky na údržbu mostních objektů musí být vynakládány účelně a hospodárně. Jejich výše je stanovována podle rozsahu, druhu objektů a podle skutečných potřeb jednotlivých objektů. Pro potřeby především dlouhodobého plánování je však potřebné stanovit algoritmus, kterým bude možno alespoň řádově

vyčíslit výši prostředků, které je do údržby nutné vložit, aby se stav mostů nezhoršoval. Dosud je používán poměrný výpočet na 1 udržovací jednotku. V souvislosti se zavedením nové metodiky výpočtu UJ bude nutno přistoupit i k jistým korekturám tohoto způsobu výpočtu.

Závěr

Systém správy mostů musí zajistit dobrý stav a optimální ekonomickou životnost každé konstrukce. Systém je ovlivňován faktory jako je již zdůrazněná bezpečnost, dále pak současná úroveň technologie stavby a údržby, ekonomická omezení, podmínky přerušení provozu, politické aspekty, životní prostředí a estetika. Na rozdíl od železničního svršku jsou dosud mnohé mosty původní konstrukce a dokonce i mnohé z těch, které nejsou, nebyly navrženy na zatížení současným provozem. Celé mosty nebo jejich části tak mají data výstavby do poloviny 19. století do dnešních dnů a představují různé druhy konstrukcí a materiálů. To vše staví před železničního stavebního inženýra - mostáře širokou škálu problémů, se kterými se musí při správě železničních mostů zabývat. Tento příspěvek pak měl ukázat, že řádný výkon údržby je jedním z rozhodujících aspektů, který by měl brát v úvahu.

OBECNÉ TECHNICKÉ PODMÍNKY PRO PROJEKTOVOU DOKUMENTACI ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ

Ing. Karel Chvojka

České dráhy, ředitelství divize dopravní cesty

Jakost staveb železničního spodku (mezi něž mostní objekty patří) po celou dobu jejich předpokládané životnosti rozhodujícím způsobem ovlivňuje parametry přechodnosti a prostorové průchodnosti tratí ČD. Z tohoto důvodu je, zejména v posledních letech, péči o jakost věnována značná pozornost. Rozhodujícími dokumenty, ze kterých se v podmínkách ČD odvíjí veškerá činnost související se zajišťováním jakosti staveb železničního spodku, jsou:

- Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah (dále jen *TKP*),
- Systém péče o jakost v oboru staveb železničního spodku Českých drah (dále jen *Systém*).

TKP nabyly účinnosti před téměř 3 lety, jsou všeobecně známé co se obsahu a funkce týče, není proto nutno se o nich příliš zmiňovat. Jejich hlavní význam ve vztahu k projektování je ten, že zezávazňují prakticky všechny platné technické normy, tedy i ty, které souvisejí s návrhem, resp. projektováním mostních objektů.

Systém stavoví mimo jiné postupy pro ověřování:

- způsobilosti k provádění prací souvisejících se stavbou, opravami a údržbou železničního spodku, upravuje vydávání „Závazných pravidel ČD“, která specifikují požadavky a postupy ověřování činností,
- shody výrobků, materiálů a zařízení určených pro stavbu, opravy a údržbu staveb železničního spodku s požadavky ČD. Pro stanovené výrobky upravuje vydávání „Obecných technických podmínek (OTP)“.

Projektovou dokumentaci stavby lze při určitém zjednodušení považovat za výrobek, který vstupuje do procesu stavby a který svojí kvalitou přímo ovlivňuje kvalitu stavby. Řečí matematiků je kvalita projektové dokumentace podmínkou nutnou, i když samozřejmě zdaleka ne podmínkou postačující. Otázkou je, jak má být definována kvalitní projektová dokumentace, resp. jaké podmínky musí projektová dokumentace splňovat a co musí být její náplní. Odpověď na tuto otázku je zásadní a ve své podstatě permanentně předurčuje současné vztahy mezi zadavateli a zhotoviteli projektové dokumentace. V praxi ČD existuje několik stávajících (často velmi obsáhlých) dokumentů, které více či méně kvalitně definují požadavky na jednotlivé stupně projektové dokumentace. Tyto dokumenty jsou však obecné, snaží se o definování požadavků na rozsah a náplň projektové dokumentace univerzálně, t.j. pro všechny „druhy“ staveb v podmínkách ČD. Mostní objekty jsou vzhledem ke svému charakteru určitou specifickou „špičkou“, což se promítá i do požadavků na jejich projektovou přípravu. Z tohoto důvodu a rovněž pro nutnost ujednacení hlediska zadavatelů a zhotovitelů bylo rozhodnuto, že řídicí útvar systému péče o jakost ve smyslu *Systému*, kterým je odbor stavební ředitelství DDC, zpracuje problematiku projektové dokumentace železničních mostních objektů formou OTP.

Jednou ze zásadních otázek, která je řešena v rámci zpracování OTP, je stanovení požadavku na počet stupňů projektové dokumentace. Dosavadní zkušenosti, zejména z projektové přípravy jednotlivých staveb modernizace koridorů, ukazují, že lze za podmínky kvalitního zpracování dokumentace a přesného vymezení náplně

standardně vystačit pouze se dvěma stupni, t.j. s přípravnou dokumentací a projektem stavby. Znamená to tedy, že odpadne členění na dokumentaci přípravnou, dokumentaci pro územní řízení (DUR), dokumentaci pro stavební povolení (DSP), realizační dokumentaci stavby (RDS). V tomto smyslu budou OTP koncipovány. Je nutné rovněž přesně definovat případy, kdy a za jakých podmínek bude akceptováno nestandardní členění, resp. nutnost či možnost víceúrovňového projektování.

Výhody tohoto přístupu k projektové přípravě jsou zejména tyto:

- zkrácení lhůt projektové přípravy staveb, projednávání a schvalování dokumentace;
- úspory finančních prostředků;
- zabránění celkem logickým snahám jak ze strany zhotovitele jednotlivých stupňů, tak i zadavatele dokumentace odsouvat řešení některých „choulostivých“ problémů postupně do dalších stupňů dokumentace.

Nutnou podmínkou je naopak velmi přesné vymezení nutného obsahu a rozsahu jednotlivých částí projektové dokumentace tak, aby byly zachovány základní požadavky technické i legislativní, t.j. požadavky stavebního zákona, zákona o drahách, stavebního a technického řádu drah, zákona o územním plánování, zákona o životním prostředí atd. Znamená to, že zmíněné dva stupně dokumentace musí být schopny pokrýt veškeré požadavky na příslušná řízení a projednání stavby ve smyslu výše uvedených zákonných nařízení, na zadání i realizaci stavby.

V návrhu se předpokládá členění OTP podle těchto tematických okruhů:

- Úvodní ustanovení
- Základní požadavky na návrh
- Požadavky na zhotovení dokumentace
- Stupně projektové dokumentace
- Studie
- Koncepční dokumentace stavby
- Přípravná dokumentace stavby
- Projektová dokumentace stavby
- Dodavatelská (výrobní) dokumentace
- Dokumentace skutečného provedení stavby
- Projednávání dokumentace
- Schvalování dokumentace
- Způsobilost k projektování železničních mostních objektů
- Související normy a předpisy

Stručný komentář a vysvětlení k jednotlivým okruhům OTP, základní požadavky na jejich naplnění:

Úvodní ustanovení

Tato část bude obsahovat základní definice (mostní objekty), vymezení platnosti, závaznost OTP, vazbu na *Systém*, vymezení závaznosti platných českých a evropských norem souvisejících s projektováním a uvedených v kapitole XIV OTP, závaznost Technických norem železnic.

Základní požadavky na návrh

Uvedou se základní požadavky na nové mostní objekty, rekonstrukce i opravy, zejména požadavky na prostorové uspořádání, návrhové zatížení, požadavky na přechodnost,

požadavky na zajištění bezpečnosti, spolehlivosti a životnosti mostních objektů, optimální využití materiálů apod.

Požadavky na zhotovení dokumentace

V této části budou uvedeny základní obecné požadavky na projektovou dokumentaci, základní požadavky na zhotovitele dokumentace a na výběr zhotovitele. Nedílnou součástí budou rovněž základní požadavky na objednatele projektové dokumentace - povinnost řádného výběru zhotovitele, povinnost zajištění řádných podkladů a poskytnutí odpovídajícího časového prostoru na zhotovení dokumentace. Uvedena bude rovněž základní nutná náplň všech stupňů projektové dokumentace (písemná část, výkresová část, modelová, příp. audiovizuální část, je-li smluvně vyžádána).

Stupně projektové dokumentace

V této části se předpokládá vymezení a základní definování a vymezení základních pojmů - studie, koncepční dokumentace, přípravná dokumentace stavby, projektová dokumentace stavby, dodavatelská dokumentace. Rovněž bude definován vztah k případům členění dokumentace dle odlišné filozofie (DUR, DSP, RDS).

Studie

Studie není samostatným stupněm posloupnosti projektové přípravy. V této části OTP bude jednoznačně definován účel studie (*např. umístění mostního objektu u novostaveb, posouzení proveditelnosti, návrh variant a jejich vyhodnocení technické i ekonomické apod.*). Jednoznačně bude rovněž definována pravomoc rozhodování o nutnosti vypracování studie a souhrn nutných podkladů pro vypracování studie. Podstatnou částí této kapitoly bude vymezení obsahu, rozsahu a členění studie.

Koncepční dokumentace stavby

Není samostatným stupněm projektové dokumentace; slouží jako nástroj investora pro plánování finančních prostředků a posouzení vztahu stavby k okolí i z hlediska výhledu v jednoduchých, přesně definovaných případech, kdy nahrazuje přípravnou dokumentaci. V této části bude jednoznačně definováno, kdy bude tato dokumentace zpracována a určen požadovaný rozsah, obsah a členění dokumentace, včetně vymezení nutných podkladů pro její zpracování. Tyto požadavky nejsou dosud nikde definovány. Koncepční dokumentaci v podmínkách ČD zpracovává zpravidla zadavatel projektové dokumentace (investor).

Přípravná dokumentace stavby

V úvodu bude jednoznačně vymezen účel přípravné dokumentace stavby - vyjadřuje požadavky na stavbu do podrobností potřebných pro

- určení koncepce, rozsahu a časového vymezení realizace stavby,
- stanovení celkových nákladů, technické a ekonomické hodnocení a zajištění finančních prostředků na přípravu a realizaci stavby,
- vydání rozhodnutí o umístění stavby ČD (pokud není od jeho vydání upuštěno), projednání dokumentace dle platných zákonů a vyhlášek,
- zadání a vypracování projektu stavby ČD.

Dále bude jednoznačně definován souhrn podkladů, které zpravidla poskytne zpracovateli zadavatel a požadavky na zadávací podklady. Podrobně bude uveden nutný rozsah a obsah přípravné dokumentace (textové i výkresové části) a její členění. Budou uvedeny odchylky v uspořádání dokumentace, je-li mostní objekt samostatnou stavbou, nebo je-li součástí rozsáhlejší stavby (*např. úsek koridoru*).

Projektová dokumentace stavby

V úvodu bude opět jednoznačně určen účel projektové dokumentace stavby - vyjadřuje požadavky na stavbu do podrobností potřebných pro

- provedení stavebního řízení a projednání dokumentace dle platných zákonů a vyhlášek,
- případné zpřesnění technického řešení předpokládaného v přípravné (příp. koncepční) dokumentaci stavby,
- zadání stavby,
- realizaci stavby,
- vypracování dodavatelské (výrobní) dokumentace,
- vypracování dokumentace skutečného provedení stavby po jejím dokončení, nezbytné pro další činnost správce objektu.

Analogicky s požadavky na přípravnou dokumentaci bude jednoznačně definován souhrn případných dalších podkladů, které poskytne zpracovateli zadavatel. Budou rovněž uvedeny požadavky na zadávací podklady. Podrobně bude uveden nutný rozsah a obsah přípravné dokumentace (textové i výkresové části) a její členění, s podrobností nutného obsahu jednotlivých výkresů. Rovněž i zde budou uvedeny odchylky v uspořádání dokumentace, je-li mostní objekt samostatnou stavbou, nebo je-li součástí rozsáhlejší stavby.

Dodavatelská (výrobní) dokumentace

Tato dokumentace je zásadně součástí dodávky příslušné části stavby, v souladu s všeobecnými zásadami není chápána jako stupeň projektové přípravy stavby. Pro jednotlivé „typy“ mostních objektů a jejich charakteristické části budou uvedeny požadavky na náplň a členění dokumentace (např. ocelové konstrukce, železobetonové a předpjaté konstrukce, prefabrikáty, izolace, povrchová ochrana apod.), vše v souladu s požadavky platných norem a předpisů (*např. pro ocelové mostní konstrukce ČSN 73 2603 Provádění ocelových mostních konstrukcí*).

Dokumentace skutečného provedení stavby

Je třeba si uvědomit, že funkce projektové dokumentace zdaleka nekončí dohotovením stavby, resp. jejím uvedením do provozu. Dokumentace je jedním ze základních nástrojů činnosti správce po celou dobu životnosti objektu (evidence, údržbové příp. opravné práce, změny provozního zatížení během životnosti objektu atd.). Z těchto důvodů je nutno dokumentaci skutečného provedení věnovat odpovídající pozornost a stanovit veškeré požadavky pro řádné plnění její funkce (uspořádání, řádné vyznačení změn, trvanlivost dokumentace, přehlednost apod.). V neposlední řadě bude kladen důraz na digitální formu dokumentace, což je dosud systematicky zanedbáváno.

Projednávání dokumentace

V této části OTP se předpokládá mimo jiné stanovení základních postupů a kompetencí jednotlivých složek zadavatele ve věci projednávání všech stupňů dokumentace u staveb Českých drah, včetně územního a stavebního řízení. U staveb mimodrážních stavebníků mj. vydávání souhrnného stanoviska dráhy a další potřebná projednání. Rovněž je nutno upozornit na skutečnost odlišného členění a požadavků na jednotlivé stupně projekt. dokumentace např. dle zvyklostí v silničním stavitelství (týká se zejména vyvolaných staveb nových mostních objektů v souvislosti s výstavbou či přestavbou sítě pozemních komunikací).

Schvalování dokumentace

Budou uvedeny zásady a kompetence pro schvalování jednotlivých stupňů projektové dokumentace včetně dodavatelské dokumentace v souladu s požadavky platných norem a stávajícími předpisy a metodikou ČD. Nastane-li v některých případech potřeba změny stávajících pravidel, budou tyto změny iniciovány v rámci projednání OTP.

Způsobnost k projektování železničních mostních objektů

Tato problematika bude v OTP zmíněna pouze okrajově. Projektování je prováděním prací, čili činností; pro stanovené činnosti vydává ve smyslu *Systému* řídicí útvar péče o jakost „Závazná pravidla ČD“.

Související normy a předpisy

Zde budou vyčerpávajícím způsobem uvedeny veškeré české a evropské normy, Technické normy železnic, předpisy Českých drah, zákony a vyhlášky, které více či méně souvisejí s problematikou projektování železničních mostních objektů.

Závěr:

Z výše uvedené stručné informace je na první pohled zřejmé, že problematika, řešená Obecnými technickými podmínkami pro projektovou dokumentaci železničních mostních objektů je nesmírně obsáhlá a zpracování OTP na požadované úrovni činnost časově náročná, vyžadující spolupráci kolektivu pracovníků. Pro tento účel byla vytvořena v rámci oddělení mostů a tunelů pracovní skupina, která v současné připravuje 1. návrh znění OTP. Po projednání v rámci odboru budou OTP projednány v rámci ředitelství DDC, zejména s pracovníky zabývajícími se investiční činností a se stavebními správami. Předpokládáme, že ke spolupráci v rámci připomínkování konečného návrhu budou též přizváni zástupci některých SDC a v neposlední řadě rovněž zástupci „druhé strany“, tj. projektových organizací. Celá činnost vč. projednání bude směřována tak, aby bylo schválení OTP a nabytí účinnosti možné nejdéle ve IV. čtvrtletí letošního roku.

Příčina povodňového poškození mostu v km 41,075 trati Týniště n.O. - Meziměstí

Ing. Zdeněk Hrdlička - ČD SDC Hradec Králové

V červenci 1998 ještě nebyly dokončeny všechny investiční akce odstraňování povodňových škod z roku 1997 a v noci na čtvrtek 23.7.1998 byla zasažena oblast okolí Rychnova n.K., Dobrušky a Opočna extrémní srážkovou činností. Podle údajů Povodí Labe v Hradci Králové spadlo v epicentru tohoto zasažení během asi 10 hodin 220 až 280 l na m² plochy terénu. To pak vyvolalo rozsáhlou povodeň na drobných i větších vodotečích oblasti, zejména na jižní a severní větvi říčky Dědiny (dřívější název Zlatý potok). Tato povodeň byla klasifikována více jak 100-letá voda. Dle porovnávání záznamů v místních kronikách je podobná povodeň zaregistrována před 400 lety. Vzniklá povodňová vlna zasáhla tři traťové úseky ve správní oblasti SDC Hradec Králové. Zde pro informaci ve stručnosti uvedu hlavní rozsah povodňových škod na jednotlivých zasažených traťových úsecích a následně obrátíme pozornost k povodňovým škodám na mostních objektech, zejména pak na povodni zničený most v km 41,075 trati Týniště nad Orlicí - Meziměstí. Povodni bylo zničeno těleso tratě Opočno - Dobruška v úseku od km 0,520 do km 0,750 a v mostním otvoru železničního mostu v km 0,364 bylo zcela odneseno protipovodňové opevnění dna a obou břehů říčky Dědiny včetně rostlého terénu za původní břehovou hranou. Opěry tohoto mostu našťástí povodni odolaly. Za tímto mostem pak povodeň více jak zdvojnásobila průtočný profil řečiště a zcela odnesla lávku pro pěší včetně spodní stavby. Povodňová vlna níže po toku zasáhla trať Týniště nad Orlicí - Meziměstí v úseku od km 37,500 až do km 41,320. Zde těleso dráhy vytváří v inundačním území povodni překážku, v tělese jsou vybudovány propustky a mosty přes stálé vodoteče a propustky a mosty pouze inundační. V tomto úseku byl most v km 41,075 těžce poškozen podemletím obou opěr a následným prasknutím cihelné klenby, ostatní mosty odolaly náporu povodňové vlny s relativně malým poškozením ochranného zdiva břehů vodotečí, okrajů dlažeb dna vodotečí, pat kuželů násypů a vymletí již dříve uvolněného spárování v lících zdiva opěr a křídel mostů. V úseku od km 37,970 asi do km 38,450 byla povodňová hladina až 0,4 m nad TK a na mnoha místech zde došlo k odplavení štěrkového lože a tím byl tento úsek nesjízdný. Na dolním toku Dědiny v Třeběchovicích pod Orebem nám povodňová vlna poškodila kamenný levobřežní břehový obklad a ložiska OK mostu v km 41,887 trati Chlumec nad Cidlinou - Lichkov byla několik hodin pod povodňovou hladinou.

Nyní obrátíme pozornost k povodňovým škodám na mostních objektech v okolí Opočna a zastávky Pohoří na trati Týniště - Meziměstí., zejména pak na těžce poškozený most v km 41,075.

Most v km 41,075 byl masivní klenutý postavený v roce 1875 jako inundační a který zároveň sloužil jako podjezd pro zemědělskou techniku a převáděl z pravé strany tratě na levou drobnou stálou vodoteč Zlatý Crk. Výstavbou protipovodňových ochranných hrází ve třicátých letech tohoto století byla trasa této vodoteče změněna a v současnosti je převáděna samostatným zatruběním v mostním otvoru mostu v km 40,983 . Koruna této povodňové ochranné hráze, která byla projektantem jistě navržena alespoň na 50-ti letou vodu, byla při kulminaci červencové povodně 1,00 m pod hladinou.

Most v km 41,075 měl opěry postavené pro budoucí zdvojkolejnění, zdivo opěr a křídel má obkladní zdivo z pískovcových kvádrů o výšce řad 0,33 m a délkách kvádrů 0,35 až 0,80 m. Vnitřní zdivo opěr a křídel je slínovcové. Klenba cihelná půlkruhová valená měla od své paty do 2/3 výšky otvoru tloušťku 1,05 m , vrchol klenby měl tloušťku 0,90 m. Pata klenby byla na úrovni rostlého terénu. Plošné základy opěr byly široké 2,45 m a jejich základová spára opatřená dřevěným roštěm se dle archivní dokumentace mostu nacházela v úrovni - 2,8 m pod terénem. Tato základová spára se nacházela v asi 1,0 m mocné vrstvě kvarterních jílu se šterky. Podle archivních sond se v okolí mostu nachází povrch slínovcového poloskalního podloží v úrovni - 3,5 až 4,0 m pod terénem, tedy v zóně vlivu plošného základu opěr mostu. Z výše uvedeného vyplývá, že most byl v době výstavby založen dobře a přiměřeně. Nakonec dobře sloužil svému účelu po dobu 123 let.

Most byl v roce 1988 opravován, celá spodní stavba mostu byla injektována cementovou injektáží. Povrch celé konstrukce masivního mostu byl opatřen armovaným stříkaným betonem

Most byl ve smyslu předpisu ČD S 5 klasifikován 1/1.

Mostní otvor nebyl vydlážděn.

Obrovským průtokem vody při nárazu povodňové vlny voda doslova rvala pokryvný útvar terénu jílovitých zemin pevné až tvrdé konzistence po blocích o objemu 0,75 až 1 m³. Když byl odnesen pokryvný kvartetní útvar, eroze průtoku rozebírala slínovcové poloskalní podloží po plochách diskontinuit. Ve vtokovém průčelí mostu pak povodeň prohloubila mostní otvor do hloubky 3,10 m, ve výtokovém průčelí mostu a do hloubky 5,60 m až do vzdálenosti asi 16 m. Tím samozřejmě došlo k podemletí plošných základů obou opěr a rovnoběžných křídel. Následně došlo k poklesu nejdříve opěry č. 2, k prasknutí cihelné klenby těsně nad svou patou, k vyklonění líce opěry č. 2 asi o 0,3 m směrem do mostního otvoru. Ve vrcholu cihelné klenby vznikla přes celou průřezovou

plochu cihelné klenby trhlina. Nad opěrou č. 2 poklesem spodní stavby došlo k poklesu šterkového lože a k následnému vybočení bezстыkové koleje, která je na mostě v pravém oblouku o $R = 547$ m. Výrobním náměstkem SDC Hradec Králové panem Kmoníčkem byl na mostě zastaven železniční provoz dne 23.7.1998 v 10,20 hod.

V povodí obou větví říčky Dědiny byly povodní zasaženy v tomto traťovém úseku ještě dále uvedené mosty.

Most v km 37,518 je masivní klenutý most o délce přemostění 2,85 m a volné výšce nad vodotečí 3,50 m. Most byl postaven v roce 1875 a opravován v roce 1930. Opěry postavené v době výstavby pro budoucí zdvojkolejnění jsou z čistě řádkového slínovcového zdiva o výšce řad 0,12 - 0,15 m, pouze nároží opěr a rovnoběžných křídel jsou vyzděny z pískovcového kvádrového zdiva. Mostem protéká stálá vodoteč. Z doby výstavby je zde provedeno protipovodňové opevnění obou břehů kamennou slínovcovou rovnatinou do vzdálenosti 5 m před vtokem do objektu a na výšku 0,5 m nad normální hladinu potoka. Za mostem nejsou břehové hrany zpevněny. Při povodni zde byl zvýšený průtok, který vyplavil uvolněné spárování a několik drobných kamenů v lici zdiva opěr.

Most v km 37,976 přes jižní větev říčky Dědiny je masivní deskový most se železobetonovou deskou o délce přemostění 5,70 m a světlé výšce mostního otvoru 1,70 m. Šířka mostu je 6 m. Most byl postaven v roce 1874 přestavován v roce 1966. Opěry jsou z pískovcového kvádrového zdiva se železobetonovými úložnými prahy. Mostní otvor a úsek 15 m před vtokem má kamennou spárovanou dlažbu a v této délce jsou oba břehy opevněny spárovaným obkladem ze žulového lomového kamene do výšky asi 1 m nad hladinu normálního stavu. Ve stejném rozsahu je koryto opevněno i za mostem na levé straně trati. Koryto vodoteče je ještě navíc opevněno v délce dalších cca 100 m před povodňovou ochranou mostu.

Tímto mostem při povodni protékal extrémně vysoký a dravý průtok, při kulminaci povodně dokonce protékala voda až nad temenem kolejnice. Ještě 23.7. 1998 odpoledne byla povodňová

hladina asi 0,8 m nad dolní hranou železobetonové desky mostu. Přes extrémní povodňový nápor došlo na tomto mostě pouze k poškození protipovodňového opevnění břehů vymletím některých kopáků a k poškození spárování. Opěry i VNK mostu nebyly poškozeny.

Most přes potok v km 39,597 je masivní deskový most se železobetonovou deskou o délce přemostění 5,70 m a světlé výšce mostního otvoru 2,05 m. Šířka mostu je 6 m. Most byl postaven v roce 1875 a přestavován v roce 1961. Opěry mostu jsou ze žulového kvádrového zdiva o výšce řad 0,35 m se železobetonovými úložnými prahy.

Dno potoka je vydlážděno spárovaným lomovým kamenem v délce 5 m před vtokem, v mostním otvoru a v délce 4 m za mostem. Rovněž jsou lomovým kamenem opevněny oba břehy ve shodných délkách s dlažbou dna potoka. Navíc zde byl kamenný obklad břehů překryt letitými břehovými nánosy prorostlými kořenovým systémem křovin. Tímto mostním otvorem protékal při povodni extrémně vysoký a dravý průtok. Přesto zde opět došlo pouze k drobnému poškození protipovodňové ochrany mostu. Opěry i VNK mostu nebyly poškozeny.

Most v km 40,983 přes luční cestu je masivní deskový se železobetonovou deskou o délce přemostění 3,80 m a světlé výšce mostního otvoru 3,50 m. Mostním otvorem prochází v betonových rourách o průměru 1 m vodoteč Zlatý Crk a přepad z čistírny odpadních vod obce Pohoří. Most byl postaven v roce 1930. Opěry jsou ze žulového kvádrového zdiva o výšce řad 0,35 m se železobetonovými úložnými prahy. VNK je deska se zabetonovanými kolejnicemi.

Opěry mají oboustranně rovnoběžná křídla ze stejného materiálu. Svahové kužely náspy u mostu jsou do výšky 1,8 m obloženy spárovaným lomovým kamenem. Cesta je před a za mostem v délce 6 m zpevněna betonovými deskami o rozměru 2 x 1,5 m. Mostní otvor je opatřen monolitickou betonovou deskou. Tímto mostem protékal extrémní a srovnatelný povodňový průtok jako u vedlejšího povodní těžce poškozeného mostu v km 41,075. Povodeň zde poškodila betonovou dlažbu za objektem a to z důvodu hydrostatického přetlaku v betonových troubách pod dlažbou. Opěry a VNK mostu nebyly poškozeny.

Most v km 41,245 přes severní větev říčky Dědina je masivní klenutý o délce přemostění 7,50 m a světlé výšce mostního otvoru 6,00 m. Most byl postaven v roce 1875. Zdivo opěr a křídel je z pískovcového kvádrového zdiva o výšce řad 0,32 m, klenba je cihelná o tloušťce 0,75 m. Dno vodoteče i břehové opevnění je vydlážděno slínovcovými kopáky ve tvaru štetové konstrukce bez spárování v délce 10 m před vtokovým průčelím mostu, v mostním otvoru a za mostem do vzdálenosti 6 m. Tímto mostem při povodni protékal opět extrémně vysoký a dravý průtok. Kamennou štetovou dlažbu na několika místech nakonec povodeň odnesla, spodní stavba mostu však nebyla povodní poškozena.

Most v km 41,308 přes polní cestu je zároveň mostem inundačním. Je masivní klenutý o délce přemostění 3,75 m a světlé výšce mostního otvoru 5,25 m. Most byl postaven v roce 1875 a sanován byl v roce 1963. Zdivo opěr i křídel je z pískovcového kvádrového o výšce řad 0,30 m. Klenba je cihelná o tloušťce 0,6 m. Povrch polní cesty před a za mostem do vzdálenosti 5 m od průčelí mostu a v mostním otvoru je vydlážděn štetem. Obklad pat kuželů je opatřen slínovcovou rovinaninou na sucho. Mostem při takto extrémní povodni protékala kulminační povodňová vlna a povodňový průtok tímto

mostem byl podstatně kratší než u ostatních výše uvedených mostů. Proto zde byly velmi malé škody ve formě částečného odnesení uvolněného spárování v líci zdiva opěr a křídel a částečně byly poškozeny obkladní rovnaniny pat kuželů násypového tělesa.

Závěr :

Mostními otvory mostů v km 37,976 a v km 40,983 při povodni protékaly obdobné průtoky jako v mostním otvoru mostu v km 41,075. Protože z doby výstavby trati bylo u mostů přes větší vodoteče provedeno řádné protipovodňové opevnění břehů a někde i dna, přežily tyto objekty i takto katastrofální povodeň bez poškození své spodní stavby.

Most v km 41,075 byl z hledisek zakládání založen dostatečně hluboko, v relativně dobrých základových poměrech. Mostní otvor a plocha mezi šikmými křídly na vtokové straně mostu a za výtokem nebyla vydlážděna ani jinak zpevněna. Porovnáním výše uvedených skutečností o škodách na zasažených mostních objektech lze konstatovat, že hlavní příčinou těžkého poškození mostu v km 41,075 touto povodní je právě neprovedení jakékoliv protipovodňové ochrany mostního otvoru mostu.

Klimaticko meteorologické předpovědi předpokládají daleko větší četnost obdobných nerovnoměrných srážek a prudkých jarních tání. Zkušenosti z této povodně i z povodní roku 1997 ukazují, že katastrofální povodně ničí častěji mosty inundační a nebo dokonce jen mosty komunikační, u kterých projektant ani investor nepřepokládali možnost ohrožení spodní stavby mostu povodní. Pro nás, správce mostů, pak vzniká poučení, že bychom měli systematicky opravovat a udržovat nejen vlastní spodní stavby mostů a propustků, ale samozřejmě v souladu se zákonem o vodách zajišťovat i opravy, údržbu a rekonstrukce protipovodňových ochranných staveb mostů a nebo břehových hran vodotečí ve velkých mostních otvorech. Zde se však dostáváme do oblasti pouhých přání vzhledem k finančním možnostem ČD a celého našeho hospodářství. Měli bychom totiž systematicky doplňovat u potencionálně ohrožených mostů různé typy protipovodňových ochranných staveb a tím předcházet dalším možným škodám na mostních objektech. Při náhlých poškozeních mostů totiž vždy dochází k přímému ohrožení bezpečnosti železničního provozu. Rozhodně si však troufám doporučit všem investorům a projektantům radu, aby při novostavbách mostů hlediska protipovodňové ochrany mostů nepodceňovali a nelitovali mírného navýšení rozpočtu stavby mostů o náklady na preventivní protipovodňovou ochranu.

Rekonstrukce železničních mostů na Výtoni /km 3,545/ a v km 15,910 trati Mladá Boleslav - Stará Paka

Ing. Konečný Pavel, STAMAKOCEL s.r.o., Bródek u Přerova

V roce 1997 a 1998 byly naší firmou prováděny rekonstrukce dvou významných starých ocelových nýtovaných železničních mostů pro České dráhy, respektive pro SDC Praha a SDC Česká Lípa. Obě tyto rekonstrukce spočívaly v provedení výměny mostnic a železničního svršku, opravě ocelových konstrukcí včetně protikoroze ochrany.

Při obou těchto rekonstrukcích byl prakticky shodný zhotovitelský systém a to

- provedení železničního svršku a výměny mostnic
 - firma Chládek a Tintěra, Litoměřice a.s.
- provedení protikoroze ochrany
 - firma Atalim s.r.o., Frýdek Místek
- provedení zámečnických prací
 - firma Stamakocel s.r.o., Bródek u Přerova

Tento zhotovitelský systém se na obou akcích osvědčil a obě dvě byly realizovány za vstřícné spolupráce jednotlivých složek ČD ze strany investora, budoucích správců a odborných orgánů GR - odboru 13.

1. Rekonstrukce mostu 15,910 trati Mladá Boleslav - Stará Paka

1.1. Popis objektu:

Železniční přemostění tvoří ocelový most o dvou otvorech přes řeku Jizeru a přes inundační území. OK byly vyrobeny v roce 1904. Směrové a výškové parametry - přímá, vodorovná. V otvoru č. 2 zasahuje přechodnice k $R = 180$ m.

Přes řeku Jizeru (OKI) převádí železniční trať ocelový příhradový nýtovaný parabolický most s prvkovou dolní mostovkou. Hlavní nosníky jsou příhradové, poloparabolické, nýtované o rozpětí $L = 66,50$ m, vzdálenost příhrad je $4,53$ m + $5,2$ m + $9 \times 5,73$ m + $5,20$ m, vzdálenost hlavních nosníků je $4,57$ m. Hlavní nosníky mají dolní podélné ztužení (složená soustava) a horní podélné i příčné ztužení (nebesa). Mostovka je tvořena plnostěnnými nýtovanými podélníky a příčníky. Podélníky jsou neprůběžné připojené na příčníky nýty a přípojnými úhelníky. Spodní pasy podélníků jsou přinýtovány na dolní podélné ztužení (zavětrování) hlavních nosníků. V krajní příhradě nad operou „Mladá Boleslav“ jsou podélníky uloženy na podružná ložiska.

Přes inundační území (OK2) na levém břehu řeky Jizery převádí železniční trať ocelový, plnostěnný nýtovaný most s dolní prvkovou mostovkou. Hlavní nosník je plnostěnný nýtovaný I profil s dolním podélným ztužením. Rozpětí hlavních nosníků je $21,20$ m, vzdálenost hlavních nosníků je $4,80$ m. Podélníky jsou plnostěnné, neprůběžné, připojené na příčník přípojnými úhelníky a nýty, rozpětí podélníků je $4,165$ m ($4,540$ m), jejich vzdálenost je $1,80$ m. Protože na konstrukci zasahuje přechodnice k $R = 180$, podélníky jsou navrženy převýšené, v poslední příhradě sledují osu koleje. Nad operou Stará Paka jsou podélníky uloženy na podružná ložiska. Příčníky jsou plnostěnné nýtované I nosníky

kolmé na osu mostu (pouze nad pilířem je šikmý příčník) Rozpětí kolmého příčníku je 4,80 m

1.2 Popis opravy.

Na OK 1 byly vyměněny všechny horní pásnice podélníků a příčníků včetně příslušných krčnicích úhelníků, zkorodované dolní pásnice podélníků a příčníků včetně příslušných krčnicích úhelníků a provedeno přeplátování. Dále byla provedena výměna horního příčného ztužení podélníků včetně styčnickových plechů a zavětrování, výměna krčnicích dolních úhelníků hlavního nosníku nad ložisky včetně nad ložiskových desek. Byly vyměněny jednotlivé prvky příčného ztužení obou parabol v nadmostovkové části, v závěru akce bylo z důvodu zasahování těchto částí do obrysu předpokládaného vozidla. Byla vyměněna diaphragma u roztrženého šikmého příčníku nad pilířem. Zároveň byly vyměněny vadné nýty. Byla opravena ložiska - ofrézování ložiskových desek, stočení jednotlivých válců a výroba nových čepů a příložek. Byly zabroušeny podložní plotny pod hlavními i podružnými ložisky.

Na OK 2 byly vyměněny horní pásnice podélníků včetně příslušných krčnicích úhelníků. Horní pásnice příčníků byly vyměněny včetně příslušných krčnicích úhelníků. Dále byla provedena výměna horního příčného ztužení podélníků včetně styčnickových plechů a zavětrování.

Došlo k výměně prasklé části stěny hlavního nosníku včetně dolních krčnicích úhelníků a nadložiskové desky a provedeno přeplátování. Dále byly kompletně vyměněny styčnickové plechy zavětrování hlavních nosníků včetně výměny dolního krčnicího úhelníku hlavních nosníků, včetně přeplátování. Byl vyměněn krátký příčník nad novopackou operou po pravé straně z důvodu vertikální šikmosti levého podélníku o 13 mm a s tím spojené deformace a uvolnění nýtových otvorů ve stěně příčníku. Dále byly nanýtovány podložky různých tloušťek na pravý podélník z důvodu vyrovnaní výšek mostnic do požadované geometrické polohy koleje. Zároveň byly vyměněny vadné nýty. Byla opravena ložiska - ofrézování ložiskových desek, stočení jednotlivých válců a výroba nových čepů a příložek. Byly zabroušeny podložní plotny pod hlavními i podružnými ložisky. Na obou OK bylo vyměněno cca 34 t oceli.

V rámci protikoroze ochrany bylo provedeno tryskání na čistotu Sa 2,5. Provedení základní vrstvy nátěru HEMPADUR 4514 ti. 80 um, mezivrstva HEMPADUR 4514 ti. 100 um, uzavírací vrstva HEMPEL S ZK-AY-EG-II-Declack 55ID ti. 60 um. Nátěrová plocha činila 4 500 m².

1.3. Technologie provádění.

Práce proběhly v 21 denní výluce železničního provozu, za krajně nepříznivého počasí. Byla zde provedena výměna všech horních částí podélníků a příčníků, výměna mostnic a železničního svršku. V několika tří denních výlukách byla provedena úprava konců hlavních nosníků nad ložisky a částečně protikoroze ochrana.



Celkový pohled na most v km 15,910 trati Mladá Boleslav - St. Paka



Výměna části stěny u OK 2

2. Rekonstrukce mostu v km 3,545 trati Praha hl.n. - Praha-Smíchov

2.1. Popis objektu:

Mostní objekt z roku 1901 je dvoukolejný o 4 polích. Tvoří předmostí železničního mostu přes Vltavu a přemostňuje městské komunikace před zhlavím výhybny Praha- Vyšehrad. V obou kolejích mostu je v každém poli uložena prostá ocelová plnostěnná nýtovaná konstrukce se zapuštěnou mostovkou s dřevěnými mostnicemi. Rozpětí ocelových konstrukcí je v obou kolejích stejné: 4 x 18,80 m, délky OK jsou 19,63 + 2x19,38 + 19,63 m. Ocelové konstrukce byly vyrobeny v r. 1901 v Těšínských železárnách arcivévody Bedřicha (6 ks) a v Pražské akciové strojárně, dříve Rustonka (2 ks). Hlavní nosníky jsou nýtované, plnostěnné I nosníky o výšce stěny 1130 mm. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 2 600 mm. Stav a korozní oslabení hlavních nosníků: zjištěna důlková koroze horních i dolních pásnic, oslabení dolních pasových úhelníků dosahuje místy až 5 mm. Nejhorší stav z hlediska koroze je ve 4. poli, zjištěna prasklina stěny hlavního nosníku v koleji č. 2 v místě uložení nad dolním krčním úhelníkem v délce cca 1,5 m. Prakticky na všech uzlech v místě uložení byly dolní krční úhelníky popraskané.

Příčnický jsou kombinované konstrukce, na vnějších stranách podélníků plnostěnné, mezi podélníky příhradové, osová vzdálenost příčnicků je 2 360 mm, výška nosníků je 897 mm. Stav a korozní oslabení příčnicků: horní a dolní pasy oslabeny o 2 až 3 mm, zjištěny poškozené a volné nýty, praskliny.

Podélníky jsou plnostěnné nýtované nosníky o výšce stěny 390 mm, pouze s horní pásnicí. Osová vzdálenost podélníků je 1 800 mm. Stav a oslabení podélníků: byly zjištěny lomy horních pásnic podélníků, volné a poškozené nýty.

Ložiska - konce hlavních nosníků jsou uloženy na deskových ocelolitinových ložiskách. Výjimku tvoří 4 ložiska na pilíři č. 5, který je společný i pro uložení krajního pole mostu přes Vltavu. Zde jsou konstrukce uloženy na 4 pevných vysokých ocelolitinových ložiskách vyrovnávajících diferenci stavebních výšek obou sousedních konstrukcí.

2.2. Popis opravy.

Hlavní nosníky.

Rekonstrukce OK v polích 1 až 3 v obou kolejích byla prováděna na místě při vyzvednutí OK z ložisek. Při ní byla provedena částečná náhrada zkorodovaných koncových částí dolních pasů hlavních nosníků, kdy byly původní pasové úhelníky z části nahrazeny novými. Styk nové a stávající části dolních pasů, ve vzdálenosti 1 800 mm od konce všech hlavních nosníků byl proveden nýtovaný pomocí stykovacích úhelníků a přílozek Uložení OK bylo zesíleno ložiskovým plechem tl. 18 mm, privareným k nové dolní pásnici

Rekonstrukce OK ve 4. poli koleje č. 1 a 2 byla prováděna mimo osu koleje v dílně v Brodce u Přerova. Hlavní nosníky byly demontovány od mostovky. Korozí oslabené dolní pasové úhelníky hlavních nosníků byly nahrazeny novými a ještě doplněny z obou stran přílozkami privarenými ke svislé přírubě pasových úhelníků. Takto zvýšené pasové úhelníky byly přinýtovány ke stěně. Současně byly přinýtovány nové dolní pásnice. Poškozené části stěny na konci obou hlavních nosníků bylo nutno odříznout a nahradit novým materiálem. Styk nové a stávající stěny je nýtovaný. Dále byly vyměněny vadné nýty. V koleji č. 2 byla navíc provedena výměna zkorodovaných horních částí pásnic.

Podélníky

V celém rozsahu u všech OK v koleji č 2 byly vyměněny všechny horní pásnice a horní krční úhelníky za nové, v koleji č 1 byla provedena částečná výměna horních pásnic a horních krčních úhelníků, v celém rozsahu byly nahrazeny novými dolní krční úhelníky a u pravého podélníku ve 4 příhradě byla vyměněna i stojina

Příčnický

V obou kolejích všech konstrukcí byly vyměněny a nahrazeny novými zkorodované dvojice horních i dolních pasových úhelníků u krajních příčnicků, v koleji č 2 byly stěnové plechy v místech prorezivění zesíleny oboustrannými příložkami

Ztužení.

Byla provedena ojedinělá výměna zkorodovaných prvků

Chodníky

V obou kolejích na OK 4 byly vyrobeny a osazeny nové chodníkové konzoly včetně podlah na chodníku z žebrovaného plechu a nové zábradlí Na ostatních OK zůstaly chodníkové konzoly původní s dřevěnými chodníky

Ložiska

V koleji č 1 na konci 3 pole a v koleji č 2 na začátku 4 pole byla vyrobena ložiska nová, svařovaná, tangenciální

Ostatní byla ponechána původní, pouze byly vyčištěny a u některých opraveny kluzné plochy

V rámci protikorozi ochrany bylo provedeno tryskání na čistotu S a 2,5 Provedení základní vrstvy nátěrem HEMPADUR 15570 tl. 90 µm, zatmelení otvorů a štěrbin tmelem SIKAFLEX 11 FC, mezivrstva HEMPADUR 45143 tl. 150 µm, uzavírací vrstva HEMPATANE TOPCOAT 52210 tl. 60 µm. Nátěrová plocha činila 3 700 m²
Proti vlivu povětrnosti bylo při provádění nátěrů pracoviště chráněno zakrytím plachtou

2.3. Technologie provádění.

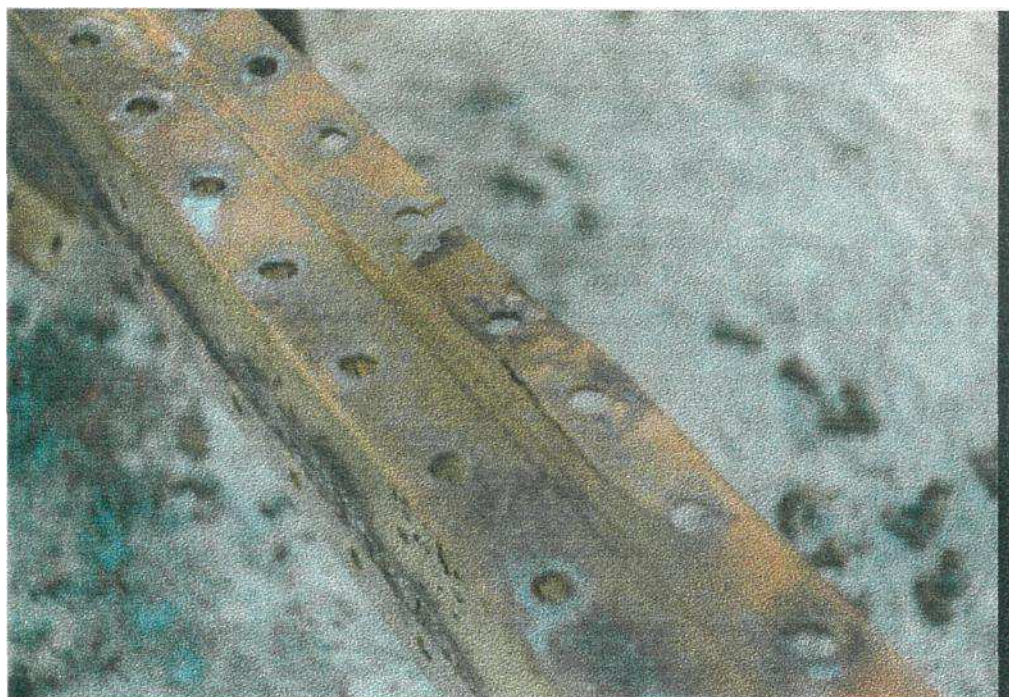
Práce proběhly v čtyřměsíční výluce železničního provozu pro každou kolej. V těchto výlukách byly provedeny prakticky všechny výše uvedené práce OK č 4 byly vyjímána a vkládána železničním kolovým jeřábem GEK-80 Na všech OK bylo vyměněno celkem cca 61 t oceli

3. Shrnutí.

Příspěvek nemůže postihnout všechny části rekonstrukce mostů, je věnován hlavně zámečnickým pracím, které tvoří podstatnou část a jsou zejména po provozní stránce značně náročné Samozřejmě částí bývá zejména výměna mostnic a železničního svršku V rámci rekonstrukcí podobných objektů se značnou úsporou finančních nákladů provést optimalizaci těchto objektů na současný provozní stav



Celkový pohled na most v km 3,545 trati Praha hl.n. - Praha Smíchov



Prasklina horního krčního úhelníku podélníků.

PŘESTAVBY MOSTŮ NA PRŮTAHU BERLÍNEM, VČETNĚ POVRCHOVÉ OCHRANY OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

Autor: Ing. Reinhard Weigt, Ing. Jöhn Greil, Karel Toman
LANKWITZER LACKFABRIK ČR, s.r.o.

O b s a h

Úvod

1. Historie stavby
2. Oprava
3. Pověření
4. Asanační opatření
5. Statistické údaje
6. Stav
7. Pevná mostovka
 - 7.1 Viadukt
 - 7.2 Mosty
8. Obnovené stavební objekty
 - 8.1 Sprévký most Bellevue
 - 8.2 Janovický most – Ocelové rozšíření
 - 8.3 Holzmarktstraße
9. Ochrana proti korozi

Závěr

MOSTY BERLÍNSKÉ MĚSTSKÉ DRÁHY

ÚVOD

„Dopravní projekty Německá jednota“ byly hlavní součástí plánu komunikací Spolkové republiky Německa v roce 1992.

Jedním z celkem 17 projektů je rozšíření stávající výstavby a výstavba nové trati Hannover – Berlín. (Projekt 4) v rozsahu:

Asanace městské dráhy v úseku od nádraží Berlínská Zoo do nádraží Ostbahnhof (dříve Hlavní nádraží).

Stavebník:

Deutsche Bahn AG

Návrh, veřejná soutěž, prováděcí plány: Deutsche Eisenbahn Consult, Berlin
Krebs und Kiefer, Berlin
ARGE Mittelstandsgruppe

Architektonické poradenství:

Dörr-Ludolf-Wimmer, Berlin
Jux & Partner

Dílenské plány:	ARGE Mittelstandsgruppe
Statická zkouška:	Dr.-Ing. Mündecke Dipl.-Ing. Schmiedel Dipl.-Ing. Hübsch Prof. Dr.-Ing. Hering
Provádění stavby:	ARGE Mittelstandsgruppe
Kontrola stavby:	LOS I Krebs und Kiefer LOS II DE-Consult

1. Historie stavby

Nyní si řekneme něco o 8,8 km dlouhém úseku rychlodráhy mezi Hannoverem a Berlínem, který představuje klíčové propojení mezi Východem a Západem v takzvaném hříbovém konceptu pro výstavbu kolejového (železničního) dopravního uzlu města Berlín.

Berlínská městská dráha byla uvedena do provozu v roce 1882 jakožto první evropská viaduktová dráha vedoucí městem coby čtyřkolejové dopravní spojení mezi Východem a Západem.

Doba výstavby: 1875 až 1882.

Členěné klenby vysoké cca 6 m z cihelného zdiva mají rozpětí mezi 6 a 15 m. Na více než 70 místech trasy musely být k přetnutí křižujících komunikací větší vzdálenosti překonány stavbou mostů.

Nárůst vlakové dopravy a zatížení na nápravu jakož i dynamické vlivy při přejíždění mostů, které se v návrhovém zatížení nezohledňovaly, vedly brzy k prvním poškozením.

Tak byly při druhé velké stavební etapě ve 20. a 30. letech mosty z větší části obnoveny. Přitom vývoj členité nitkové koroze spěl k čistě účelovým stavbám.

2. Opravy

Po přijetí do plánu komunikací Spolkové republiky Německa formuloval stavebník jako úkol pro mostní stavby Opravu (mostního) fondu. Mělo se v co největší míře zabránit **rekonstrukcím a obnovám**.

Provoz dvoukolejové městské dráhy musel být průběžně udržován.

Dvoukolejová (dálková) železniční doprava byla po dobu výstavby přerušena, aby mohly být obě strany dráhy ve dvou etapách asanovány.

Dlouholeté zanedbávání údržby se na ocelových mostech projevilo následujícími vážnými poškozeními:

Napadení všech stavebních prvků korozí

Vadná těsnění

Nefunkční odvodnění

Železniční mosty, ležící v tomto úseku trati, mají celkovou délku **2370 m**.

Vyjma nových staveb, které vznikly až po roce 1955, pocházejí všechny ostatní mosty z let 1878 až 1938.

Nejdůležitějším kritériem při rozhodování ohledně asanací bylo odhadnutí doby životnosti nosných konstrukcí podle **DS 805**.

3. Pověření

Stavbou bylo pověřeno sdružení **ARGE Mittelstandsgroupe** které se skládá z 9 podniků středního stavu.

Členění sdružení ARGE

SDRUŽENÍ ARGE

ŘÍZENÍ PROJEKTOVÁNÍ HECKER

Technické vedení HEIN

Obchodní vedení OEVERMANN

INŽENÝRSKÁ STAVBA	STAVBA KOLEJÍ	PODZEMNÍ STAVBA	OCEL. STAVBA
Hein	Spie Batignolles	Papenburg	Schachtbau - Nordhausen
Oevermann	Eichholz	Reiners	Stahlbau - Dessau
			Voest Alpine-MCE

Členění Ocelové stavby ARGE

Obchodní vedení Voest Alpine MCE, Linz

Technické vedení Schachtbau Nordhausen

Členění Technického vedení

Řízení projektu	Schachtbau Nordhausen
Ochrana proti korozi	-,-
Logistika	-,-
Koordinační činnost	-,-
Koordinace materiálu	Lankwitzer Lackfabrik, Berlin

4. Asanační opatření

Asanační opatření představují obecně tyto úkoly:

Vyměnit okrajové kovové nosné podklady šterkového lože a zvýšit až k hornímu okraji kolejnice

Asanovat a zvýšit kabelový kanál a zábradlí

Kompletní ochrana nosných konstrukcí (přemostění) proti korozi

Odstranění starých těsnění mostovky, položení nových

Asanovat ložiska a patky

Obnovit odvodnění jako uzavřený systém

Původní návrhy plánů měly v úmyslu postavit koleje opět v konvenčním šterkovém provedení mostovky s dřevěnými pražci.

Při prováděcím plánování bylo zadáno provedení jako pevná mostovka.

Tak musela být vypracována individuální řešení pro různé ocelové konstrukce (přemostění).

5. Statistické údaje

Z následujících údajů je vidět komplexnost projektu – stav: 24.05.1998

135000 m³	beton
88000 m²	panel mostovky
28000 m	kolej – pevná mostovka
14000 m	kolej – šterkové lože
25 ks	Výhybky – pevná mostovka
27 ks	Výhybky – šterkové lože
6 ks	Zastávky, nádraží
18100 m²	Nástupiště
180000 t	Šterková vrstva
68000 m³	Výkop
15525 t	Ocel, výztuže
14200 t	Ocel, konstrukce
75000 m²	Hydraulicky vázaná nosná vrstva (podklad)
18890 m	Kabelový kanál
8600 m	Odvodňovací kanál
14800 m³	Vybouraný materiál (odtrh)
2068000 hod	Počet pracovních hodin za mzdu
30000 m	Zdivo
12000 ks	Plány
25 ks	Nově stavěné mosty
27 ks	Asanované mosty
485 ks	Oblouky městské dráhy
260000 m²	Ochrana proti korozi
1065000 kg	Nanášený materiál

6. Stav

A po tomto krátkém přehledu několik překvapujících zjištění:

Nálezy munice ve šterku

Nezapsané výškové rozdíly

Zrezivělé mostní stavební prvky

Hledáním trhavin se odvoz 92 000 t šterku a 26 000 pražců opozdil o několik měsíců.

Výškové poklesy až 37 cm jakož i náročné mostní práce – plánovalo se 13 nových staveb, ale muselo jich být postaveno 25 – znamenaly další časovou ztrátu.

Díky tomu, že se pracovalo ve dne v noci a o víkendech, se několik měsíců zpoždění dohnalo, ale v neprospěch okolního obyvatelstva, které muselo snášet neustálý hluk. Ještě než se budeme věnovat některých mostním stavbám, dovolte nám několik stručných informací k pevným mostovkám.

7. Provedení – Pevná mostovka

Nejdříve technický popis pevné mostovky:

Postavení konstrukčního panelu po celé straně trasy s přečnávajícími krajními trámy. Je vyztužený, tloušťka 250 mm. Vyztužená ochranná betonová vrstva 100 – 140 mm. Pro podchycení působení podélných a příčných sil se montují zarážky, které jsou umístěny v podélném směru os později budovaných koryt pro koleje.

Místy betonovaná železobetonová koryta. Mezi korytem a ochrannou betonovou vrstvou se na viaduktech pokládá elastomerový pás 1,2 mm a na mostech sylomerový pás 8 mm. Betonování kolejového roštu v korytech, sestávající z dvoublokových pražců B 355, 1vybavených elastickým, výškově a podélně přestavitelným, upevněním kolejnic.

7.1 Pevná mostovka na viaduktu:

Na viaduktu se zpravidla budují železobetonová koryta o délce 7,80 m a šířce 2,80 m. Mezera mezi 2 koryty je 100 m široká a slouží jak k odvodňování, tak i k uložení dalších ochranných trubek pro příčně položené kabely.

Montují se zkrácené dvoublokové pražce o délce 2,25 m. Kolejový rošt, vyrovnaný v korytu, se zalije výplňovým betonem. Profilováním povrchu se vznikající povrchová voda cíleně přivádí do systému odvodňování kolejí. V obloucích se zásadně používá stejná systematika jako u rovných traťových kolejí.

Protože v obloucích musí být realizováno převýšení, počítá se s ním již při vytváření koryt.

7.2 Pevná mostovka na mostech:

Existuje řada různých mostů. V závislosti na tom, jak jsou zachovalé (udržované), se tyto budou buď asanovat nebo se obnoví kompletní vrchní stavba (nosná konstrukce) mostu. Co se týče železničního svršku (vrchní stavby), vyžadují mosty zvláštní pozornost, protože kvůli rozdílné stavební výšce pro železniční svršek nelze použít jednotnou formu (tvar) železničního svršku.

8. Příklady pro obnovované (nové) stavební objekty:

8.1 Sprévský most Bellevue:

Z výzkumů statiky konstrukcí příhradových mostů, postavených, nýtovaných, v roce 1925, sestávajících ze 2 nosníků o jednom poli s rozpětím vždy 38,76 m pro každou kolej a se sklonem 45°, vyplynulo mimo jiné i překročení hodnot zabezpečení nosné konstrukce proti únavě, pročež se rozhodlo o postavení nové.

Nová stavba

Mostní tah sestává ze 4 jednokolejových, svařovaných nosných konstrukcí. Stávajícímu naklonění se může zabránit tím, že se mostní tah vytvoří jako jednokolejová nosná konstrukce a vytvoří se zcela rovná nosná konstrukce. Ocelové nosné konstrukce (přemostění) sestávají z jednoho komorového nosníku, konstrukční výška 2,10. Nosné konstrukce má 3 ložiska pro každý pilíř, přičemž nad středním pilířem jsou umístěna ložiska s fixní délkou.

Přední hrany jsou v místě nosných konstrukcí vytvořeny paralelně s osami ložisek. Sklonem (stavby) křižovatky vzniká „vrásová“ pateční a pilířová plocha. Každá nosná konstrukce (vrchní stavba) je rozdělena do 7 skluzů, které se montují v korytech městské dráhy.

Sprévský most je k dolní hraně stěny nosníku přitažen tažnou silou cca 170 kN pomocí 10 tunového vrátku. Dodatečně použitý ponton se během stahování stará o stabilitu objektu..

8.2 Janovický most - Ocelové rozšíření

V roce 1904 vzniklo vedle viaduktů na Sprévské straně 171 m dlouhé ocelové rozšíření, které bylo zapotřebí v souvislosti s tehdejšími rozšiřováními nástupiště. Bylo dodatečně vypočteno pro zatěžovací vlak N a poté částečně zesíleno.

Stávající konstrukce sestává z mostovky, přesahující na straně o 2,80 m oblouk klenby, která je podél viaduktu podepřena 2 hlavními nosníky o výšce 1,50 m. Ve vzdálenosti os pilířů 16,50 m se nachází celkem 10 ocelových příhradových konzol (výška 5,70 m)

jako opěra pro 2 hlavní nosníky. Ocelové rozšíření se západně opět sbíhá s hlavním nosníkem v krakorcový nosník, připevněný na klenbu.

Plánování:

Spolu se stavebními opatřeními slouží jako mostovka nové konstrukce železobetonový panel, posazený na oblouk, která v místě ocelového rozšíření přečnává přes oblouk o cca 3,45 m.

Provedení:

Obnovovaná ocelová konstrukce se musela co nejvíce přizpůsobit existující konstrukci.

Namísto stávajících 2 hlavních nosníků je veden pouze jeden hlavní nosník se stavební výškou 1,50 m ve vzdálenosti 2,00 m paralelně s klenbou. Patky stávajících ložisek se asanují, popř. vymění. Pro novou konstrukci se opět použijí táhla.

8.3 Železniční most Holzmarktbrücke:

Jedná se o nýtovanou ocelovou konstrukci z roku 1928.

Pro každou ze 4 paralelně ležících kolejí existovala jedna samostatná nosná konstrukce, která byla provedena jako žlabový most s 5 poli. Středové pole bylo vytvořeno jako dvojklobový rám.

Konstrukce připojovaných krajních polí byla realizována se zavěšeným nosníkem o jednom poli s kyvnými stojkami coby mezilehlou podpěrou mezi středovým portálem a opěrou.

Nová vrchní stavba (nosné konstrukce):

Nová stavba sestává z šikmého mostu s horní mostovkou o dvou polích, který je uprostřed podepřen 4 masivními pilíři.

Hlavní nosník, příčný nosník a podélné výztuhy se nacházejí pod kovovým nosným podkladem mostovky.

Průměrná celková délka činí 57,00 m, západní šířka čáry uložení (mostu) je 32,00 m, východní 37,00 m.

Úhel zešikmení činí v severozápadním rohu 34° a diagonálně v protilehlém rohu 36°.

Jako nosná konstrukce je použita svařovaná konstrukce St 37 s mostovkou nahoře.

Ze statického hlediska a je konstrukce prvková mostovka s 16 neparalelně položenými hlavními nosníky a se 17 přibližně paralelně ležícími příčnými nosníky. Západní

koncový příčný nosník a středový příčný nosník je vždy uložen ve 4 bodech, východní koncový příčný nosník se opírá o 5 bodů.

Na středovém pilíři je jedno všestranně pevné ložisko (jižní středový pilíř, 1. stavební úsek) na patkách je umístěno po 1 příčně pevném ložisku. Směr pohybu probíhá ve směru pevného ložiska.

Mostovka má v příčném směru více střešních (hřebenových) spádů. Odvodňuje se pomocí podélných spádů a 3 odvodňovacích potrubí vedoucích k východní podpěře.

Hlavní nosníky nemohly být kvůli stavebním úsekům položeny paralelně, bylo však zapotřebí 6 úrovní kovových nosných podkladů mostovky, přičemž nejvyšší a nejnižší body úrovní hlavních nosníků se nesměly protínat. Tak došlo k rozdílným příčným spádům mezi 1 – 3 °.

Spodní části stavby:

Středový nosník je podepřen 4 masivními pilíři (B 35)“.

Dodatečně se musí rozšířením kolejového pole směrem k Hlavnímu nádraží (Hauptbahnhof) prodloužit východní podpěra. Finálního stavu se dosáhne spojením kovového nosného podkladu mostovky a příčného nosníku obou úseků vrchní stavby (nosné konstrukce).

Tato stavba, nazývaná též „Šikmý most“, s nejkomplicovanější geometrií, vyžadovala průběžné vytváření podkladů pro plánování s mnoha výpočty.

Tato malá volba nových staveb naznačuje různorodost řešených úkolů.

Nyní se věnujme další výzvě, kterou s sebou tento projekt přináší.

9. Ochrana proti korozi

Úvodem si znovu připomeňme, že se mělo „zpracovat“ 260 000 m² plochy, což znamenalo koordinaci v provádění

nových staveb asanovaných mostů.

Vytvoření nových staveb na různých hlavních místech jako:

Slaný: ČR

Dessau

Nordhausen

Provedení podléhalo převzetí (kolaudaci) Službou německé dráhy (Deutsche Bahn) pro kontrolu jakosti.

Asanační stavby musely být provedeny kompletně, což znamená včetně odrezavění (od)tryskáním ale i bez něho, se speciálně vyvinutými materiály EP-High-Solid.

Deutsche Bahn AG, Berlin a ARGE Mittelstandsguppe (sdružení podniků) se rozhodli s použitím kritérií nejvyšší kvality, servisu a poradenství jakož i kritéria hospodárnosti pro Lankwitzer Lackfabrik, Berlin.

Firma Lankwitzer Lackfabrik byla pověřena koordinací materiálu pro celý projekt. Ještě se zmiňme o tom, že celková suma tohoto projektu přesahuje částku 1 miliardy DM.

Plánování:

1. Vypracování plánů úpravy ochrany proti korozi pro:
nové stavby

asanované stavby:

Jako systém normální úpravy s SE

Jako systém speciální úpravy s „SF 30“

Jako obvykle měly stavební prvky speciální úpravu.

2. Vypracování znaleckého posudku pro přesný stav staveb s

Deutsche Bahn AG, Fachdienst/Prüfinstitute (Zkušebny)

Lankwitzer Lackfabrik

ARGE Mittelstandsguppe, Korro-Schutz (Ochrana proti korozi)

3. Rozhodnutí, týkající se provádění staveb s normální úpravou.

4. Ustanovení, týkající se staveb se speciální úpravou:

Předběžná úprava

Materiál

Provádění

5. Řízení dopravních uzavírek po dohodě s vedením dopravního odboru senátu jakož i s příslušnými Policejními prezídi.

Provedení:

Práce se musely provádět s použitím následujících norem/předpisů:

DIN 55 928/1 – 9, ZTV-KOR 92, RKK 91, TL 918 300.

Byly stanoveny tyto nátěrové systémy:

**Mostní tělesa atd.: dle listu 87 předpisu TL 918 300 s materiály
firmy Lankwitzer Lackfabrik**

základní nátěr 80µm : 2-komponentní, epoxidová nátěrová

hmota se zinkovým práškem, označená SG 02-7114

ochrana hran 80µm : 2-komponentní, epoxidová, zinkofosfátová

nátěrová hmota, označená SG 03-8012

1. krycí nátěr 80µm: 2-komponentní, epoxidová nátěrová hmota se slídou železitou, označená SF 05-7703
2. krycí nátěr 80µm: 2-komponentní, epoxidová nátěrová hmota se slídou železitou, označená SF 05-7702
3. krycí nátěr 80µm: 2-komponentní, akryl-polyuretanová nátěrová hmota se slídou železitou, označená SF 12-7703

Plochy koryt (žlaby): dle listu 84 předpisu TL 918 300
 Dutinové (stropní) vložky dle listu 81 předpisu TL 918 300
 Zábradlí: dle listu BL 75/77 předpisu TL 918 300

Pro stavby, jejichž stav to dovoľoval,

malá poškození korozemi

únosný podklad,

byl po podrobné kontrole společností Deutsche Bahn AG, Kirchmöser, vybrán **jako základní nátěr 2-komponentní, High-Solid, epoxidová nátěrová hmota, označená SF 30-8340, firmy Lankwitzer Lackfabrik.**

Krycí nátěry byly provedeny opět podle listu 87.

Zvláštnosti:

Architektonická poradenství představují mnohdy zvláštní výzvu a stejně je tomu i zde.

Železniční Správský most Bellevue byl proveden v těchto barevných odstínech:

DB 701, 703 a speciální barevný odstín RAL 3020.

Železniční most StraÙe der 17 Juni (ulice 17. června) byl proveden ve dvou různých barevných odstínech mědi (přirodní a trochu tmavší) a DB 703.

Zvláštnosti tohoto druhu mohly proběhnout vždy až po souhlasu Památkové péče.

Ve zvláštním rozsahu se tato rozhodnutí týkala nádraží Bahnhof Alexanderplatz, jen 43.000 m² plochy. Barevné uspořádání bylo provedeno ve 2 odstínech šedé a také v bílé barvě (RAL 7035; 7042; 9010).

Práce probíhaly za plného cestovního ruchu, tzn. denně s publikem cca 300.000 lidí. Problémem, který nebyl v tomto rozsahu patrný, byla poškození z dob války, která se zpravidla objevila až po tryskání a která vedla k velkým časovým ztrátám a vyžádala si výměnu v poměru 1 : 1.

Poznámka na závěr:

Omlazená stoletá městská berlínská dráha, kterou jsme Vám stručně představili, je a zůstává tratí s rekordní délkou.

V roce 1882 první evropská viaduktová městská dráha. Jeden z nejdražších železničních úseků (1 miliarda DM). První s pevnou mostovkou. Dráha s největšími stoupáními v síti rychlodrah Deutscher Bahn AG. S 360 dálkovými a regionálními tratěmi jakož i s 800 vlaky denně je jednou z nejhustěji obsazených železničních tratí.

Nový příhradový železniční most v km 71,348 trati Plesná st. hr. - Cheb

Ing. Tomáš Wangler, SUDOP PRAHA, a. s.

Ing. Zdeněk Batal, Stavby mostů Praha, a. s.

Príspevek pojednává o novostavbě celosvařovaného železničního příhradového mostu s dolní ortotropní mostovkou, realizované v roce 1998.

Úvod

Nový železniční most v km 71,348 trati Plesná st. hr. - Cheb je vyvolanou investicí v rámci rozsáhlé silniční stavby „Silnice I/6, severní obchvat Chebu, 2. stavba“. Investorem je Ředitelství silnic a dálnic ČR, správa Plzeň, hlavním zhotovitelem Stavby silnic a železnic, a. s., odštěpný závod 6 Karlovy Vary. a projektantem SUDOP Praha,



a. s.. Hlavním zhotovitelem mostu jsou Stavby mostů Praha, a. s., které vyzvaly SUDOP Praha, a. s. ke zpracování realizační dokumentace.

Severní obchvat Chebu odvádí z centra města tranzitní dopravu mezi hraničními přechody Pomezí i Vojtanov a Karlovými Vary resp. Plzní. Obchvat je budován jako čtyřpruhová rychlostní

komunikace kategorií R26,5/100. V km 9,058 křížuje jeho trasa v hlubokém zářezu stávající železniční trať Plesná st. hr. (- Františkovy Lázně) - Cheb, což si vyžádalo zřízení nového železničního mostu.

Z dispozice křížení jednoznačně vyplynulo, že silnice I/6 musí být překlenuta jedinou nosnou konstrukcí s dolní mostovkou o rozpětí cca 45 m. Toto rozpětí odpovídá předpokládanému rozsahu využití mostního vzorového listu ČD MVL 212 pro příhradové nosné konstrukce s kolejovým ložem, který SUDOP Praha, a.s. zpracoval v roce 1990. Vzhledem k tomu, že podmínky výstavby byly v podstatě standardní, byla výstavba daného mostu vítanou příležitostí pro ověření závěrů vzorového listu v praxi a jejich případné přehodnocení podle současných požadavků.

Technické řešení jednotlivých částí mostního objektu je dále popsáno v pořadí, chronologicky odpovídajícím postupu jeho výstavby.

Provizorní opatření

Při výstavbě mostu bylo nutno minimalizovat rušení železničního provozu na trati Plesná st. hr. - Cheb. Dokumentace pro zhotovení stavby předpokládala využití dvou mostních provizorií o rozpětí cca 21,0 m, pod kterými měly být vybudovány mostní opěry.

Technical drawing of the bridge structure showing dimensions and components. The drawing includes the following labels and dimensions:

- Locations:** Františkovy Lázně (left) and Cheb (right).
- Horizontal Dimensions:**
 - 7900 (from left pier to start of main span)
 - 46000 (main span length)
 - 13900 (from end of main span to right pier)
 - 67800 (total bridge length)
- Vertical Dimensions:**
 - 10500 (total height from ground to top of main span)
 - 4500 (height from ground to top of piers)
 - 6000 (height from ground to top of approach spans)
- Structural Details:**
 - 1100 (width of piers)
 - 43800 (length of main span)
 - silnice 1/6 (roadway width)
 - ú. v. 1962 (roadway width at 1962)
 - s. v. 1410 (roadway width at 1410)

Technical drawing of a ship's hull cross-section, showing dimensions and structural details. The drawing includes the following dimensions and features:

- Overall Width:** 6716
- Overall Height:** 5200
- Deck Widths:**
 - Top Deck: 2950 (each side of centerline)
 - Intermediate Deck: 2734 > 2625 (each side of centerline)
 - Bottom Deck: 2500 (each side of centerline)
- Structural Details:**
 - Vertical distance between top and intermediate decks: 432
 - Vertical distance between intermediate and bottom decks: 3515
 - Bottom Deck Width: 2260 (each side of centerline)
 - Bottom Deck Height: 50
 - Bottom Deck Slope: 40°
 - Bottom Deck Thickness: 177
 - Bottom Deck Material: s. v. 1410
- Other Dimensions:**
 - Distance from centerline to outer edge of top deck: 2058
 - Distance from centerline to outer edge of bottom deck: 2600

Na návrh Staveb mostů, a. s. byla v realizační dokumentaci provizorní opatření pro zajištění železničního provozu zcela přepracována. V prostoru staveniště byla zřízena provizorní přeložka trati. Tato úprava byla odpovědnými orgány ČD bez problémů schválena, neboť má z provozního hlediska menší dopady než provoz na provizoriích. Vzhledem k tomu, že přeložka byla navržena pro traťovou rychlost 60 km/h, nebyly účtovány ani náklady za pomalé jízdy. Součástí přeložky bylo i provizorní trakční vedení.

Protože těleso železničního spodku je v daném traťovém úseku připraveno pro dosud nerealizované zdvoukolejnění, mohla být přeložka v rozhodující části své délky vedena po stávajícím železničním náspu, což minimalizovalo nutné objemy zemních prací, ale zároveň vyvolalo nutnost zajištění stavebních jam pro výstavbu opěr pažením.

Pažení stavebních jam, hlubokých cca 3,5 m, bylo provedeno štetovými stěnami, které byly kotveny předpínacími tyčemi, zajištěnými v krátkých kotevních stěnách na opačné straně náspu. Běžný železniční provoz tak mohl být veden bezprostředně za hlavami štetovnic.

Štetové stěny provedla v subdodávce firma Zakládání staveb, a. s..

Založení

V prostoru mostu se nacházejí vrstvy písčitých jílu a písčitých hlín, které jen zvolna přecházejí do zvětralých jílovců a prachovců. Na základě toho (i s přihlédnutím k závěrům geotechnického průzkumu, který řadí Chebsko mezi oblasti seizmicky ohrožené) bylo nutno most založit hlubinně.

Každá z opěr je proto založena na 13 vrtaných pilotách o průměru 900 mm.

S ohledem na železniční provoz na provizorní přeložce bylo nutno minimalizovat rozměry stavebních jam. Proto byly piloty vrtány z úrovně úložných prahů s tím, že jejich část bude následně (při výkopu zářezu silnice) obnažena jako dřík opěr. Mezi každými dvěma nosnými armovanými pilotami délky 9,5 - 11,0 m je proto ztužující nearmovaná pilota délky 4,5 m. Krátké piloty byly provedeny jako první a následně převrtány pilotami nosnými. Takto vytvořená pilotová stěna zajišťuje po otevření zářezu silnice dostatečnou vodorovnou tuhost opěry a paží zeminu za jejím rubem.

Piloty jsou provedeny z betonu C16/20-5a (zn. 250). Ochrana výztuže proti vysoké agresivitě prostředí vlivem bludných proudů je zajištěna zvýšeným krytím betonem.

Hlubinné založení mostu provedlo v subdodávce Zakládání staveb, a. s..

Spodní stavba

Opěry mostu jsou provedeny jako železobetonové monolitické z betonu C25/30-3b (zn. 350). Hlavy velkopřůměrových pilot, na kterých je opěra založena, jsou vetknuty do mohutného monolitického věnce, jehož přední část tvoří úložný práh, uspořádaný podle běžných zvyklostí ČD. Na věnec navazují rovnoběžná křídla mostu a závěrná zídka s kapsou pro osazení mostního závěru a s prostupy pro kabelové žlaby. Křídla jsou prodloužena oddilátovanými římsovými zídkami, založenými na stávajícím kamenném propustku.

Rub spodní stavby byl opatřen nátěry proti zemní vlhkosti, odvodňovací drenáží a poté zasypán hutněným šterkem podle předpisu ČD S4.

Spodní stavbu provedla četa Staveb mostů Praha, a. s. pod vedením p. Stojanova.

Nosná konstrukce

Návrh nosné konstrukce s příhradovými hlavními nosníky a dolní ortotropní mostovkou s kolejovým ložem vychází ze zásad mostního vzorového listu ČD MVL 212. Rozpětí konstrukce činí 46,0 m, osová vzdálenost hlavních nosníků 5,9 m a teoretická výška příhradového nosníku 5,2 m. Konstrukce byla navržena pro zatěžovací schéma ČD T.

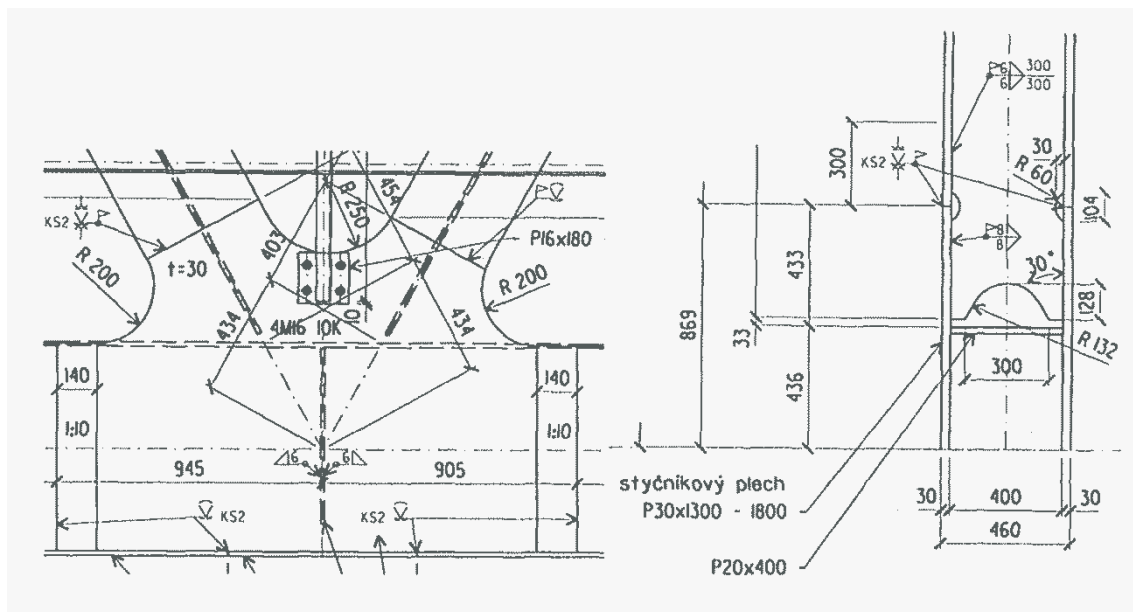
Z ČD MVL 212 byly plně převzaty profily prutů hlavního příhradového nosníku, které jsou pro snazší provádění a revize výhradně otevřené - horní i dolní pás ve tvaru „kloboukovitých“ průřezů, diagonály jako svařované I-profilů.

Oproti vzorovému listu jsou montážní přípoje diagonál k pásům hlavního nosníku provedeny jako svařované. Toto uspořádání vykazuje při srovnatelných nákladech lepší estetické působení, úsporu základního i spojovacího materiálu a vyšší odolnost z hlediska koroze. Naproti tomu se výrazně zvyšují nároky na provádění montáže, především vzhledem k nutnému zachování přesné geometrie příhradového nosníku.

Pásnice diagonál (max. tloušťky 30 mm) jsou ke styčnickovým plechům horního i dolního pásu hlavního nosníku připojeny montážními tupými svary, které jsou u všech tažených diagonál defektoskopicky kontrolovány na klasifikační stupeň KS2. Pro nejvíce namáhané tažené diagonály byly navíc provedeny destruktivní zkoušky tahem a ohybem na kontrolních deskách. Svarové plochy pásnic byly upraveny jako V-svary na keramickou podložku, svarové plochy stojin jako X-svary.

Stojiny diagonál v přípoji k dolnímu pásu příhradového nosníku jsou zasunuty mezi styčnickové plechy dolního pásu a připojeny montážními koutovými svary. S výjimkou podporových diagonál nejsou stojiny diagonál vůbec připojeny k dolnímu pásu příhradového nosníku. Tok napětí je usměrněn parabolickými výřezy ve stojině diagonál. Vodorovné posouvající síly musí být v kritickém průřezu přeneseny pouze styčnickovými plechy.

V přípoji diagonál k hornímu pásu příhradového nosníku jsou stojiny stykovány rovněž tupými svary. Tlačené diagonály zabíhají do profilu horního pásu ve funkci diafragmat, tažené jsou ukončeny parabolickým výřezem bez připojení stojiny.



Mostovka je ortotropní, s mezistýčnickovými příčnými výztuhami v polovině délky příhrad, tj. ve vzdálenostech po 2875 mm. Příčné výztuhy jsou provedeny tradičně, jako svařované T-profilu.

Podélné výztuhy byly vzhledem ke svému značnému rozpětí navrženy ze statických důvodů jako uzavřené trapézy o výšce 300 mm. Výztuhy byly vyrobeny z plechu tl. 10 mm ohýbáním za studena po dílech délky 2875 mm, které byly dílensky stykovány tupými svary na podložku.

Ostatní detaily podélných výztuh odpovídají tehdejšímu předběžnému znění evropské normy prENV 1993-2. Prostup podélných výztuh příčnými výztuhami byl v souladu se závěry rozsáhlého celoevropského výzkumu (Steel Bridges, Rotterdam, 1996) navržen bez výřezů v tažené oblasti, což má eliminovat vznik špiček napětí a tím omezit účinky únavového namáhání. Je však nutno konstatovat, že vzhledem k výrobním odchylkám podélných výztuh ohýbaných za studena přinesl požadavek na provedení detailu s maximální vůlí 1 mm zhotoviteli nosné konstrukce značné obtíže.

Podélné výztuhy jsou uzavřeny průběžnými svary a jejich vnitřek není opatřen protikorozi ochranou.

Žlab kolejového lože je s hlavními nosníky propojen pouze příčnými výztuhami, které mají vně žlabu profil nesymetrického I s velmi širokou horní pásnicí. Ta zajišťuje přenos vodorovných sil, daných spolupůsobením mezi mostovkou a hlavními nosníky. Dimenzování tohoto detailu s přihlédnutím k jeho značnému únavovému namáhání bylo jednou z největších obtíží při návrhu nosné konstrukce.

Celková hmotnost nosné konstrukce včetně ocelových svařovaných ložisek a zábradlí na opěrách činí 191 t (tj. cca 4,15 t/m). Použita byla výhradně ocel ř. 37 (S235).

Ocelová konstrukce včetně ložisek byla vyrobena v DT výhybkárna a mostárna Prostějov s. r. o.

Každý z hlavních nosníků byl na staveništi sestaven ve vodorovné poloze do tří montážních celků. Toto opatření zajistilo přesnou geometrickou polohu všech prutových prvků při jejich svařování. Montáži ve vodorovné poloze byla přizpůsobena poloha tupých svarů, které jsou přesazeny do tvaru Z, a úprava jejich svarových ploch. Montážní celky hlavních nosníků byly svařovány postupně od středu, aby byl co nejvíce eliminován vznik podružných napětí od smršťování svarů, a poté byly překlopeny do svislé polohy k sestavené mostovce. Po vyrovnaní byla celá nosná konstrukce postupně svařena. Vzhledem k malé tuhosti prutových prvků mohla významnější podružná napětí vzniknout pouze při vkládání poslední diagonály, která propojila jednotlivé montážní celky hlavního nosníku. Délka této diagonály byla proto definitivně upravena až na montáži podle skutečné geometrie konstrukce a poznatků o smršťování dosud provedených svarů.

Po montážní přejímce byla nosná konstrukce příčně přesunuta nad opěry a poté hydraulickými lisami spuštěna na ložiska.

Staveništní montáž konstrukce a její osazení provedly Hutní montáže Ostrava, a. s. (hlavní montér p. Vaclík).

Protikorozi ochrana, izolace a vybavení mostu

Nosná konstrukce mostu je opatřena protikorozi ochranou, která sestává z metalizace směsným materiálem Zinacor 850 tl. 120 μm a trojvrstevným epoxipolyuretanovým nátěrovým systémem firmy Hempel o celkové tloušťce 190 μm (Atalim s. r. o.). Krycí

vrstva je provedena v odstínu RAL 6001 - smaragdová zeleň. Při provádění protikoroziní ochrany byla na základě požadavku ČD uplatněna kontrola nezávislou firmou.

Izolace žlabu kolejového lože byla provedena polyuretanovou stěrkovou izolací CONIPUR (Metálšpric Plzeň s. r.o.).

Mostní závěry jsou kobercové typu Multiflex (SOK Třebestovice s. r. o.).

Uzavřený odvodňovací systém nosné konstrukce je sestaven z nerezových a litinových trubek, tvarových a čistících kusů (VAO s. r. o.) a umožňuje tlakové čištění.

Konstrukce je ukolejněna a chráněna proti bludným proudům podle předpisu ČD SR 5/7 (S). Trubní chráničkou je přes konstrukci převeden dálkový kabel ČD. Přípoje pro případné zřízení další kabelové trasy jsou připraveny.

Uvedení mostu do provozu a dokončovací práce

Most byl uveden do provozu v říjnu 1998 na základě hlavní prohlídky a zatěžovací zkoušky, která vykazala velmi dobrou shodu mezi naměřeným a předpokládaným průhybem nosné konstrukce ($S_e/S_{cal} = 14,8 \text{ mm} / 15,8 \text{ mm} = 0,94$).

Do května 1999 budou v souvislosti s prováděním zářezu silnice I/6 dokončeny terénní úpravy u opěr, opěry mostu budou obloženy tvárnicemi z umělého kamene a opatřeny ochrannými nátěry.

Závěr

Z projektu a realizace daného mostu pro nás vyplynuly následující poznatky různé míry závažnosti a subjektivní, které snad mohou mít alespoň částečně obecnou platnost:

- Celosvařované příhradové konstrukce působí oproti konstrukcím se šroubovanými styky esteticky lépe, přinášejí úsporu materiálu i zjednodušení výroby. Zvýšené obtíže při montáži jsou překonatelné, zvláště pak za předpokladu, že příhradové nosníky je možno montovat ve vodorovné poloze.
- Uzavřené trapézové výztuhy mostovky jsou z hlediska výroby značně náročnější než výztuhy páskové. Jejich návrh je tedy účelný pouze ve staticky nezbytných případech, přičemž je vhodné využít výztuhy válcované za tepla, které se v zahraničí vyrábějí v délkách až do 10 m. Jejich vyšší cena v takovém případě bude zjevně vyrovnána eliminací obtíží, které plynou z výrobních odchylek výztuh ohýbaných za studena.
- Prostup trapézové výztuhy stojinou příčné výztuhy bez výřezů nelze bez mimořádných opatření vůbec doporučit.
- Na základě zkušeností zhotovitele nosné konstrukce není účelné navrhovat plech mostovky v minimální tloušťce 14 mm, dovolené ČSN 73 6205, neboť v takovém případě dochází k jeho značným deformacím vlivem smršťování svarů při navařování podélných výztuh.

Úplným závěrem lze konstatovat, že České dráhy získaly nový, moderní a snad i pohledný most - z prostředků cizího investora, nikoli však bez vlastních zásluh. V této souvislosti považujeme za nutné poděkovat za pružnou spolupráci všem dotčeným složkám ČD, a zejména pak Ing. Kučerovi z oddělení mostů a tunelů ŘDDC ČD.

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES SILNIČNÍ OKRUH KOLEM PRAHY NA TRATI PRAHA SMÍCHOV - HOSTIVICE

ČÁST A): Z HLEDISKA PROJEKTANTA Ing.

Petr Dobrovský, Ing Alexandr Kurz, TOP CON servis s. r. o. Praha

Most, jako objekt stavby západní části Silničního okruhu kolem Prahy (SOKP) v úseku Třebonice - Řepy, jehož investorem je Ředitelství silnic a dálnic, byl realizován jako vyvolaná investice. Je dimenzován na zatěžovací vlak CD T, podle ČSN 73 6203 a pro návrhovou rychlost 80 km/hod.

Most byl budován na přeložce trati, vedené vlevo ve směru staničení. Jeho výstavba byla časově předsunuta před vyhloubení zářezu silničního okruhu. Toto řešení umožnilo postavit most bez omezení železničního provozu a montovat OK jen na nízkých pomocných podpěrách, prakticky z úrovně terénu.

Silniční okruh - šestipruhová, směrově oddělená rychlostní komunikace dálničního typu, je v místě křížení se železniční tratí vedena v hlubokém zářezu. V dokumentaci pro územní rozhodnutí byl most původně navržen jako trámový z prefabrikovaných nosníků o dvou polích s horní mostovkou a s masivní podpěrrou situovanou ve středním dělícím pásu silniční komunikace. Toto řešení bylo, po dohodě investora, projektanta a po pro jednání s CD, jako budoucím správcem, v dalším stupni projektu koncepčně přepracováno a nahrazeno konstrukčně, provozně i architektonicky vhodnějším objektem o jednom poli, většího rozpětí.

Při návrhu nové koncepce zvolil projektant přemostění překážky ocelovou konstrukcí statického systému Langerova trámu. Dva hlavní nosníky - trámy ztužené obloukem mají rozpětí 54,00 m. Teoretické vzepětí oblouku ve vrcholu činí 9,356 m Spojení obloukové a trámové části zajišťuje v každém hlavním nosníku 7 tuhých závěsů, svařovaného průřezu tvaru I, uspořádaných nekonvenčně v přibližně radiálním směru k ose oblouku. Takové uspořádání má, ve srovnání se závěsy svislými, svůj statický význam pro vhodnější zachycení podélných horizontálních sil. Závěsy zároveň fungují (společně s příčníky mostovky a ztužidly oblouků) jako prvky příčných ráků, odolávajících excentrickému nahodilému krátkodobému zatížení a vodorovným silám, působícím v příčném směru Tomu je optimálně přizpůsoben i tvar závěsů, zesílený náběhy směrem k rákovým rohům.

Trámy hlavních nosníků mají konstantní výšku stěny 1670 mm a pásnice o šířce 600 mm, odstupňované ti 30 až 35 mm V oblasti ložisek je dolní pásnice rozšířena na 1000 mm

Obloukovou část mostu představuje svařovaný průřez ve tvaru Π s pásnicí šířky 600 mm a stěnami o výšce 630 mm. Tloušťky plechů alternují mezi 20 a 35 mm

Velká péče byla v návrhu OK věnována únavovým detailům, zejména pak bezvrubému připojení závěsů na horní pasy a příčníků na dolní pasy hlavních nosníků Z hlediska konstrukčního i výrobního byl nejnáročnějším prvkem přechod oblouku do trámové části nosné konstrukce.

Ocelová ortotropní konstrukce žlabu kolejového lože je umístěna mezi trámy Příčníky jsou rozvrženy v jednotném modulu 3,00 m. Podélné výztuhy P20x280 mm jsou rozmístěny pravidelně v osově vzdálenosti po 480 mm.

Šířkové uspořádání mostu je navrženo pro mostní průjezdní průřez MPP 2,5R, respektující rozšíření z titulu směrového vedení koleje v oblouku o poloměru $R = 350$ m a také normou požadovanou rezervu. Vzájemná osová vzdálenost hlavních nosníků při započtení všech vlivů směrového oblouku koleje, včetně vzepětí, pak činí 7,35 m.

Podle požadavku investora je součástí mostu veřejná lávka pro pěší, která je ve správě obce. Je umístěná na konzolách upevněných z vnější strany na levý hlavní nosník. Lávka má šířku 1,5 m, pochozí plochu chodníku tvoří ŽB deska. Do zábradlí jsou osazeny 2 stožárky veřejného osvětlení.

Nosná konstrukce byla vyrobena z oceli jakosti 11 378 (Fe360) a 11 503 (Fe510) s povrchovou protikorozní ochranou čtyřvrstevným nátěrovým systémem barev na bázi epoxidů a polyuretanů. Celková hmotnost konstrukční oceli činila zaokrouhleně 250 t, tl. 4,46 t/m, z toho je cca 63 % oceli Fe 360 (řady 37)

Spodní stavbu mostu reprezentují dvě masivní opery založené hlubinně. Každá spočívá na 8 vrtaných železobetonových pilotách Ø 1220 mm, dlouhých přibližně 7 m, opřených o navětralé letenské břidlice. Beton pilot byl předepsán C 20/25 (zn. 350)

Způsob výstavby mostu z rostlého terénu, který usnadňoval montáž nosné konstrukce, si naopak vyžádal při zakládání každé z oper vyhloubení rozměrných, až 8,5 m hlubokých svahovaných jam a nájezdových ramp. Komplikace při zakládání působila i vysoká hladina podzemní vody, nacházející se v pouhých 2 m pod povrchem terénu. Tu bylo nutno, zejména v době vrtání a betonáže pilot a při betonáži základových patek, trvale odčerpávat.

Díky opěr jsou vybudovány ze slabě vyztuženého betonu C 25/30 (zn. 350) Jejich výztuž je omezena na síť, umístěné při obou površích. Přední líce oper jsou tvarovány nejen z důvodů architektonických do podoby válcové plochy. Navržený tvar je opodstatněný i ze statického hlediska. Základové bloky, úložné prahy, závěrné zdi a rovnoběžná zavěšená křídla jsou dle projektu realizována z vyztuženého betonu C25/30.

Železniční svršek na mostě byl navržen, stejně jako na předmostích, tvaru S49 na betonových pražcích Bezstyková kolej, vedená v pravostranném oblouku, má na mostě plné převýšení $p = 146$ mm

Žlab kolejového lože je, velmi úsporně z hlediska stavební výšky, izolován nanesením stříkané dvouvrstvé membránové izolace, o celkové tloušťce 3 mm.

Všechny zasypané části oper jsou proti volně stékající vodě chráněny vložkovou izolací z natavovacích asfaltových pásů.

Most spočívá na 4 elastomerových ložiscích, dimenzovaných na svislou sílu 4,5 MN, přičemž pevné uložení je realizováno jedním všesměrně pevným a jedním podélně pevným ložiskem na opeře smíchovské. Na hostivické opeře je umístěno ložisko všesměrně pohyblivé a jedno příčně pevné

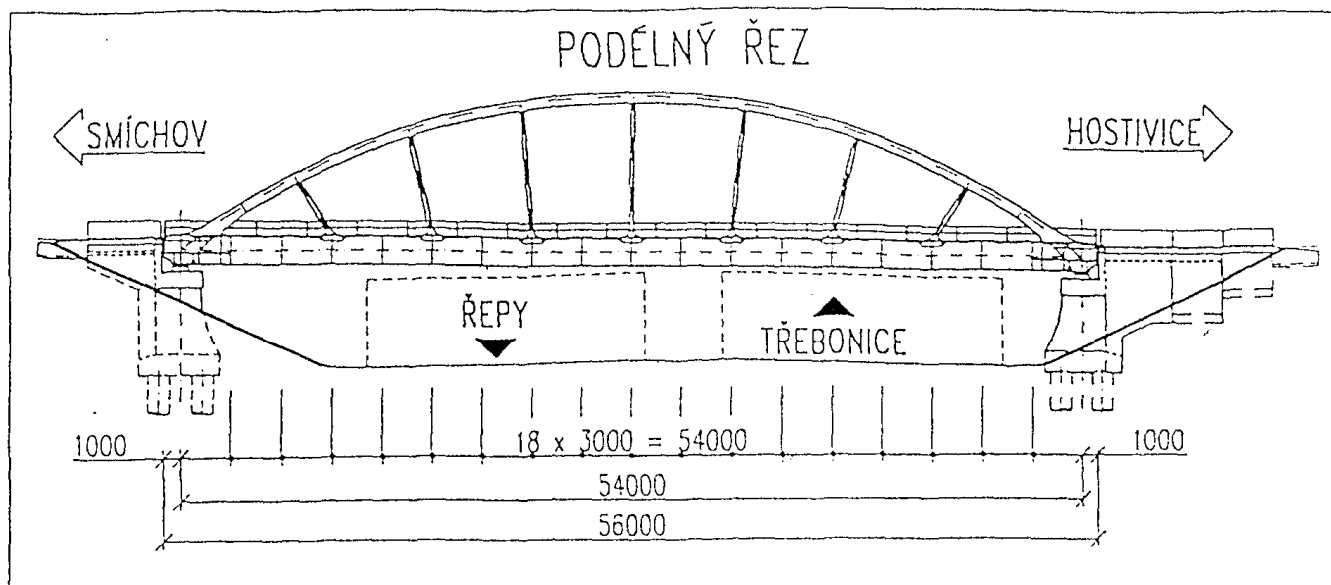
Vodonepropustný přechod žlabu kolejového lože na operu je řešen osazením dilatačních závěrů typu 3W-80J v souladu s MVL 102 ČD.

Výsledky zatěžovací zkoušky mostu prokázaly shodu teoretických předpokladů statického výpočtu se skutečným chováním konstrukce.

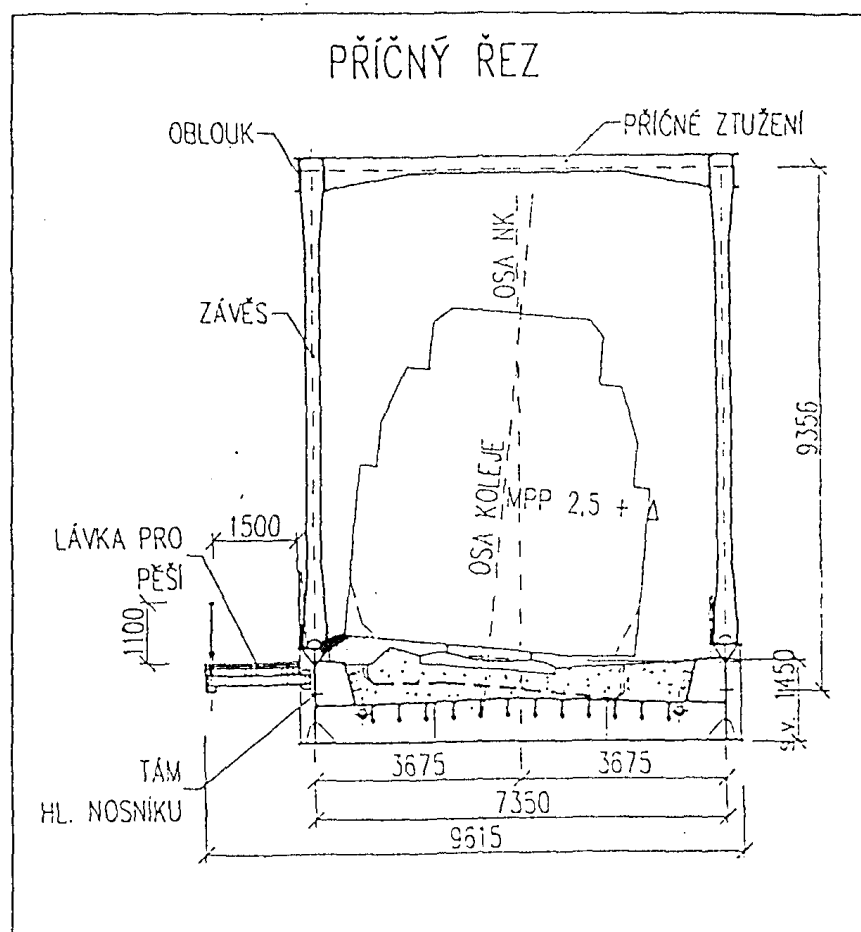
Hlavními účastníky úspěšné výstavby mostu byli:

Investor.	Ředitelství silnic a dálnic ČR ČD
Budoucí správce mostu	SDC Praha TSK Praha
Budoucí správce lávky pro pěší:	Pragoprojekt a.s. TOP CON
Generální projektant silničního okruhu:	servis s.r.o. Metrostav a.s. Praha
Projektant mostu:	div. 5 Mostárna DT Prostějov
Hlavní zhotovitel:	Hutní montáže a.s. Ostrava
Výrobce OK:	ATALIM s.r.o. Frýdek-Místek
Montáž OK:	Viamont a.s. Ústí nad Labem
Povrchová protikorozní ochrana OK:	Technický a zkušební ústav Praha
Svršek na mostě a předmostích:	
Zatěžovací zkouška:	

Závěrem je možno z pohledu projektanta konstatovat, že uvedením nového železničního mostu do provozu, byla završena snaha všech na výstavbě zúčastněných firem a institucí, o zdařilé dokončení technicky i architektonicky nevšedního díla mostního stavitelství.



Obr.č.1: Podélný řez mostem



Obr.č.2: Příčný řez mostem

Železniční most přes silniční okruh kolem Prahy (trať ČD Praha Smíchov- Hostivice)

Ing.Jan Orna, Metrostav a.s., divize 5

Základní údaje.

Při výstavbě silničního okruhu kolem Prahy dochází v dálničním úseku Třebonice-Řepy ke křížení trasy nově budované šestipruhové komunikace se stávající tratí Českých drah Praha Smíchov- Hostivice.

Trasa silničního okruhu zde probíhá ve zhruba sedmimetrovém zářezu. Proto bylo rozhodnuto vybudovat přeložku železniční trati v předstihu jako první etapu stavby. Niveleta nové koleje se od nivelety stávající koleje liší pouze o několik centimetrů. Celková délka přeložky činí 800 m, přičemž největší příčná osová vzdálenost mezi starou a novou tratí je 28,5 m. Jedná se o jednokolejnou trať, která je v současnosti pojížděna rychlostí $v = 70$ km/hod, přičemž směrové parametry nově budovaného úseku již zároveň vyhovují i pro rychlost $v = 80$ km/hod.

Nadjezd nad dálnicí je vyřešen vybudováním nového železničního mostu. Most má délku 56,00 m, osová vzdálenost mezi opěrami je 54,00 m. Je navržen jako ocelová konstrukce, ze statického hlediska jako Langrův trám.

Místo se nachází na západním okraji Prahy v obci Zličín, v nadmořské výšce cca 350 m/nm. Geologické poměry jsou následující: Pokryvné útvary tvoří humózní hlíny, jílovité písky a jíly, dosahující až desetimetrové mocnosti. Skalní podloží představované břidlicemi různého stupně navětrání, mají horizont průměrně 10 m pod povrchem.

Spodní stavba.

Vzhledem k výše uvedeným geologickým poměrům je založení mostu navrženo hlubinným způsobem. Každá z opěr spočívá na osmi širokoprofilových vrtaných pilotách o průměru 1220 mm a délce 7,0 až 7,5 m. Paty pilot jsou opřeny o skalní podklad, který je zde tvořen navětralými letenskými břidlicemi. Hlavy pilotového roštu jsou vetknuty do základového bloku opěr.

Stavba se prováděla z úrovně terénu, ještě před provedením zářezu silničního okruhu. U smíchovské opěry byla nejprve vyhloubena stavební jáma do úrovně základové spáry. Svah jámy byl směrem ke stávající trati stabilizován zapuštěnou štetovnicovou stěnou, aby nedošlo k sesuvu železničního náspu. Do této úrovně se sjíždělo po terénní rampě. Byl zde značný přítok spodní vody, asi 40 m³ za den. Tato voda byla čerpána a vypouštěna do blízké vodoteče. U hostivické opěry byl terén pro pilotáž srovnán snížením o zhruba jeden metr a z této úrovně se prováděla pilotáž. Stavební jáma byla potom vyhloubena obdobně. Následovalo provedení železobetonových základových bloků opěr, vlastních dříků opěr, úložných prahů pro ložiska, vybíhajících zavěšených železobetonových křídel a navazujících plošně založených úhlových zdí.

Zasypané části křídel a opěr jsou proti stékající vodě izolovány v následující skladbě: - penetrační nátěr PENETRAL, - pás VEDATECT z modifikovaného asfaltu plnoplošně natavený (výrobce Vedag z Bambergu v SRN, výrobek je certifikovaný v ČR), -netkaná geotextilie o hmotnosti 300 g/m².

Zásypy za smíchovskou opěrou byly vzhledem k stálému silnému přítoku vody ze stěny a podloží výkopu provedeny z vrstev hutněného jílu, popílkobetonu, prostého betonu a šterkodrtě. Za opěrou byl navíc proveden šterkový dren, který byl sveden do čerpací

jímky ze skruže o průměru 800 mm. Zásypy za hostivickou opěrou byly provedeny z hutněného jílu a ze šterkodrtě.

Ocelová konstrukce.

Ocelová konstrukce o celkové hmotnosti 255 t , sestávající z hlavních nosníků, oblouků a táhel, ortotropní desky mostovky a z dalších prvků (např. odvodňovací žlaby, lávka pro pěší, atd.), byla vyrobena v mostárně dt Prostějov. Při výrobě nevznikly žádné problémy a při dílenských přejímkách (první 13. března , druhá 30. března 1998) byla konstrukce převzata. Protikorozní ochrana je čtyřvrstvá, systém Derisol. V mostárně byly aplikovány dvě vrstvy (2K Deripox Zinkstaub 687.03 tl. 70 mikrometrů a 2K Deripox Grund 687.02, RAL 1002 tl. 80 mikrometrů). Na stavbě byly aplikovány zbývající dvě vrstvy (2K Deripox EG 687.13, DB 703 tl. 80 mikrometrů a 2K DC Lack 687, DB 503. Ocelová ortotropní deska mostovky byla protikorozně ošetřena dvouvrstvým membránovým ochranným nástřikem ELIMINATOR britské firmy Stirling Loyd. Nástřik se provádí na ocelovou konstrukci očištěnou tryskáním. Ve žlabu mostovky je na této ochraně přímo uloženo šterkové lože železničního svršku. Doprava montážních dílů byla provedena po silnici, montáž byla prováděna prakticky z úrovně terénu, pouze u opěr byly svahy stavebních jam. Konstrukci montovaly Hutní montáže Ostrava a používali kolejový jeřáb. Při montáži oblouků a táhel bylo nutno dbát zahřívání konstrukce během dne z hlediska přesnosti geometrie mostu. Vliv tohoto zahřívání konstrukce během dne se projevil i při zatěžovací zkoušce, kdy v průběhu dopoledne se při neměnném statickém zatížení zatěžovacím vlakem průhyb snížil za dvě hodiny o 1,5 mm, což je přibližně 10% celkové hodnoty.

Mostní ložiska jsou elastomerová (výrobce rakouská firma Reisner a Wolff). Jedná se o ložiska typ EL 1, čtyři kusy pořadě typ FKQ (příčně pevné), FKA (pevné), OFK (všesměrně posuvné), FKL (podélně pevné). Tyto čtyři typy vyplývají z uvažovaného statického působení, kde se jedná o dva prosté nosníky (pevné + posuvné uložení), přičemž v příčném směru je vždy na příslušné opěře jedno ložisko pevné a druhé posuvné. Tato ložiska jsou v podstatě silentbloky ze speciální elastomerové směsi na bázi pryže, uložené mezi horní deskou ložiska (upevněné na oceli hlavního nosníku) a spodní deskou (upevněné k železobetonovým úložným blokům).

Mostní závěry jsou výrobkem SOK Třebestovice, typ 3 W 80 J. Při jejich montáži bylo zkoordinována jejich montáž s osazením mostu na ložiska, provedením náterového systému OK a provedením izolace mostovky „Eliminátor“.

Časový průběh výstavby.

Stavba přeložky tratě byla zahájena v létě roku 1997 přeložkami inženýrských sítí a úpravou terénu (vč. likvidace skládky). Vlastní stavba mostu byla zahájena hloubením základové jámy smíchovské opěry v listopadu 1997, pilotáž celkem 16 ks pilot proběhla v lednu a únoru 1998. Na jaře byla připravena spodní stavba (opěry atd.). Výroba mostní ocelové konstrukce byla v prostějovské mostárně dokončena v březnu 1998. Montáž proběhla od dubna do července. Zatěžovací zkouška mostu se uskutečnila dne 29.9.1998, téhož dne byl zahájen na přeložce železniční trati provoz.



Zkušenosti z výstavby železničních mostů v rámci modernizace koridorů

Ing. Zlámal, ŽS Brno a.s., divize Mosan

První seznámení naší divize s problematikou výstavby železničních mostů při modernizaci koridorů proběhlo již v roce 1993, kdy firma ŽS Brno, a.s., vyhrála výběrové řízení a divize Mosan byla pověřena úkolem realizovat mostní objekty v traťovém úseku Uhersko-Choceň. Zkušenosti a poznatky z výstavby tohoto úseku byly publikovány ve Sborníku příspěvků v roce 1995.

V následujícím období prováděla naše divize výstavbu mostů na úsecích Brno-Blansko, Letovice-Březová nad Svitavou, Březová nad Svitavou-Svitavy, Podivín-Zaječí, Šakvice-Vranovice.

Na dvou posledně jmenovaných úsecích probíhají ještě dokončovací práce a naopak přípravné práce se rozbíhají na úsecích II. železničního koridoru Břeclav-Hodonín a Rohatec-Bzenec.

Úsek Brno-Blansko byl po stránce realizační velmi složitý zejména z důvodu obtížného přístupu k jednotlivým objektům, kdy velká část úseku je sevřena mezi skalní zářezy a řeku Svitavu.

Některé objekty byly přístupné pouze po odtěžené železniční pláni, což kladlo velké požadavky na koordinaci jednotlivých činností nejen na mostních objektech, ale i na železničním svršku, spodku a kolejových trasách, v konečné fázi pak na dodržování stavební připravenosti pro následné práce.

Příjemnou skutečností bylo to, že probíhala výluka obou traťových kolejí současně a úsek nebyl v době výstavby elektrifikován.

Na tomto úseku naše divize prováděla celkem 13 mostních objektů v celkové hodnotě provedeného díla 164 mil. Kč. K nejnáročnějším patřila výměna ocelová konstrukce v km 164,018 přes řeku Svitavu, kdy práce byly zahájeny v srpnu a kolejový provoz byl spuštěn v prosinci 1996. Dále pak výstavba pětiklenbového mostu u Adamova v km 174,175, kdy původní kamenná konstrukce byla nahrazena novou železobetonovou, která byla vybetonována na zbytky původních pilířů, okolo kterých bylo podzákladí sanováno injektáží. Hlavní práce byly zahájeny demolicí starých kleneb v dubnu a kolejový provoz byl obnoven v září 1996.

Úsek Letovice-Březová nad Svitavou byl zahájen na podzim roku 1996 a hlavní práce proběhly v následujícím roce, technologie byla přizpůsobena hlavnímu požadavku ČD, že musí být zachován jednokolejný provoz. Na tomto úseku jsme realizovali 7 mostních objektů v celkové hodnotě 58 mil. Kč. Plynulost prací byla narušena povodněmi v červenci, kdy u největšího objektu, ocelového mostu v km 206,148 u Letovic došlo k zatopení výkopů pro založení opěr a úroveň hladiny vody na zatopené montážní plošině ocelové konstrukce kulminovala 10 cm pod hranou dolní pásnice. Naštěstí nedošlo k deformaci NOK a práce pokračovaly s asi 14 denním zpožděním.

Na tomto úseku jsme doplnili vlastní technologie o provádění hydroizolací na mostech, kdy jsme se stali aplikátory hydroizolací z natavovaných firmy Siplast a Imper a stříkaných izolací Eliminátor.

Úsek Březová nad Svitavou-Svitavy byl realizován zejména v roce 1998, naší divizí bylo zmodernizováno celkem 10 mostních objektů s nákladem 94 mil. Kč. Práce probíhaly za výluky obou traťových kolejí.

Ve stejném roce probíhaly práce také na dalších již zmíněných úsecích, a to Podivín-Zaječí a Šakvice-Vranovice, kde bylo naší divizí obnoveno celkem 15 mostních objektů, v současné době pokračuje na těchto úsecích dokončovací práce.

Na všech úsecích spočívala rekonstrukce v zajištění požadovaného prostorového uspořádání a třídy zatížení, což bylo dosahováno výstavou celého nového objektu, vybudováním nové nosné konstrukce, popř. odsazením nového římsového nosníku.

Původní zachovávané betonové a kamenné konstrukce byly čištěny, poškozená místa sanována a takto očištěné plochy ve většině případů opatřeny nátěrem.

Někdy se projevuje snaha investora šetřit za každou cenu a nátěr nepožaduje, myslím si, že nátěr by měl patřit neoddelitelně k modernizacím mostů a to nejen z hlediska estetického. Samotná položka za nátěr není v celkové sumě za objekt až tak výrazná a v budoucnu se musí určitě vrátit v podobě nižších nákladů na údržbu.

Na úseku Vranovice-Šakvice jsme při realizaci železničního nadjezdu vyzkoušeli použití typizovaných prefabrikátů systému Amos, vyvíjených ve spolupráci ŽS Brno, ŽPSV Uherský Ostroh a projekční firmy Valbek. Tento systém se v silniční výstavbě začíná uplatňovat již ve větší míře a přispívá k rychlejšímu postupu prací a zlevnění celého díla.

Do budoucna předpokládáme, že po doplnění typizovaných prvků by mohl sloužit i pro výstavbu železničních mostů.

Mimo ocelových konstrukcí a speciálního zakládání si naše divize provádí veškeré práce na mostech vlastními silami a na tyto činnosti má zavedený systém jakosti, odpovídající požadavkům ČSN ISO 9002.

Zkušenosti získané při výstavbě železničních mostů za minulé období přispívají ke zvyšování odborné úrovně pracovníků v technických i dělnických profesích a nově příchozí pracovníci naší divize získávají rychle přehled o tom, co je náplní činnosti jejich funkce a o požadavcích na ně kladených.

Důraz na odborné kvality pracovníků, zavádění nových technologií a materiálů při výstavbě, přispělo k provedení prací v požadované kvalitě a termínech a je zárukou, že i v budoucnosti je naše divize připravena realizovat i ty nejnáročnější mostní akce na síti Českých drah.

Rekonstrukce železničního mostu v km 117,134 trati Horní Dvořiště - České Budějovice

Ing. Tomáš Wangler, SUDOP PRAHA, a. s.

Příspěvek pojednává o rekonstrukci mostu přes Malši v Českých Budějovicích, v jejímž rámci byla dlouhodobá provizoria nahrazena ocelobetonovými konstrukcemi o rozpětích 10,5 + 2x 24,4 + 10,5 m, v hlavních mostních otvorech spojitými.



Historie objektu

Původní železniční most přes Malši byl vybudován v roce 1869 jako součást železničního spojení Linec - České Budějovice. Vzhledem k nedostatečné kapacitě mostního otvoru byl již v roce 1895 most zcela přestavěn do stávající dispozice o čtyřech mostních otvorech, přičemž v hlavních polích byly osazeny příhradové nosné konstrukce s dolní mostovkou a parabolickými horními pásy. V tomto uspořádání most sloužil až do roku 1971, kdy musely být příhradové konstrukce v hlavních polích nahrazeny provizorií 8IP1000 o rozpětích po 24,4 m. Současně byly pod provizoria osazeny nové prefabrikované úložné prahy a spodní stavba byla sanována torkretem a kleštinami.

Provizoria zůstala provozována výrazně déle, než se původně předpokládalo. To bylo zapříčiněno především vleklými spory o případnou přeložku trati za okraj Českých Budějovic, kterou požadovalo město. Přesto bylo průběžně zpracováno několik studií a úvodních projektů přestavby mostu.

V roce 1993 musela být komplexní rekonstrukce mostu zařazena do projektu stavby „ČD DDC Předelektrizační úpravy trati Horní Dvořiště - České Budějovice“, neboť provizoria nevyhovovala plánovanému provozu elektrické trakce. Svou roli sehrálo jistě i začlenění daného traťového úseku do plánovaného IV. koridoru ČD.

Investor stavby ČD Stavební správa Plzeň vybral za hlavního zhotovitele Železniční stavitelství Praha, a. s., stavební divizi Plzeň. Zhotovitel vyzval ke zpracování realizační dokumentace stavby SUDOP Plzeň, a. s., podle jehož objednávky byla realizační dokumentace mostního objektu zpracována v SUDOP Praha, a. s..

Práce na realizační dokumentaci mostu započaly značnou komplikací. Na základě požadavku správce toku z předchozího stavebního řízení byl zpracován hydrotechnický výpočet odbornou firmou, která využila zcela nového programového vybavení. Hladina stoleté vody, stanovená tímto výpočtem, si vyžádala zdvihnout dolní hranu konstrukce cca o 0,80 m oproti úrovni předpokládané v úvodním projektu, ve kterém byly navrženy spřažené nosné konstrukce optimální výšky. Realizační dokumentace stavby byla proto netradičně zahájena studií variant použitelných nosných konstrukcí. Na jejím základě (s přihlédnutím k závěrům stavebního řízení) bylo rozhodnuto realizovat most v uspořádání blízkém předchozímu stupni projektové dokumentace, tzn. rovněž se spřaženými ocelobetonovými nosnými konstrukcemi, které ovšem musely být pro stlačení stavební výšky přepracovány na spojitě se čtyřmi hlavními nosníky. Tyto konstrukční úpravy bylo nutno kombinovat s optimalizací rozpětí polí a zdvihem nivelety koleje. Upravená spřažená nosná konstrukce vycházela i nadále výrazně levněji než ostatní varianty (např. ocelové konstrukce s dolní mostovkou).

Náplň realizační dokumentace stavby za daných okolností odpovídala spíše jednostupňovému projektu.

Dispozice mostu

Rekonstruovaný most se nachází v parkovém prostředí v katastru Českých Budějovic. Jeho okolí s plovárnou a tenisovými kurty je využíváno pro rekreaci.

Základní dispoziční schéma mostu zůstalo zachováno. Most má i nadále čtyři mostní otvory s konstrukcemi o rozpětích $10,5 + 2 \times 24,4 + 10,5$ m, přičemž řeka Malše protéká druhým mostním otvorem a ostatními otvory jsou vedeny cesty pro pěší a cyklostezky.

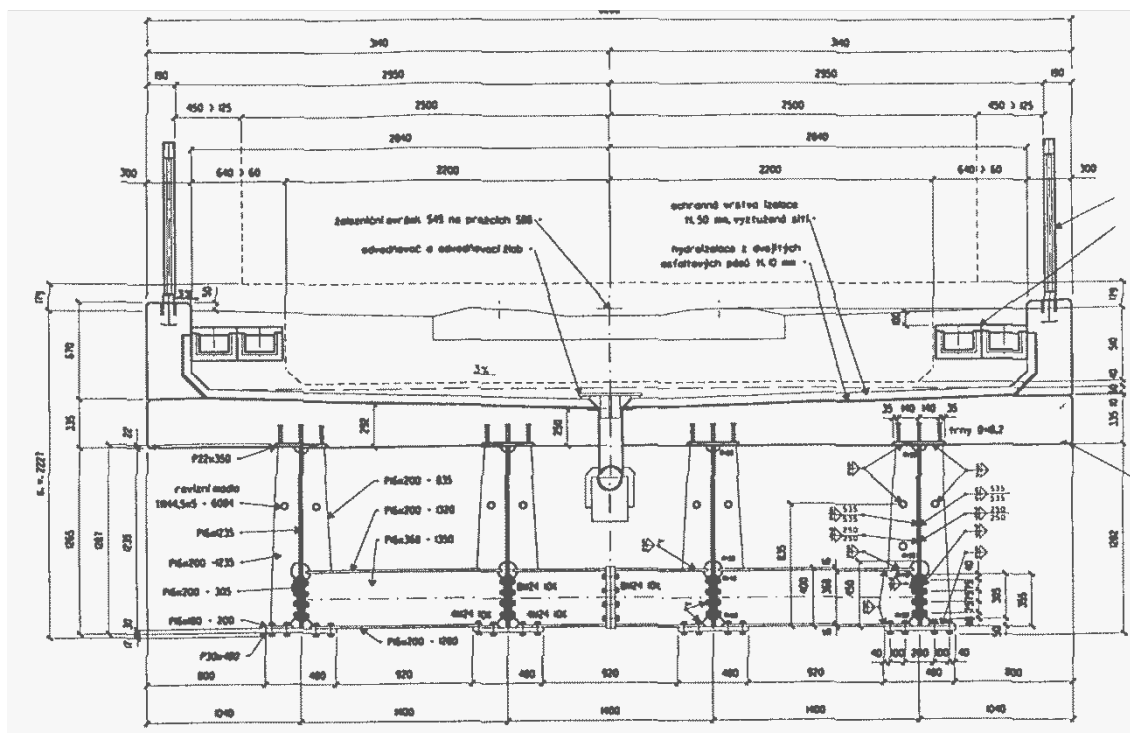
Most je situován v širé trati a přímé. Je navržen pro zatěžovací schémata ČD T a ČD SZS a mostní průjezdní průřez MPP 2,5. Pro šířkové uspořádání jsou rozhodující kabelové trasy vedené ve čtyřech chráničkách T2NK v kolejovém loži.

Nosné konstrukce

V hlavních **mostních otvorech č. 2 a 3** byla provedena spojitá spřažená ocelobetonová konstrukce se čtyřmi hlavními nosníky. Spřažená konstrukce byla navržena s využitím pružnoplastického výpočtu podle mostních vzorových listů ČD MVL 124 a 554.

Při dimenzování konstrukce rozhodoval její průhyb. Proto mohla být celá konstrukce provedena z oceli ř. 37 (S235). Hlavní nosníky jsou provedeny ze svařovaných I-profilů konstrukční výšky cca 1,3 m. V oblasti negativních momentů nad vnitřní podporou, kde nespolupůsobí železobetonová deska, musely být pásnice hlavních nosníků výrazně zesíleny.

Zajímavým detailem je příčné ztužení konstrukce, které je realizováno rámovými příčlemi ve čtvrtinách rozpětí. Vzhledem k vysoké úrovni tahového napětí v dolní části



hlavních nosníků musí být všechny příčné prvky připojeny VP-šrouby. Příčná ztužidla jsou proto připojena přímo na čelní desky „protiúnavového“ detailu pat příčných výztuh. Tento VP-připoj byl proveden dílensky a příčné ztužidlo bylo na montáži stykováno dalším VP-spojem s čelními deskami v ose konstrukce. Rámové ztužení příčného řezu postačovalo bez dalších úprav i pro manipulaci s dvojicemi nosníků při montáži.

Hlavní nosníky byly v podélném směru montážně stykovány tupými svary v místě nulových momentů.

Hlavní nosníky jsou prostřednictvím trnů spřaženy s monolitickou železobetonovou deskou, provedenou z betonu C30/37-3a (zn. 400). Deska mostovky je příčně spádována k odvodňovačům, umístěným v ose konstrukce. Monolitické římsy jsou rozděleny na krátké dilatační celky, které vylučují vznik nadměrného normálového napětí v římsách.

Stavební výška konstrukcí činí 2230 mm. Spotřeba konstrukční oceli (včetně spřahovacích trnů a odlévaných ocelolitinových ložisek) je 106 t, což představuje cca 2,2 t/m.

Ve vedlejších **mostních otvorech č. 1 a 4** byly provedeny konstrukce se zabetonovanými nosníky. Jejich stavební výška musela být rovněž stlačena, aby byl umožněn požadovaný výjimečný průjezd vozidel správce vodního toku. Konstrukce jsou proto provedeny z betonu C30/37-3a (zn. 400) a širokopřířubových válcovaných nosníků HEB 450 z oceli ř. 52 (S355). Stavební výška je potom 1260 mm a celková spotřeba konstrukční oceli pro obě konstrukce činí 33,5 t (cca 1,6 t/m). Konstrukce jsou uloženy na vyztužených elastomerových ložiskách R+W.

Ocelové části nosných konstrukcí jsou proti korozi chráněny metalizací a trojvrstevným epoxipolyuretanovým nátěrovým systémem s obsahem železité slídy.

Všechny nosné konstrukce jsou opatřeny natavovanou izolací z dvojitého asfaltového pásu s vyztuženou ochrannou vrstvou a odvodněny otevřeným žlabem, vedeným osou konstrukce. Příčné spáry jsou překryty kobercovými mostními závěry typu Multiflex.

Spodní stavba

Původní spodní stavba mostu, vyzděná převážně z pískovcových kvádrů, byla ve velmi špatném stavu s četnými trhlinami. Sanace torkretem z roku 1971 měla spíše negativní dopad, neboť pod jeho uvolněnou vrstvou se zřejmě udržovala vlhkost, která urychlovala další mrazové zvětvování. Protože rovněž úložné prahy neodpovídaly dispozici nové nosné konstrukce, bylo nutno spodní stavbu zcela přebudovat.

Statický výpočet prokázal, že by původní plošné založení mezilehlých **pilířů** nevyhovovalo zvýšenému zatížení. Vzhledem k vysoké hladině podzemní vody, která zasahuje do vrstvy neúnosných navážek a středně ulehlých šterkopísků, bylo zřejmé, že rekonstruované pilíře musí být založeny hlubinně. Protože zakládání bylo nutno provádět pod provozovanými provizorií a zároveň nebylo možno odstranit původní základy, zůstal výběr použitelných metod omezen prakticky pouze na podchycení mikropilotami. Návrh mikropilot (Geospol Brno, s. r. o.) byl komplikován značnou uhličitou agresivitou prostředí. Kromě primární ochrany upraveným složením injektážní směsi musí být dřívky mikropilot v průchodu zvodněnými vrstvami chráněny i polyetylenovými trubkami. Omezení plášťového tření přitom nehraje roli, neboť mocnost zvodněných vrstev přibližně odpovídá hloubce aktivní zóny pod základovým blokem, ve které nelze s únosností mikropilot počítat. Únosné vrstvy tvrdých jílu jsou již suché a sekundární ochrana mikropilot v nich není nutná.

Mezilehlé pilíře byly odbourány v maximálním možném rozsahu, tzn. až po úroveň spodní vody. Zbývající část jejich základových bloků posloužila jako plošiny pro vrtání mikropilot. Každý z pilířů je podchycen 35 - 45 mikropilotami délky 13,0 - 15,0 m. Hlavy mikropilot byly zmonolitněny roznášecími bloky, nad nimiž byly vybetonovány nové pilíře.

Protože založení **opěr** mostu vyhovovalo, postačovala v jejich případě sanace základových bloků a dřívků spárováním a tlakovou injektáží. Horní část opěr byla zcela přebudována v návaznosti na novou dispozici mostu. Nové úložné prahy přecházejí v desky, jejichž účelem je roznášení zatížení do původního zdiva. Části opěr, které byly během výstavby v kolizi s provizorií (závěrné zídky a římsové zídky na konci rovnoběžných křídel), musely být provedeny jako prefabrikované.

Provádění stavby

Jestliže lze nosné konstrukce mostu popsat jako jednoduché, provádění stavby bylo vzhledem k požadované minimalizaci dopadů na železniční provoz nesporně značně obtížné.

Poloha mostu na mezinárodní jednokolejné trati vedla ke zřízení provizorního přemostění, které bylo vzhledem ke stísněným podmínkám v prostoru staveniště provedeno v ose původního mostu. Značné problémy přinášela i skutečnost, že staveniště muselo po celou dobu výstavby zůstat průchozí pro veřejnost.

Page 1

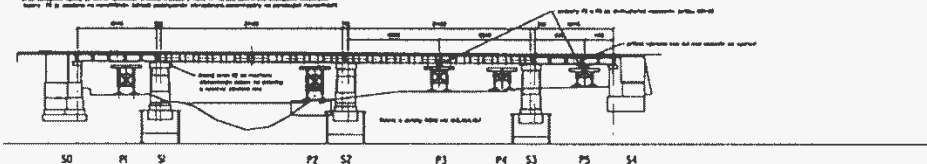
[illegible]

Fig. 2

Page 2

2nd

1st

2nd

3rd

4th

5th

6th

7th

8th

9th

10th

11th

12th

13th

14th

15th

16th

17th

18th

19th

20th

21st

22nd

23rd

24th

25th

26th

27th

28th

29th

30th

31st

32nd

33rd

34th

35th

36th

37th

38th

39th

40th

41st

42nd

43rd

44th

45th

46th

47th

48th

49th

50th

51st

52nd

53rd

54th

55th

56th

57th

58th

59th

60th

61st

62nd

63rd

64th

65th

66th

67th

68th

69th

70th

71st

72nd

73rd

74th

75th

76th

77th

78th

79th

80th

81st

82nd

83rd

84th

85th

86th

87th

88th

89th

90th

91st

92nd

93rd

94th

95th

96th

97th

98th

99th

100th

101st

102nd

103rd

104th

105th

106th

107th

108th

109th

110th

111th

112th

113th

114th

115th

116th

117th

118th

119th

120th

121st

122nd

123rd

124th

125th

126th

127th

128th

129th

130th

131st

132nd

133rd

134th

135th

136th

137th

138th

139th

140th

141st

142nd

143rd

144th

145th

146th

147th

148th

149th

150th

151st

152nd

153rd

154th

155th

156th

157th

158th

159th

160th

161st

162nd

163rd

164th

165th

166th

167th

168th

169th

170th

171st

172nd

173rd

174th

175th

176th

177th

178th

179th

180th

181st

182nd

183rd

184th

185th

186th

187th

188th

189th

190th

191st

192nd

193rd

194th

195th

196th

197th

198th

199th

200th

201st

202nd

203rd

204th

205th

206th

207th

208th

209th

210th

211st

212nd

213th

214th

215th

216th

217th

218th

219th

220th

221st

222nd

223rd

224th

225th

226th

227th

228th

229th

230th

231st

232nd

233rd

234th

235th

236th

237th

238th

239th

240th

241st

242nd

243rd

244th

245th

246th

247th

248th

249th

250th

251st

252nd

253rd

254th

255th

256th

257th

258th

259th

260th

261st

262nd

263rd

264th

265th

266th

267th

268th

269th

270th

271st

272nd

273rd

274th

275th

276th

277th

278th

279th

280th

281st

282nd

283rd

284th

285th

286th

287th

288th

289th

290th

291st

292nd

293rd

294th

295th

296th

297th

298th

299th

300th

301st

302nd

303rd

304th

305th

306th

307th

308th

309th

310th

311st

312nd

313th

314th

315th

316th

317th

318th

319th

320th

321st

322nd

323rd

324th

325th

326th

327th

328th

329th

330th

331st

332nd

333rd

334th

335th

336th

337th

338th

339th

340th

341st

342nd

343rd

344th

345th

346th

347th

348th

349th

350th

351st

352nd

353rd

354th

355th

356th

357th

358th

359th

360th

361st

362nd

363rd

364th

365th

366th

367th

368th

369th

370th

371st

372nd

373rd

374th

375th

376th

377th

378th

379th

380th

381st

382nd

383rd

384th

385th

386th

387th

388th

389th

390th

391st

392nd

393rd

394th

395th

396th

397th

398th

399th

400th

401st

402nd

403rd

404th

405th

406th

407th

408th

409th

410th

411st

412nd

413th

414th

415th

416th

417th

418th

419th

420th

421st

422nd

423rd

424th

425th

426th

427th

428th

429th

430th

431st

432nd

433rd

434th

435th

436th

437th

438th

439th

440th

441st

442nd

443rd

444th

445th

446th

447th

448th

449th

450th

451st

452nd

453rd

454th

455th

456th

457th

458th

459th

460th

461st

462nd

463rd

464th

465th

46

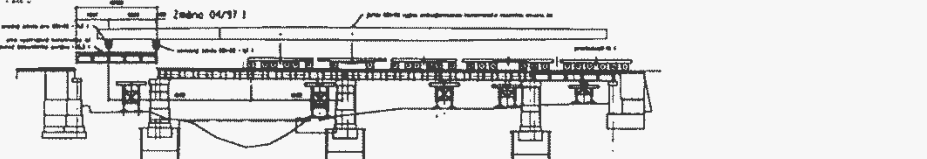


Fig. 3

1. Nazwa i adres nadawcy: Województwo Świętokrzyskie, Urząd Marszałkowski
 2. Nazwa i adres odbiorcy: Województwo Świętokrzyskie, Urząd Marszałkowski
 3. Temat: Wniosek o udzielenie pomocy społecznej
 4. Data: 15.04.2015 r.
 5. Podpis: [Podpis]
 6. Miejsce: [Miejsce]

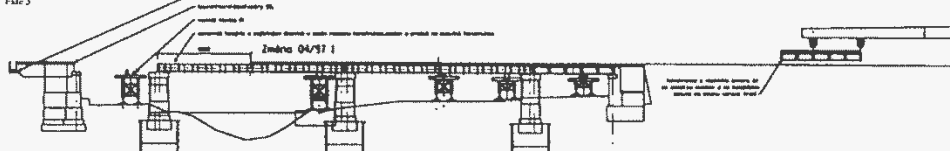


Fig. 4

Fig. 4

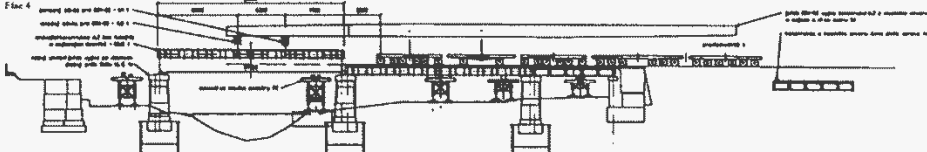
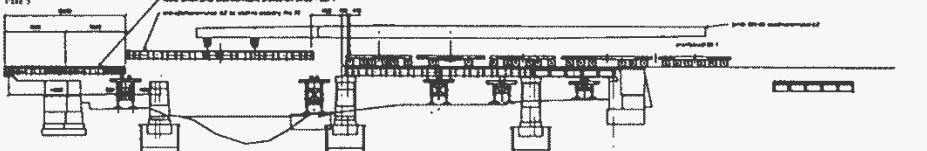


Fig. 3

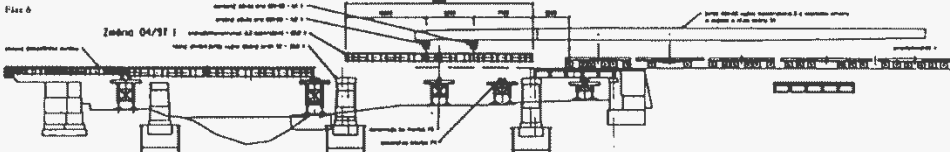
Figure 3 is a schematic diagram of the experimental setup. It shows a cross-section of a specimen with a central hole, supported by a base. A load is applied to the top surface, and a displacement transducer is used to measure the displacement of the top surface. The specimen is labeled with 'top', 'bottom', and 'side' views.



10

File 6

2ndnd 04/97



Page 7

Figure 7

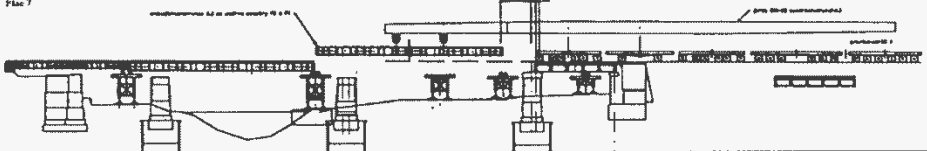


Figure 2

File 8

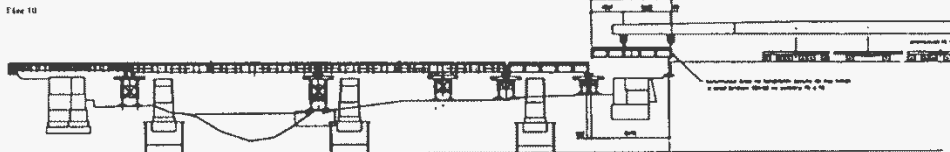
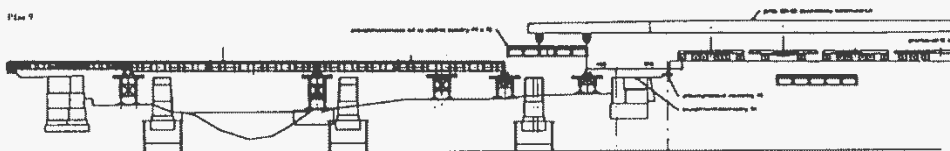
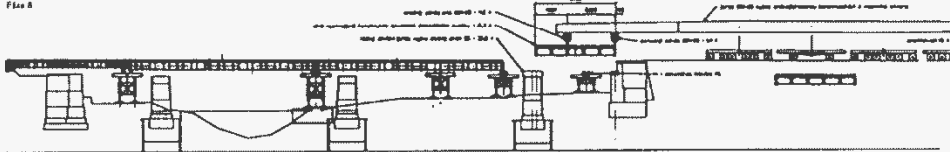


Figure 11

A horizontal beam is shown with three supports. The first support on the left is a pin support labeled 'A'. The distance from support A to the second support, which is a roller support labeled 'B', is 4000. The distance from support B to the third support, which is a pin support labeled 'C', is 8000.

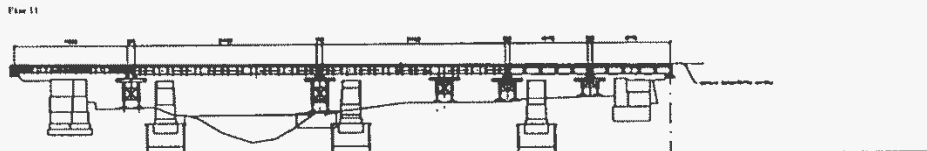


Schéma zřízení provizorního přemostění

Realizace stavby byla zahájena v roce 1997. Bezprostředně na břehu Malše byl na mikropilotách založen základový blok pro hlavní podpěru provizorního přemostění. Mimo vlastní staveniště byla vyrobena ocelová část nosné konstrukce a připraveny atypické prefabrikáty.

V plném rozsahu se práce rozběhly v roce 1998. Po přípravě staveništních ploch bylo v květnu během 10-denní výluky zřízeno provizorní přemostění. Pro jeho provedení byly využity všechny stávající konstrukce, které byly konzolovým železničním jeřábem GEK-80 přeloženy o 4,1 m v podélném směru na provizorní podpěry PIŽMO. Nově vzniklý mostní otvor byl překlenut dvojčítým provizoriem DN-15,0. Tím byly původní opěry a pilíře uvolněny pro stavební úpravy. Ještě během manipulací s provizoriem byly těžkým autojeřábem sneseny prefabrikované úložné prahy pilířů a poté odbourány horní části pilířů a opěr. Přesun provizoriu 8IP1000 o rozpětí 24,40 m a hmotnosti cca 89 t, během něhož jeřáb GEK-80, zatížený na samou hranici únosnosti, s nápravovými silami 360 kN pojížděl po stávajících konstrukcích, byl nesporně klíčovým momentem celé stavby.

Pod provizoriem byly během května a června postupně provedeny mikropiloty pro založení nových pilířů a injektáž zachovávaných částí spodní stavby. V červnu a červenci plynule navázala betonáž pilířů a nových částí opěr. Obtížná byla především betonáž horní části opěr ve stísněném prostoru okolo mostních provizoriu.

Souběžně byly vedle provizorního přemostění zřízeny další podpěry PIŽMO, na kterých byla provedena montáž ocelových částí nosných konstrukcí a betonáž spřažené desky mostovky.

Na přelomu září a října během 16-denní výluky jeřáb GEK-80 postupně vyvezl všechny provizorní nosné konstrukce. Těžkými jeřáby byly osazeny všechny prefabrikáty. Nové nosné konstrukce byly na drahách z pásů ŽM-16 příčně přesunuty do osy mostu a spuštěny na ložiska. Náročná byla zejména manipulace se spojitou konstrukcí o celkové hmotnosti 380 t. Na konstrukcích byly instalovány mostní závěry a obnoven železniční svršek. Po hlavní prohlídce a zatěžovací zkoušce byl nový most uveden do provozu.

Spolu s hlavním zhotovitelem (ŽS Praha, a.s., stavební divize Plzeň) působila na staveništi celá řada podzhotovitelů. Zakládání na mikropilotách a injektáže provedl Geospol Brno, s.r.o.. Hutní montáže Ostrava, a.s. zkompletovaly ocelové konstrukce vyrobené v DT výhybkárně a mostárně, s.r.o.. Betonáž desek a izolaci mostovky provedly Stavby silnic a železnic, a. s., závod 9. Stavební obnova železnic, závod Plzeň zřídila provizorní podpěry a přesouvala všechny konstrukce. Mostní obvod ČD Brodek zajistil výkony jeřábu GEK-80. SOK Třebestovice s.r.o. osadily mostní závěry.

Závěr

Rekonstrukce železničního mostu přes Malši v Českých Budějovicích potvrdila známou skutečnost, že spřažené ocelobetonové konstrukce jsou ekonomické a výrobně jednoduché, přičemž mohou dosahovat zajímavých stavebních výšek, zvláště pokud jsou navrženy jako spojitě. Zároveň je nutno konstatovat, že rozpětí polí spojitěho nosníku 25 m se zřejmě blíží hranici, do které je spřažený železniční most možno realizovat bez podélného předpětí desky nad oběma podporami.

Úplným závěrem chce projektant vyslovit svůj obdiv nad tím, jak se stavbyvedoucí p. Palko za koordinace Ing. Štindla, p. Moravce a Ing. Zajíce ml. vypořádal s velmi náročnou rekonstrukcí.

Schéma zřízení provizorního přemostění

ÚNAVA DRÁŽNÍCH MOSTŮ

Doc.Ing.Tomáš Rotter,CSc.

1. Úvod

Posouzení únavové pevnosti je jedním z kritérií mezních stavů únosnosti. Posouzením se prokazuje vhodnost konstrukčního řešení jednotlivých detailů pro požadovanou životnost, pro dané provozní zatížení a pro navržené průřezy všech hlavních nosných částí mostu.

Cílem tohoto příspěvku je upozornění na důležité aspekty, které mohou výrazným způsobem ovlivnit skutečnou únavovou životnost. Specifičnost únavového posouzení spočívá v tom, že případná chyba se projeví většinou až po mnoha letech od uvedení do provozu a nelze ji odhalit ani podrobnou zatěžovací zkouškou.

2. Příklady únavového porušení

V tomto odstavci jsou připomenuta některá vážná únavová porušení drážních mostů v České republice. Tyto příklady jsou uvedeny pro interpretaci problému a jsou východiskem pro následná zobecnění.

V roce 1983 došlo k vážnému únavovému porušení na železničním mostě v km 2,512 trati Praha-Vršovice-Krč-Radotín v lokalitě Záběhlic. Jedná se o jednokolejný most s horní mostovkou s kolejovým ložem v betonovém nespolutřísčím žlabu. Spojitý trámový most o třech polích rozpětí 33+39+33m má náběhy nad vnitřními podporami. V příčném řezu má most 2 hlavní plnostěnné svařované nosníky. Most byl vyroben v 60. letech.

U jednoho nosníku byla stěna rozměru 2400.14 porušena trhlinou po celé své výšce. Trhlina vycházela z místa křížení svislé a podélné výztuhy stěny a končila u horní a u dolní pásnice. Po objevení tohoto vážného porušení byl provoz na mostě okamžitě zastaven. Zajímavá byla skutečnost, že trhlina nevznikla v místě extrémního namáhání od provozu, ale naopak v místě malého ohybového momentu a malé posouvající síly a zárodek trhliny byl poblíž neutrální osy hlavního nosníku. Na základě chemické a fraktografické analýzy bylo zjištěno, že byla použita neuklidněná ocel 11 373, sice s dobrými mechanickými vlastnostmi, ale s velmi nízkou vrubovou houževnatostí ($KCV=9 \text{ J/cm}^2$ při teplotě -20°C) a s vysokou náchylností ke stárnutí a s nízkou dynamickou lomovou houževnatostí. Kromě nevhodného materiálu byly příčinou vzniku únavového procesu krátery v koutových svarech připojujících výztuhy ke stěně a vysoká hladina vlastních pnutí. Obě tyto vady jsou důsledkem špatné technologie výroby a neexistence kontroly jakosti. Část trhliny o délce cca 275mm byla způsobena mnohocyklovou únavou a zbytek stěny se porušil křehkým lomem.

V roce 1986 bylo zjištěno vážné únavové porušení na železničním mostě v km 208,664 trati Chomutov- Cheb v Sokolově. V tomto případě se jedná o dva jednokolejné spojitě trámové mosty o rozpětí 16,2+16,2m. V příčném řezu má komorový nosník šikmé stěny a užší horní pásnici. Celková výška průřezu je pouze 780mm. Kolejnice jsou uloženy na průběžné pásnice, připojené k šikmým stěnám komorového nosníku. Pásnice jsou podepřené výztuhou pod každou podkladnicí v osových vzdálenostech 540mm. Most byl uveden do provozu v roce 1973.

Zajímavá je historie tohoto mostu. Na mostě byly provedeny celkem 3 zatěžovací zkoušky a byl podrobně staticky vyšetřován. V roce 1980 prof. Schindler ze Stavební

fakulty, na základě podrobné pružnostní analýzy, upozornil na nebezpečí předčasného vzniku únavových trhlin. Proto bylo teoretické vyšetřování doplněno rozbořem provozního zatížení, dále byla provedena dynamická zatěžovací zkouška a závěrem byla stanovena únavová životnost. Celkové ověření únavové únosnosti vypracoval na vysoké odborné úrovni prof. Frýba z VÚŽ Praha. Odhadl životnost konstrukce na 29 let. Na základě všech těchto zjištění bylo připraveno zesílení hlavní nosné konstrukce mostu pomocí předpjatých táhel.

Po 15 letech provozu byl zjištěn větší počet únavových trhlin, vesměs v oblasti přípoju dolních částí konzol (podpírajících pásnice s kolejnicemi) k šikmým stěnám komorového nosníku. Trhliny vznikaly ve svarovém přípoji (celkem 24 trhlin) a některé se šířily dále do základního materiálu stěny hlavních nosníků (celkem 11 trhlin). Jelikož se jednalo o vážné únavové porušení bylo zajištěno pravidelné velmi časté monitorování stavu trhlin tak, aby bylo možno zachovat provoz na mostě a současně aby byl vyloučen vznik nehodové situace do doby jeho rekonstrukce.

Příčinou vzniku únavových trhlin bylo nevhodné konstrukční řešení konzol a zejména jejich připojení ke stěně, které vedlo k nepříznivému namáhání stěny příčným ohybem kolmo k její rovině. Navíc v rozhodujícím místě byla velká kumulace přípojných svarů, tudíž vysoká úroveň vlastních pnutí. Konstruktor si byl vědom těchto skutečností a proto místo křížového svaru navrhl na vnitřní straně stěny přerušovaný svar. Tím ale došlo ke změně statického chování stěny v místě připojení konzoly a ke vzniku dvouosého normálového napětí v kombinaci se smykovým napětím. Jednalo se o velmi složitý problém, který byl vysvětlen až po vzniku únavových trhlin.

Podstatnou příčinou vzniku trhlin bylo umístění nesvařovaného kolejnicového styku na mostě. V důsledku toho vznikaly v ocelové konstrukci velké dynamické rázy. V místě připojení konzoly byla zjištěna největší hodnota dynamického součinitele o velikosti 2,63. Velké rázy výrazným způsobem urychlily rozvoj únavových trhlin.

Na trati Česká Třebová- Praha v úseku Uhersko- Choceň byly v roce 1994 prováděny úpravy trati na zavedení traťové rychlosti 160 km/hod. Součástí těchto úprav byla i rekonstrukce mostu přes říčku Loučnou v km 284,615. Na hlavních nosnících bylo 14 trhlin. O existenci těchto trhlin se zmiňovala již revizní zpráva z roku 1960. Most byl uveden do provozu v roce 1955.

V tomto případě se nejednalo o havarijní stav nosné konstrukce mostu. Úkolem podrobného statického vyšetřování, které bylo provedeno v roce 1994, bylo dát odpověď na otázku, jaká provést opatření na konstrukci mostu, aby bylo umožněno zavedení požadované traťové rychlosti pro danou traťovou třídu.

Železniční most přes říčku Loučnou se skládá ze 6 prostých nosníků o rozpětí 16,5m. Most je bez mostovky, mostnice jsou přímo uloženy na horní pásnice plnostěnných svařovaných trámových nosníků. Stěny hlavních nosníků jsou vyztuženy oboustrannými přivařenými svislými výztuhami s vysokým výřezem u dolní pásnice hlavního nosníku. Podélné vodorovné ztužení je umístěno v úrovni horních pásnic hlavních nosníků, příčná příhradová ztužidla jsou v osové vzdálenosti 2063mm.

Trhliny vznikly ve stěně hlavního nosníku. Vycházely ze svaru v místě ukončení svislé výztuhy stěny nad výřezem a šířily se do základního materiálu stěny. Příčinou vzniku těchto trhlin byl jednak nevhodný materiál (ocel 10 373.0), dále nekvalitní výroba (tvrdé vruby ve svarech) a nevhodný tvar podélného vodorovného ztužení. Toto ztužení není symetrické k podélné ose mostu a v důsledku spolupůsobení s hlavní nosnou konstrukcí vznikají příčné síly v úrovni horních pásnic hlavních nosníků od svislého zatížení vlakem. Příčné vodorovné zatížení příčných ztužidel vyvolává příčný ohyb dolní

nevyztužené části stěny. V místě vzniku únavových trhlin tudíž vznikají dvě normálová napětí, a to ve směru vodorovném od svislého průhybu hlavních nosníků a ve směru svislém od příčného ohybu stěny. Podrobné statické vyšetření ukázalo, že velikost těchto dvou napětí je ve shodě se směrem zjištěných trhlin.

V závěru roku 1997 bylo objeveno velké množství únavových trhlin na ocelovém roznášecím roštu metra v Nuselském mostě v Praze. Velikost některých trhlin si vynutila okamžitá provozní opatření pro zajištění bezpečnosti provozu a urychlenou přípravu definitivní rekonstrukce ocelového roznášecího roštu.

Ocelový rošt je samostatná konstrukce, která je uložena na dolním pásu uvnitř komorového betonového mostu. Rošt roznáší zatížení od vlaků metra ke stěnám komorového průřezu. Rošt je 484,2m dlouhý a 10,2m široký. Rošt se skládá ze 270 příčníků a z 1076 podélníků a je uložen na gumových ložiskách na obou koncích všech příčníků. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 1800mm. Podélníky jsou umístěny přímo pod kolejnicemi v osové vzdálenosti 1500mm. S ohledem na omezenou konstrukční výšku jsou podélníky zapuštěny do příčníků. Konstrukční řešení připojení podélníků k příčníkům zajišťovalo spojitost podélníků. Součástí roštu je i vodorovné příhradové ztužení. Rošt staticky nespolutpůsobí s hlavní betonovou nosnou konstrukcí mostu. Jednotlivé detaily ocelového roštu byly konstrukčně navrženy tak, aby měly minimální míru vrubového účinku z hlediska únavového namáhání. Jedinou výjimkou, kde tato důležitá konstrukční zásada byla opomenuta, byl detail ukončení dolní pásnice podélníku v místě připoje k příčníku. Ocelový rošt byl projektován a vyroben ve Vítkovicích na počátku 70. let.

Při hlavní prohlídce ocelového roznášecího roštu po cca 25 letech provozu byly zjištěny únavové trhliny ve stěnách podélníků. Trhliny vycházely ze svaru v místě ukončení dolní pásnice podélníku a rostly směrem šikmo vzhůru. Nejdelší trhliny prorostly celou stěnou až k horní pásnici do krčního svaru. Diagnostickým průzkumem bylo nalezeno celkem 1023 trhlin, z nichž 55 dosáhlo až k horní pásnici a dalších 13 již prorůstalo krčním svarem. Trhlinou bylo porušeno celkem 47% dotýčných detailů. Rozložení trhlin v půdorysu roštu bylo náhodné.

Příčinou vzniku trhlin byl nevhodný konstrukční detail na podélníku. Náhlé ukončení pásnice vytváří tvrdý vrub, který výrazným způsobem snižuje únavovou pevnost. V daném místě navíc dochází k velkému rozkmitu napětí od přejezdu každé nápravy vlaku a počet cyklů za dobu provozu metra již dosáhl řádově hodnoty 10 miliónů. Myšlenkovou chybou projektanta zřejmě byla představa, že ohybový moment na spojitém podélníku v místě připojení k příčníku bude přenesen silovou dvojicí v úrovni obou pásnic a tím že stěna zůstane bez normálového napětí od ohybu. Obecně lze říci, že skutečnou příčinou únavového porušení podélníků roznášecího roštu v Nuselském mostě bylo použití zjednodušeného statického modelu pro řešení detailu připojení podélníku na příčník.

3. Zobecnění příčin únavového porušení

Ve všech čtyřech uvedených příkladech projektant o únavě věděl a posuzoval únavovou pevnost rozhodujících detailů. Přesto po 15 až 25 letech provozu došlo k únavovému porušení. Zkušenost je dále taková, že únavové porušení ocelové mostní konstrukce je většinou zjištěno až v době, kdy trhliny dosahují značné délky a tudíž v mnoha případech je v daném stavu ohrožena i bezpečnost konstrukce. Na základě těchto konstatování se vtírají dvě otázky: Zaprvé, proč vůbec k únavovým poruchám došlo a zadruhé, zdali vyhovuje systém pravidelných preventivních prohlídek mostů.

Pokusme se nejdříve analyzovat některé příčiny vzniku únavového porušení ocelových mostních konstrukcí. Častou příčinou bývá nesprávná volba kvality materiálu. Ocel musí být jemnozrná, uklidněná a musí mít požadovanou vrubovou houževnatost při teplotě -20°C. V současné době tyto podmínky splňují např. oceli S235J2G3 nebo S355J2G3. Dále ještě požadujeme, aby materiál měl příslušný klasifikační stupeň s ohledem na velikost a počet přípustných vad.

S kvalitou materiálu úzce souvisí technologie výroby ocelové konstrukce. Technologie výroby bezprostředně ovlivňuje míru vneseného vrubového účinku do konstrukce. Jedná se v první řadě o velikost vlastních pnutí a v druhé řadě o vlastní tvarové vruby zaviněné nekvalitní prací a nedostatečnou kvalitativní kontrolou. V tomto bodě se jedná hlavně o kvalitu svarových spojů, ale i o kvalitu hran a povrchu základního materiálu.

Další velmi podstatnou příčinou vzniku únavového porušení je použití nedostatečně výstižného výpočetního modelu pro hodnocení únavové pevnosti. Projektant převážně uvažuje při posouzení jednotlivých detailů konstrukce z hlediska únavy pouze normálová a smyková napětí potřebná pro posouzení příslušného prvku v mezním stavu pevnosti a trochu zapomíná na detailnější statický rozbor skutečného chování posuzovaného detailu. Pro odstranění tohoto nedostatku je vhodné navrhopvat taková konstrukční řešení, u kterých je statické působení jednoduché a průhledné. V ostatních případech je nutné provádět podrobnější analýzu napětí. Většinou lze pracovat se zjednodušeným výpočetním modelem. Pouze výjimečně je nutné modelovat detail konečnými prvky. Cílem je nalezení rozhodujících rozkmitů napětí od provozního zatížení a pro ně provést posouzení únavové pevnosti nebo navržení změny konstrukčního řešení tak, aby se rozkmity napětí snížily. Na otázku, jak složitý a podrobný musí být teoretický model posuzovaného detailu, neexistuje jednoznačná odpověď. S ohledem na poměrně značný rozptyl výsledků únavového chování konstrukcí lze postupovat vědomě i na straně výrazně bezpečné.

Důkazem důležitosti těchto úvah je skutečnost, že ze tří základních parametrů ovlivňujících únavovou pevnost (rozkmit napětí, počet cyklů, míra vrubu) výrobce a projektant mohou zásadně ovlivnit pouze míru vrubového účinku, aniž by kvůli únavě byla zesilována konstrukce.

Ve všech čtyřech uvedených příkladech únavově porušených drážních mostů projektant nenašel rozhodující rozkmit napětí, který měl za následek vznik únavových trhlin po mnoha letech provozu. Dá se říci, že se projektant o to většinou ani nesnažil. Je však nutno uvést, že úroveň znalostí z oblasti únavy ocelových konstrukcí byla v době návrhu těchto mostů podstatně menší než dnes. V současné době máme dostatek technických možností, abychom mohli formulovat následující doporučení pro projektanty. Pro zajištění požadované životnosti drážních mostů je nutné podrobněji rozpracovat pružnostní analýzu jednotlivých detailů konstrukce, ve kterých lze očekávat vysoký rozkmit napětí od provozního zatížení. Samozřejmou skutečností zůstává správná volba materiálu a zajištění kvality výroby.

4. Posouzení podle revidované ČSN 73 6205 - 1999

Postup výpočtu únavové pevnosti vychází z ČSN 73 1414 - 1998. Zatížení se uvažuje podle ČSN 73 6203 - 1986. Pracuje se buď se spektrem zatížení uvedeným v tab I-11 ČSN 73 6203 nebo se používá ekvivalentní rozkmit napětí podle vzorce (8.10) z

ČSN 73 1401 - 1998.

Klasifikace detailů je uvedena v příloze C normy ČSN 73 6205 - 1999. Zařazení detailů k příslušným únavovým křivkám je identické s ČSN P ENV 1993 - 2. V porovnání s dosavadní ČSN 73 6205 - 1984 klasifikační tabulky obsahují různé technologické požadavky, které zatřídění ovlivňují.

V ČSN 73 1401 - 1998 jsou uvedeny tři různé křivky pro posouzení únavové pevnosti pro normálová napětí (viz. obr. 8.2). Nejpřiléhavější je bilineární křivka s prahovou hodnotou, která je v obr. 8.2 označena jako "a". Posouzení spolehlivosti detailu na únavu se provede na základě výpočtu celkového poškození únavou lineární kumulativní teorií podle vzorce (8.14) v ČSN 73 1401 - 1998. Počet cyklů N_i do porušení pro příslušnou kategorii detailu, se v případě normálového namáhání vypočte z rovnic (8.7) z ČSN 73 1401 - 1998.

Princip výpočtu zůstává stejný, jak jsme byli zvyklí. Formálně dochází ke změně v tom, že se již nezavádějí součinitele $\phi_{fat,i}$. Výsledky únavového posouzení se podle staré a nové ČSN 73 6205 v zásadě nemění. Výpočet podle ČSN 73 6205 - 1999 je kompatibilní s výpočtem podle ČSN P ENV 1993 -2.

Ve smyslu doporučení pro projektanty uvedeném v předchozím odstavci je nutné věnovat větší pozornost stanovení rozkmitu napětí, který vstupuje do výpočtu ve vzorcích (8.7) v ČSN 73 1401 - 1998.

5. Závěr

Posouzení únavové pevnosti u drážních mostů je neopomenutelným mezním stavem a musí být proto v projektové dokumentaci vždy obsaženo. Při návrhu nových konstrukčních řešení nebo nových detailů je účelné myslet již do předu na únavové posouzení. Při vlastním posouzení únavové pevnosti je nanejvýš žádoucí provádět hlubší pružnostní analýzu skutečného chování posuzovaného detailu konstrukce. Dále je nutné předepsat správnou kvalitu základního materiálu a svarových spojů a současně dbát na dodržení všech kvalitativních podmínek při výrobě a montáži.

Komorový spojitý most přes Ohři

Ing. Horáček, SUDOP Praha a.s.

I. ÚVOD

Návrh spojitého komorového mostu tvořil základní část obsahu projektové dokumentace stavby „ČD-DDC, Rekonstrukce mostu v km 160,319 trati Chomutov - Cheb“.

Uvedená rekonstrukce se týkala mostu, který se nachází na dvoukolejné trati, jenž byla dána do provozu jako jednokolejná již 9.11.roku 1871 (Buštěhradská dráha). Z této doby pochází spodní stavba mostu v koleji č. 2. Původní nosná konstrukce v této koleji byla v roce cca 1925 nahrazena novou ocelovou příhradovou konstrukcí s dolní mostovkou. Tato nosná konstrukce slouží v koleji č. 2 dosud a je v dobrém technickém stavu, přechodnost pro traťovou třídu D4 byla přepočtem prokázána.

V roce 1898 byla trať zdvoukolejněná, doplněná o stávající kolej č.1. Až do začátku rekonstrukce (r. 1998) sloužila v dané koleji původní příhradová nosná konstrukce z minulého století. Stav této nosné konstrukce byl již zcela nevyhovující. Příčinou tohoto stavu byly především:

- rozsah koroze
- havarijní stav podélníků (trhlíny) a z toho plynoucí
- nízká zatížitelnost (bylo nutné značně snížit traťovou rychlost na mostě)
- nevhodné prostorové uspořádání.

S ohledem na tento neutěšený stav konstrukce v koleji č. 1 bylo nezbytně nutné provést její generální rekonstrukci - náhradu novou ocelovou konstrukcí.

Na základě výsledků soutěže vypsané ČD, Stavební správou Plzeň bylo zpracování projektové dokumentace výše uvedené stavby svěřeno SUDOPu Praha a.s.

Stavba zahrnovala:

- výměnu nosné konstrukce v koleji č.1
- nezbytné úpravy spodní stavby
- sanaci **celé** spodní stavby včetně navazující kamenné klenby

II. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace byla zpracována v termínu 12/1995 až 5/1996 a navazovala na předchozí stupeň zpracovaný rovněž v SUDOPu Praha a.s.

V následujícím je stručně popsáno technické řešení rekonstrukce daného mostu.

A. Horní stavba

1. PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ NA MOSTĚ

Most leží zčásti v přímé a zčásti v přechodnici. Přibližně 6m za koncem mostu (ve směru staničení) navazuje na přechodnici směrový levostranný oblouk $R=270m$. Niveleta koleje stoupá ve směru na Cheb (ve směru staničení) 2,16 ‰. Kolej na mostě je zčásti bez převýšení (v přímé), zčásti v převýšení. Maximální převýšení v oblouku je 125mm.

Dle ČSN 73 6201 byl na mostě při návrhu uplatněn MPP 2,5 resp. MPP 2,5R.

Maximální traťová rychlost na mostě je 70km/h.

2. ZATÍŽENÍ

Trať je zařazena do 2. třídy dle kategorie železničních tratí z hlediska mostů, most byl tedy navržen na zatížení vlakem ČSD-T dle ČSN 73 6203.

3. VLASTNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce byla navržena jako ocelová, komorová s horní mostovkou a průběžným kolejovým ložem.

Rozhodujícími důvody, které vedly k návrhu komorové nosné konstrukce s horní mostovkou byly především:

- šířka světlého obrysu konstrukce
 - Vzhledem ke vzdálenosti osy koleje č.1 od obrysu konstrukce v koleji č.2 byla tato šířka jedním z rozhodujících faktorů při návrhu.
- osová vzdálenost ložisek v příčném směru
 - V případě konstrukce s dolní mostovkou se ložiska umístěná pod hlavními nosníky dostala do kolize s úložnými bloky sousední konstrukce.
 - V případě spojitě konstrukce s horní mostovkou bylo možné i při velké šikmosti přemostění uložit nosnou konstrukci na pilířích kolmo.
- tuhost v kroucení
 - Na rozdíl od trámové konstrukce poskytuje spojitá komorová půdorysně zakřivená konstrukce, díky své velké tuhosti v kroucení při nižší konstrukční výšce, lepší kvalitu jízdní dráhy.

Ze statického hlediska působí konstrukce jako spojitý nosník o třech polích, rozpětí 30,72+30,48+31,44m. Vzhledem ke směrovému vedení koleje na mostě (viz výše) byla nosná konstrukce navržena v půdoryse zakřivená (přímá, oblouk $R=450\text{m}$). Uložení konstrukce bylo navrženo jako kolmé na stávající upravené spodní stavbě. Při návrhu ocelové konstrukce byla použita převážně ocel 11378. Pouze nad pilíři byly stěny a dolní pás navrženy z oceli 11503. Důvodem tohoto rozdělení materiálu byly vysoké hodnoty napětí nad pilíři.

- Stěny komory tl. 16mm resp. 20mm v osově vzdálenosti 2,7m jsou po celé délce nosné konstrukce vyztuženy jednostrannými příčnými výztuhami tvaru T a v oblasti nad pilíři i podélnými výztuhami.
- Dolní pás komory tl. 25mm je vyztužen podélnými výztuhami profilu T a příčnými výztuhami I220.
- Mostovka tl. 20mm vyztužená příčnými a podélnými výztuhami má po celé délce mostu oboustranný sklon 3%.
- Z důvodu zajištění potřebné tuhosti příčného řezu byla konstrukce vyztužena
 - nad podporami plnostěnnými difragmaty
 - v polovině a ve čtvrtinách rozpětí pole příhradovým ztužením (diagonály -V)
- Výška stěny žlabu kolejového lože na vnější straně byla navržena po délce proměnná z důvodu změny hodnoty převýšení koleje na mostě ($p=0\text{mm}$ až $p=125\text{mm}$).

- Izolace žlabu kolejového lože byla navržena jako stěrková resp. stříkaná (bez ochrany) na polyuretanové bázi.
- Ložiska mostu byla navržena jako elastomerová podle DIN 4141/14 typ 4. Tato ložiska jsou kotvena pomocí trnů do úložných bloků.
- Nosná konstrukce byla vzhledem k zakřivení rozdělena do dvou dilatačních úseků (60,2+31,44m). Pevné ložisko bylo tedy umístěno na chebském pilíři.
- Přejít z nosné konstrukce na opěry byl řešen jako těsněný (ve smyslu MVL 102). Dilatační spára mezi opěrou a konstrukcí je těsněná dilatačním zřízením 3W-80.

B. Spodní stavba

Při návrhu rekonstrukce resp. sanace spodní stavby se vycházelo z inženýrsko-geologického a stavebně-technického průzkumu spodní stavby.

Statickým posouzením základové spáry byla prokázána její stabilita a dostatečná únosnost i v novém stavu. Na základě tohoto zjištění byla navržena standardní úprava stávající spodní stavby:

- výstavba nových úložných prahů a s tím související bourání stávajícího zdiva
- zpevnění kamenného zdiva pilířů a opěr (žula) injektáží
 - vzhledem k výsledkům vodní tlakové zkoušky byl navržen rastr 1,5x1,5m
- povrchové ošetření zdiva, tj. očištění a spárování

III. REALIZACE

Na základě soutěže byla za hlavního dodavatele stavby vybrána firma IPS Ostrava a.s.

Rozhodujícími subdodavateli byly:

- VOEST-ALPINE I.C.E. Slaný - výroba ocelové konstrukce
- STAMAKOCEL - montáž ocelové konstrukce
- SOŽ Zábřeh n.M. - podélný a příčný zásun nosné konstrukce

Realizace stavby proběhla podle schválené projektové dokumentace s výjimkou technologie podélného a příčného zásunu NOK.

A. Výroba OK

Z důvodu expedice a montáže byla nosná konstrukce rozdělena v podélném směru do pěti v příčném směru do tří montážních dílů (vlastní komora + konzoly). S ohledem na dopravu byl maximální přepravovaný rozměr 3,22x2,215x20,175m a maximální hmotnost 47t. Všechny díly byly před dopravou na staveniště opatřeny metalizací. Doprava dílů byla realizována po železnici.

B. Montáž OK, zásun OK

Montáž ocelové konstrukce proběhla na montážní plošině na chomutovské straně, tj. na pravém břehu. Na této montážní plošině byla kompletně sestavena ocelová konstrukce (včetně zábradlí a kabelových žlabů) a dokončena její povrchová protikorozní ochrana spolu s izolací mostovky.

Na základě upřesnění dokumentace ze strany investora byl pro izolaci žlabu kolejového lože použit izolační systém ELIMINATOR fy Stirlig Lloyd.

Osazení této cca 93m dlouhé zakřivené konstrukce do definitivní polohy bylo provedeno ve třech fázích:

- podélným výsunem po vysouvací dráze umístěné mimo osu koleje
 - vysouvací dráha byla vytvořena z mostovky a dolních pasů hlavních nosníků ŽM60. Dráha byla podepřena pilíři PIZMO
- příčným zásunem do osy
- spuštěním na ložiska do definitivní polohy

Zalítí elastomerových ložisek do úložných bloků bylo provedeno rovněž ve třech fázích:

- ložiska neposuvná v podélném směru
- ložiska na opěře a pilíři, která sousedí s ložisky v bodě 1.
- ložiska na vzdálenější opěře

IV. ZÁVĚR

Návrh uvedené nosné konstrukce představoval v době zpracování projektové dokumentace z konstrukčního hlediska standardní řešení. Výjimkou bylo pouze použití těsněného přechodu konstrukce na opěru a použití elastomerových ložisek.

V současné době představuje těsněný přechod z konstrukce na opěru u ocelových konstrukcí zcela standardní řešení. Návrh tohoto přechodu se provádí dle MVL 102.

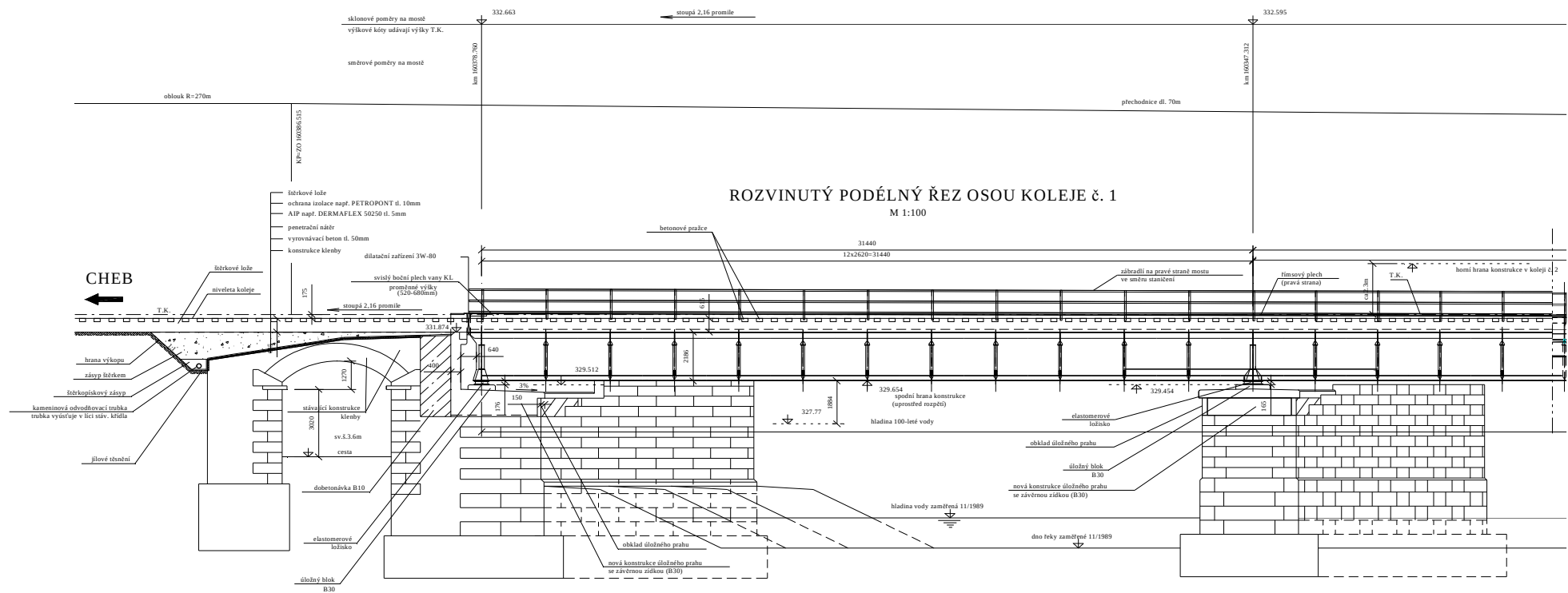
Použití elastomerových ložisek u spojitých konstrukcí není u železničních mostů zcela obvyklé ani v současné době. Při návrhu těchto ložisek je třeba počítat s tzv. vratnými silami, které více či méně ovlivňují jak dimenze ložisek, tak dimenze spodní stavby. Dále je nutné při návrhu, zvláště u spojitých konstrukcí, důkladně zpracovat technologii osazení těchto ložisek s ohledem na teplotní změny a tím vznikající vratné síly.

Z dispozičního a statického hlediska představoval návrh konstrukce nestandardní řešení z důvodu po délce proměnného zakřivení spojitě konstrukce a jejího šikmého křížení s přemostěvanou překážkou.

Dle názoru zpracovatele se jeví výše popsaná nosná konstrukce díky svým vlastnostem jako jedno z možných řešení při náhradách starých nosných konstrukcí především na koridorových tratích.

Na těchto tratích se vyskytují úseky s množstvím vícepolových šikmých mostů situovaných v oblouku. Při náhradách starých nosných konstrukcí u těchto mostů, prováděných především v rámci optimalizace příslušného traťového úseku, se často nabízí spojitá komorová konstrukce jako jediné možné řešení. Důvodem je poskytovaná kvalita jízdní dráhy, při dané konstrukční výšce, vyplývající

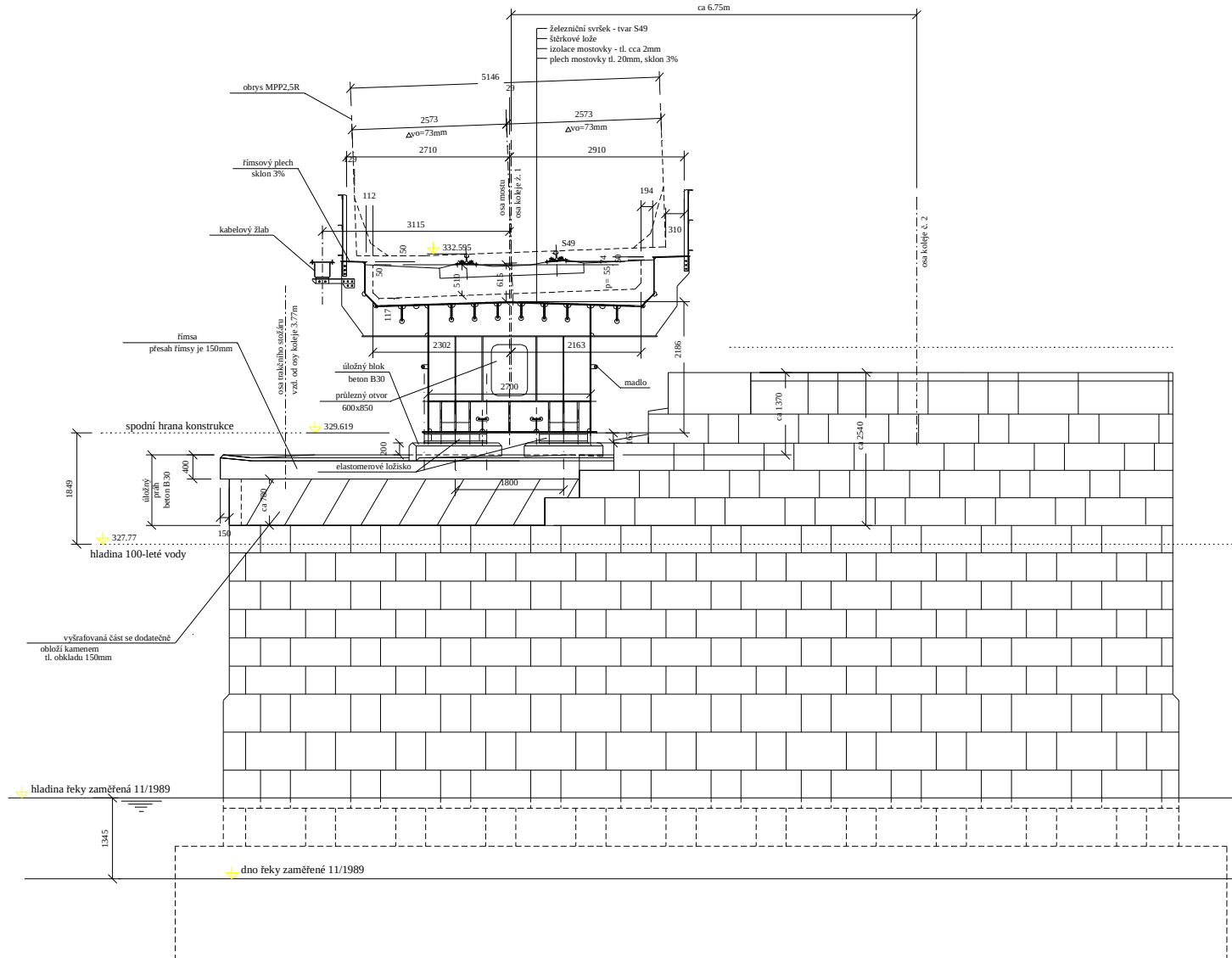
- z vysoké torzní tuhosti komorové konstrukce
- a z možnosti jejího kolmého uložení na mezilehlých podporách (jedno ložisko na pilíři).



PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTEM S POHLEDEM NA CHEBSKÝ PILÍŘ (geometrické uspořádání v místě uložení pohled ve směru staničení)

excentricita $e_x=29\text{mm}$
převýšení $p=55\text{mm}$

stavební výška: 2976mm
konstrukční výška: 2186mm
ca 6.75m



Praktické zkušenosti z průběhu kontrolních činností při realizaci povrchových ochrann mostů

Ing. Petr GRAEBER - VIDEFKOR, 28. října 2025, 738 04 Frýdek - Místek

Pracovníci firmy VIDEFKOR mají mnohaleté zkušenosti z konzultační činnosti v oboru protikorozi ochrany. Tato přednáška seznamuje všeobecně s momenty, které se staly při dozorování realizací povrchových ochrann nejen na mostech. Fotografie zachycují reálný stav situací. Konkrétně se jedná o následující stavby:

1994 - železniční most přes Ohři v Žatci

1996 - dva mosty přes dálnici D5 Plzeň - Rozvadov

1996 - železniční most v Bílovicích přes Svitavu 164,018 km Brno - Skalice

1996 - silniční most přes řeku Odru v Ostravě -Hrušově

1997 - železniční most ve Skochovicích

1997 - železniční most v Hodoníně

1998 - nadchod přes ulici Místecká v Ostravě-Vítkovicích

1998 - železniční most v Opavě-Komárově

1998 - železničního mostu na trati Cheb - Plesná st. hranice

- **projekční příprava**

Dobře zpracovaný projekt musí obsahovat veškeré povinnosti, požadavky a práva investora, dodavatele a odborného dozoru.

- nutnost dodržovat základní zásady důležité pro povrchovou ochranu.
- vzdělávat zákazníky, jak správně zvolit povrchovou ochranu
- je nejlevnější povrchovou ochranu opravdu nejlevnější? Syntetika stále žije
- myslíte si, že se barevné rozlišování jednotlivých vrstev je běžnou záležitostí?
- rozdílný význam termínů délka životnosti NS a garanční doby
- kontrolní plocha?

- **příprava povrchu před nátěrem**

Nejdůležitější činnost, ovlivňující délku životnosti nátěrového systému

- ruční čištění - na stavbě
- tryskání abrazivem -jde o činnost nejpracnější, nejdéle trvající a také nejdražší
- písek x ostatní abraziva = ekonomika x ekologie

- tryskání zajišťuje dlouhé životnosti nátěrového systému
- realizační firmy se zase snaží tryskat co nejlehčím způsobem, co nejrychleji a s co největší úsporou materiálu.

- **kontrola klimatických podmínek**

- podceňovaná složka při natírání (teplota podkladu, relativní vlhkost, teplota vzduchu a rosný bod)

- **měření mokré tloušťky povlaků dle ISO 2808**

- nerezové a plastové „mokrý měřky“ šetří peníze natěračům
- nanese-li více nátěrové hmoty jsou ztraceny na materiálu, nanese-li málo nátěrové hmoty jsou ztraceny na práci, neboť musí natírat ještě další vrstvy
- kontrola obsahu sušiny v dodaných nátěrových hmotách

- **měření suché tloušťky povlaků dle ISO 2808**

- vlastnictví přístroje neznamena, že naměřené hodnoty jsou správné
- umění kalibrace (správnost kalibrace, ověřování správnosti měření, péče o přístroj)
- ukázky (kalibrace na kolejnici, kalibrace na rozsah 0 - 600 μm x měření hodnot pod 100 μm , kalibrace na hladké destičce a odpočet 30 μm jako drsnost po tryskání)

- **zkouška přilnavosti**

- odtrhová zkouška přilnavosti dle **ISO 4624**
- mřížková zkouška přilnavosti dle **ISO 2409**

- **zkouška těsnosti povlaku (porezita)**

- vysokofrekvenční elektrojiskrový přístroj se používá jen u tlustších povrchových ochranných především izolace, pogumování, plastové výstelky, špachtlovací hmoty.

- **kontrolní plochy**

- natěračské firmy se chrání před nekvalitními nátěrovými hmotami
- dodavatel nátěrových hmot se chrání před nekvalitní aplikací
- investor se chrání před dohadováním kdo za to může, že povrchová ochrana spadla

- POZOR! Některé kontrolní plochy jsou vždy provedeny kvalitněji než ostatní plochy, protože zástupce dodavatele nátěrových hmot na tomto postupu trval!

- **OŘJ uvnitř natěračské firmy versus nezávislý investorský dozor**

- při kontrolní činnosti pro natěračskou firmu, při jedné realizaci povrchové ochrany, vše probíhalo bez problému až do okamžiku, kdy pro nevhodné klimatické podmínky byly dozorem přerušeny natěračské práce. Natěračská firma potřebovala denně natřít určitý počet metrů čtverečních a proto zde nebyl vůbec žádný prostor pro jakékoliv přestávky. Vedení firmy rozhodlo okamžitě o pokračování nátěrů i na úkor kvality a dozor, jenž byl závislý na platbách stejného vedení byl bezmocný.

- dojde-li ke stejné situaci a je-li odborný dozor ve spojení s investorem, je jeho pozice zcela opačná a investor má záruku, že práce je prováděna podle technologického postupu.

- **oprávněnost kontrolní činnosti**

- kontrolní činnost by měli dělat lidé mající k tomu příslušné oprávnění, zkušenosti, přístrojové vybavení a morální vlastnosti

- FROSIO Inspektor - mezinárodní oprávnění pro dozorování povrchových ochrany je pravděpodobně zatím nejvyšším vzděláním v naší republice (konkurenční NACE Inspector)

- **kontrolní protokol**

- co by měl obsahovat kontrolní protokol

- **české firmy versus zahraniční dodavatel**

- kvalita závisí na jednotlivcích. Každý natěrač odvádí práci vlastním rukopisem.

- firma s bohatou historií, krásnou knihou referencí a s velkým počtem různých certifikátů, včetně ISO, ale špatná kvalita tryskání i provedení nátěrů x firma „pouze“ s velmi dobrými natěrači, ale kvalitní nátěry

Závěr

Na protikorozi ochranu a povrchovou ochranu obzvláště se většinou stále ještě pohlíží jako na poslední a „zbytečnou činnost, která, bohužel, je součástí projektu“.

Nové mosty v naší republice tvoří výjimku.

Úkolem kontrolní firmy není ukázat svou moc hrůznými zápisy ve stavebních denících při zdůrazňování nedostatků, ale hlavním úkolem je poradit aplikační firmě, jak dosáhnout požadované kvality povrchové ochrany a svou přítomností a dozorováním zajistit investorovi tuto kvalitu.

Společným cílem je kvalitní povrchová ochrana. Natěrač musí chtít odvést kvalitní práci, technický dozor je pomocnou rukou investora, který požaduje a platí jen za kvalitu.

Moderní kombinované povlaky pro dlouhodobou ochranu proti korozi ocelových konstrukcí

HoMa Praha, Ing. Miroslav Havrda
České dráhy, Ing. Milan Kučera

Kombinované povlaky představují v současné době protikorozní ochranu, která i v agresivních prostředích je schopna zajistit dlouhodobou ochranu oceli. Jedná se o povlaky ze zinku, hliníku a jejich slitin v kombinaci s organickými ochrannými vrstvami. U těchto kombinovaných povlaků se uplatňuje tzv. synergický účinek.

Má-li tento systém zajistit ocelovému povrchu dlouhodobou ochranu, musí splňovat řadu konkrétních požadavků, z nichž důležitým a často rozhodujícím požadavkem je potřebná interakce kovového povlaku s nátěrem, která musí vést k zabezpečení přilnavosti mezi nátěrem a kovovým povlakem a zamezit vzniku třetí fáze na tomto rozhraní, tj. zamezit vzniku koroze kovového povlaku a narušení adhezních vazeb mezi ním a nátěrem.

Kombinované povlaky, i přes zvýšené pořizovací náklady, se v ČR uplatňují již více jak 30 let. Podobné zkušenosti jsou i v zahraničí, např. zkoušky ochrany ocelových konstrukcí plošin pro těžbu ropy z mořského dna ukázaly, že metalizované povlaky tloušťky 80 um kombinované s nátěrem byly po 18 letech v dobrém stavu (1). Podobně zkoušky provedené v mořské vodě u čínského pobřeží, kde obsah solí se pohybuje od 3,38%-3,44%, ukázaly, že kombinovaný povlak vede ke dvojnásobnému zvýšení životnosti a to až na 40 let (2). V posledních letech byla publikována řada prací s podobnými vynikajícími praktickými výsledky s kombinovanými povlaky 3, 4, 5, 6, 7.

Povlaky ze zinku, hliníku a jejich slitin se zhotovují žárovým procesem (ponorem do taveniny), metalizací a elektroliticky. Pochopitelně, způsob zhotovení má vliv na rozdílnou morfologii a charakter povrchu povlaku. Povrchy povlaků zhotovených žárovým stříkáním (metalizací) se vyznačují relativně vysokou drsností, pórovitostí a velkým specifickým povrchem. Přilnavost většiny typů nátěrů na tomto povrchu je velmi dobrá.

Výsledkem rozsáhlého korozního programu provedeného v r. 1997 ve SVÚOM Praha (korozní zkoušky různých org. povlaků na metalizovaných vzorcích s povlakem Zn a povlakem ze slitiny ZnAl 15) potvrdily velmi dobrou přilnavost i u vysokosušinných nátěrů a nátěrů pigmentovaných železitou slídou. Nižší přilnavost oproti výše jmenovaným org. povlakům vykazaly pouze alkydové nátěry (8).

Nové slitinové povlaky na bázi Zn a Al

Široké uplatnění kombinovaných povlaků v oblasti ocelových konstrukcí, v automobilovém a spotřebním průmyslu v průmyslově vyspělých státech byl dán vývojem slitin ZnAl pro povlaky, které se vyznačují nejen vysokou korozní odolností, ale i vynikajícími mechanickými vlastnostmi jako je tažnost, otěruvzdornost apod. Vynikající korozní vlastnosti těchto slitinových povlaků umožňují snížení jejich tloušťky, čímž se stávají i ekonomicky výhodnými v kombinaci s nátěry.

Většina aplikací ocelových výrobků vyžaduje dva typy ochrany proti atmosferické korozi: pasivní a elektrochemickou ochranu.

Hliník je dobrým pasivním povlakem, ale neposkytuje elektrochemickou ochranu oceli. Zinek se vyznačuje vynikající elektrochemickou ochranou, ale pasivně nechrání tak dobře jako hliník. Výzkumníci byli již dávno přesvědčeni, že určitá binární slitina Zn-Al by spojovala výhody obou typů ochrany, což znamená výrazné zlepšení protikoroze ochrany ocele.

Po intenzivním výzkumu (před cca 20 lety) došlo k rozsáhlým aplikacím několika slitin ZnAl na celém světě. Odhaduje se, že do r. 1994 bylo vyrobeno více jak 10 miliónů tun oceli s těmito slitinovými povlaky. Při aplikaci těchto slitinových povlaků bylo dosaženo nejen podstatného zvýšení kvality povlaků, ale realizace těchto povlaků má i příznivé ekologické důsledky (9).

Ze slitin, které podstatně ovlivnily tento trend jde zejména o:

GALFAN - slitina ZnAl pro kontinuální zinkování plechů, drátů a trubek

TECHNIGALVA - slitina ZnNi pro kusové zinkování ponorem O. K.

ZnAl15 - slitina ZnAl v drátu pro povlaky zhotovené žárovým stříkáním (metalizací)

GALFAN: eutektická slitina ZnAl cca 5% Al. Významné je, že korozní odolnost povlaku u slitiny GALFAN je více jak 2x vyšší oproti povlaku ze Zn.

Technigalva: slitina ZnNi pro žárové zinkování O.K. kde se v lázni udržuje obsah Ni v rozmezí koncentrace 0,05 - 0,06 % Ni. Význam zavádění této slitiny spočívá v tom, že se umožňuje žárové pozinkování i vysokopevnostních ocelí.

V ČR jsou již 3 zinkovny, které používají tuto slitinu (první byl PROMPTUS Děčín).

ZnAl15: slitina v drátu s 85 % Zn a 15 % Al

Tato slitina byla vyvinuta před několika lety za účelem zvýšení antikoroze vlastností žárově stříkaných povlaků pro ocelové konstrukce a strojní zařízení.

V průmyslově vyspělých zemích se pro žárové stříkání O. K. používá převážně tato slitina.

POVLAK ze slitiny ZnAl15 je složen ze dvou fází, jejichž kombinace zvýhodňuje vlastnosti Zn a Al to je:

povlak zajišťuje katodickou ochranu oceli

povlak, díky fázi Al, má vysokou chemickou a mechanickou odolnost

Bohužel, z neznalosti odborné problematiky řada čs. projektových organizací dosud předepisuje korozně nevhodné a ekonomicky nákladné povlaky typu Zn 40 um + Al 160 um a to přesto, že od 1.1.1996 je v platnosti nová norma ČSN-EN 22063, která tuto skladbu povlaku vylučuje. Vzhledem k vysoké korozní odolnosti slitinového povlaku ZnAl15 je možno předepsat tloušťky v rozmezí 80 – 120 um (podle agresivity prostředí), čímž se náklady snižují.

Při specifikaci povlaků pro protikoroze ochranu železničních mostů a doprovodných ocelových konstrukcí by se vždy mělo vycházet z těchto faktorů:

- dlouhodobou životnost povlaků může zajistit pouze kombinovaný povlak na bázi slitinového povlaku ZnAl a org. povlaku (nejvyšší efektivnost protikoroze ochrany O. K.)

- případná obnova kombinovaného povlaku je vysoce efektivní, protože není nutno použít nákladné předúpravy povrchu tryskáním a dále lze aplikovat pouze nátěr, čímž se podstatně zkracuje doba výluky.

Závěr

Celosvětovým trendem je používání kombinovaných povlaků na bázi slitin ZnAl + nátěr. U těchto typů povlaků se uplatňuje tzv. synergický účinek. Vzhledem k vyšší korozní agresivitě atmosféry v ČR oproti průmyslově vyspělým státům, lze proto doporučit tyto kombinované povlaky vždy, kdy je požadována dlouhodobá protikorozní ochrana ocelových konstrukcí.

Literatura:

/1/ Fischer, W. H. Thomson, R. Rosbrook, J. Murali: Materials Perform. 34(4), 27-35 (1995), /2/ Xu, M. Shining, J. Wang: Surface Engineering 11(1), 38-40 (1995), /3/ E. Townsend: Materials Perform. 32(4), 68 (1993), /4/ Delphire: Galvo-Organo-Tr.-Surf. 92(629), 762-772 (1992), /5/ J. Shen, Y. M. Chen, Z. P. Yu: Mater. Mech. Eng. (China) 17(6), 53-54 (1993), /6/ Van Eijnsbergen: Galvo-Organo-Tr.-Surf. 92(629), 775-778 (1992), /7/ Výzk. zpráva SVÚOM, 1996: Rozhraní povlaků (Zn, Al) a organických povlaků, /8/ Výzk. zpráva SVÚOM, 1997: Hodnocení ochranné účinnosti kombinovaných povlaků, /9/ Mosty 1998 – 3. mez. sympozium Brno, přednáška: Paul Delpire: „The New Trends of Anti-Corrosion Protection of Bridges and Steel Structures“.

Ukázky některých kombinovaných povlaků na mostech v ČR a v zahraničí

obr. 1. Beez Viaduc (Belgie)

(aplikace: slitinou ZnAl15 120 um + epoxydový + polyuretanový nátěr)

obr. 2. Ardennes Bridge (Belgie)

V r. 1990 byl aplikován kombinovaný povlak slitinou ZnAl 80 um + epoxydový a polyuretanový nátěr (cca 60.000 m²)

obr. 3. Princesse Charlotte Bridge (Lucembursko)

(Aplikace ZnAl + zinchromát. nátěr + 3 vrstvy alkydového nátěru v r. 1965)

Pozn.: První oprava byla provedena v r. 1991 a to pouze nátěrem, protože nedošlo k žádnému podkorodování metalizovaného povlaku

obr. 4. Alma Bridge (Francie)

V r. 1972-1973 byl aplikován povlak ZnAl15 tloušťky 120 um + 4 vrstvý nátěr. V r. 1991 provedena první oprava a to pouze nátěru, protože nikde nedošlo k podkorodování metalizovaného povlaku

Pozn.:

Uvedené realizace kombinovaných povlaků v agresivním prostředí jednoznačně ukazují v praxi na jejich dlouholetou životnost. Náklady na repasi se podstatně snižují, protože se provádí pouze aplikací nátěry s nenáročnou předúpravou povrchu.

obr. 5 a obr. 6. Železniční most (hraniční most Vejprty)

Aplikace komb. povlakem ZnAl15 tl. 120 um + nátěr

obr. 7 a obr. 8 Železniční most Plesná - Cheb

Aplikace komb. povlakem ZnAl15 tl. 120 um + nátěr

obr. 9 a obr. 10 Železniční most Dvořiště - Č. Budějovice

Aplikace komb. povlakem ZnAl15 tl. 120 um + nátěr

Pozn.: Obrázky budou zveřejněny na konferenci.

Měření odezvy vybraných železničních mostů na provozní zatížení

Prof. Ing. Hynek Šertler, DrSc., Ing. Bohumil Culek ml.

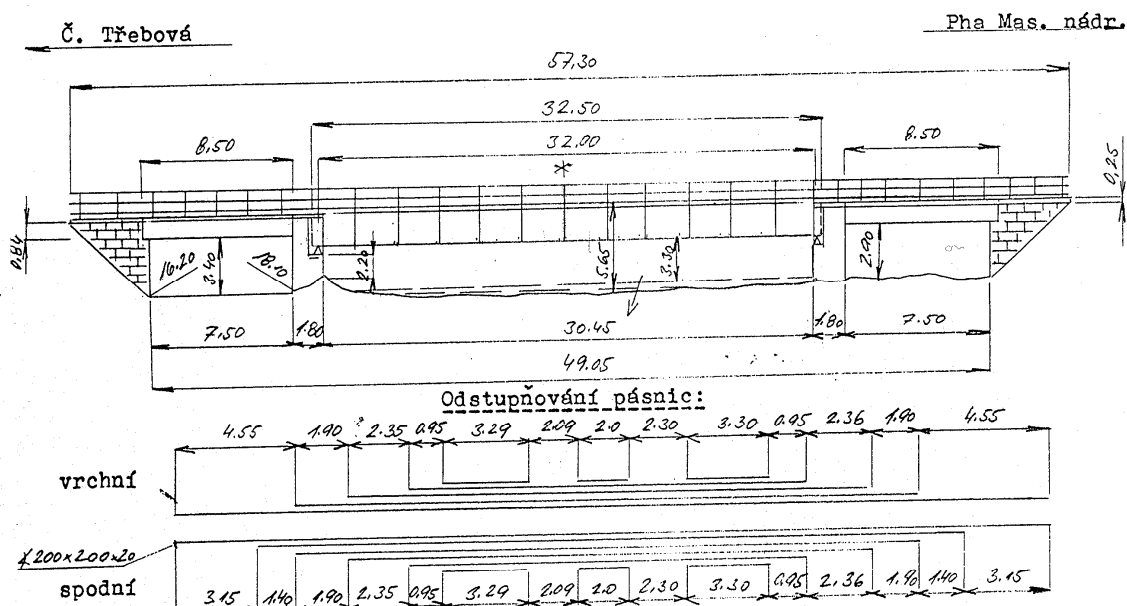
UNIVERZITA PARDUBICE, Dopravní fakulta Jana Pernera, Studentská 84, 53210 Pardubice

Úvod

Pro vyhodnocování provozní spolehlivosti a provozní zatížitelnosti mostních ocelových konstrukcí je nutné vycházet z experimentálně získaných podkladů. Tyto podklady lze získat např. pomocí tenzometrických měření odezvy od provozního zatížení. V článku jsou stručně uvedeny některé zkušenosti z měření a vyhodnocení dvou ocelových mostních konstrukcí.

Měření, zpracování a vyhodnocení odezvy od zatížení na ocelovém železničním mostu přes Tichou Orlici v Chocni (v evidenci SDC Pardubice registrován jako most 049, km 270.366).

Práce vychází z konkrétního reálného měření, které uskutečnila firma ATEKO a.s. Hradec Králové pro Univerzitu Pardubice (Dopravní fakultu Jana Pernera, katedru infrastruktury). Měření bylo provedeno na jaře roku 1996 na ocelovém železničním mostu pře Tichou Orlici v. Jednalo se o tenzometrické měření vybraných míst konstrukce za provozu. Schématický náčrt mostní konstrukce je znázorněn na obr.č.1.

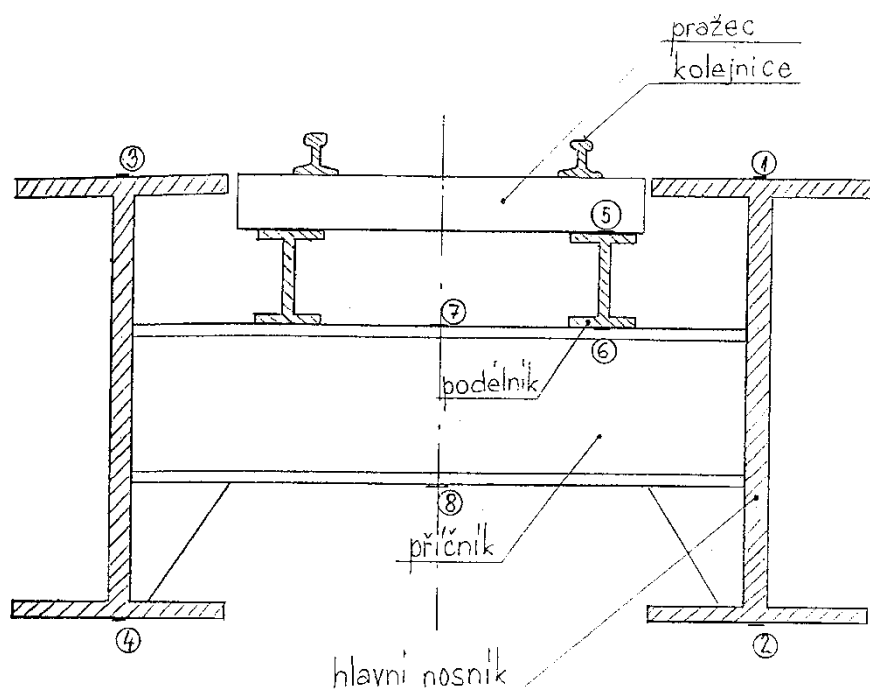


Obr.č.1. schématický náčrt konstrukce

Na konstrukci bylo vybráno celkem osm měřených míst (tenzometry T1..T8) :

- | | |
|----|--|
| T1 | - hlavní nosník vpravo ve směru jízdy z Chocně – horní pásnice |
| T2 | - hlavní nosník vpravo – spodní pásnice |
| T3 | - hlavní nosník vlevo – horní pásnice |
| T4 | - hlavní nosník vlevo – spodní pásnice |
| T5 | - pravý podélník – horní pásnice |
| T6 | - pravý podélník – spodní pásnice |
| T7 | - příčník – horní pásnice |
| T8 | - příčník – spodní pásnice. |

Přesné místo umístění, typ, způsob připevnění a ochrany tenzometrů jsou zobrazeny na obr.č.2. Pro měření byl použit měřící systém M1000 firmy Mikrotechna, výstup byl zaveden na měřící kartu ADC 1216 firmy Adicom Praha. Programem INMES bylo zajištěno řízení této karty a ukládání měřených dat na disk. Frekvence snímání byla stanovena na 70Hz. Měření bylo prováděno 24 hodin a to od 6:45 hod. dne 22.5.96 do 6:45 hod. dne 23.5.96. Celkem bylo zaznamenáno 96 průjezdů osobních, nákladních vlaků a samotných lokomotiv.



Řez mostem uprostřed mezi 6. a 7. příčnicí.
(počítáno od břehu vzdálenějšího od stanice)
M.m.č. 1 - 6 jsou v tomto řezu,
m.m.č. 7 a 8 jsou na 6. příčnici.

obr.č.2. schéma umístění tenzometrů

Měření bylo prováděno tak, že systém zaznamenávání byl aktivován vždy při přiblížení se soupravy k mostu a deaktivován po projetí soupravy po mostu. Kvůli neustálé aktivaci a deaktivaci systému bylo zřejmě nutné systém v určitých časových krocích překalibrovat. Díky tomuto způsobu měření se v naměřených datech vyskytovaly určité nedostatky :

- chybí začátek signálu
- chybí konec signálu
- kalibrace dat není jednotná
- místy se vyskytující nelogické výchyly (zpravidla na konci záznamu)

Z tohoto hlediska se jeví jako mnohem vhodnější kontinuální zaznamenávání po dobu 24 hodin. Protože program INMES neumožňuje sečtení všech signálů a jejich následné vyhodnocení, bylo třeba použít jiný programový produkt. Tímto produktem byl v našem případě systém DISYS firmy Merlin.

Data zaznamenaná systémem INMES byla pro pozdější vyhodnocování překalibrována z následujících důvodů:

- jednotlivá měření na sebe navenazují
- záznamy z jednotlivých tenzometrů nejsou oddělené
- každý záznam má vlastní kalibraci
- zaznamenaná data nemají odpovídající rozměr
- data neobsahují napětí od dlouhodobého zatížení
- data nejsou uložena ve formátu, který by byl kompatibilní s jinými programy.

Byly provedeny následující úpravy naměřených dat (úpravy po sobě následují tak, jak jsou uvedeny) :

- převod binárního souboru na soubor typu text
- rozdělení textového souboru s osmi tenzometry na osm souborů, každý s jedním tenzometrem
- kalibraci a sečtení dat z jednotlivých tenzometrů
- přičtení stálé složky (napětí od dlouhodobého zatížení).

Systém INMES zaznamenává data v binárním tvaru. Díky tomu je hustota záznamu vyšší a soubor dat má menší paměťové nároky. Systém dále zaznamenává data ze všech osmi tenzometrů do jediného datového souboru. Každý datový soubor má podobu digitalizovaného vstupu na AD kartu. Datový soubor není upraven tak, aby přímo odpovídal měřené veličině (v našem případě MPa). Systém INMES kromě datového souboru dále vytváří ke každému záznamu soubor informační, kde je uvedena programová kalibrace. Tuto kalibraci pak systém INMES provádí při každé činnosti se záznamem znovu. Systém INMES je uzavřený programový produkt, tzn. neumožňuje export naměřených dat do jiných programových systémů. Proto bylo nutné datové soubory, které jsou v binárním tvaru, převést na univerzální tvar textový a ten následně upravit. Data v textové podobě bylo nutné rozdělit tak, aby byly jednotlivé tenzometry

samostatně. Tyto tenzometry je pak třeba překalibrovat tak, aby odpovídaly skutečnosti. Nakonec bylo nutné sečíst datové soubory, aby pro jednotlivé tenzometry vznikl kontinuální záznamy. Tímto způsobem byly získány kontinuální záznamy odpovídající 24 hodinovému měření ve zkrácené podobě. Takto upravené záznamy lze použít např. pro stanovení odhadu životnosti.

Pro úpravu naměřených hodnot byly vyvinuty následující podprogramy (Culek, B. ml., 1998):

- BIN_TEXT.EXE (převod binárního souboru na souboru typu text)
- TEXT_BIN.EXE (převod textového souboru na binární, tento převod je nutný z hlediska zpětné kontroly správnosti převodu z binárního souboru do textového).
- KANATEXT.EXE (rozdělení textového souboru s osmi tenzometry na osm souborů po jednom tenzometru)
- KALITEXT.EXE (rekalibrace naměřených hodnot)
- SECTEXT.EXE (sečtení rekalibrovaných hodnot).

Tenzometricky je možné zjistit pouze odezvu na provozní zatížení. Odezvu od stálého a dlouhodobého zatížení můžeme určit statickým přepočtem. Nejvhodnější se pro výpočet jeví metody konečných prvků umožňující zjistit odezvu přímo v místě měřeného detailu. Software, který pracuje na základě těchto metod je např. IDA Prima, IDA Nexis, ANSYS, NASTRAN, MARK. Přesnost výpočtu přímo závisí na stanovení výpočtového modelu. K přepočtu našeho mostu byl použit program IDA Prima s prostorovým výpočtním modelem. Abychom později mohli vyhodnocovat např. provozní zatížitelnost a životnost mostní konstrukce, musí zaznamenaná data obsahovat také odezvu od stálého a nahodilého dlouhodobého zatížení (stálá složka zatížení). Pro přičtení stálé složky zatížení byl vyvinut program SECSLOZ.EXE.

Takto připravené soubory odpovídající odezvě od celkového zatížení v místech jednotlivých tenzometrů můžeme zpracovat v závislosti na způsobu pozdějšího vyhodnocování (např. životnosti) pomocí Rain-Flow (RF), nebo pomocí stanovení spektrální výkonové hustoty (SVH). Zpracování pomocí RF nám umožňuje vyhodnotit provozní zatížitelnost podle (Šertler, H. – Vičan, J., 1997) a životnost podle pomocí hypotéz využívajících diskretizaci náhodného procesu napětí (např. Palmgren-Miner, Corten-Dolan). Zpracování pomocí SVH nám umožňuje vyhodnotit životnost pomocí hypotéz využívajících statistických parametrů náhodného procesu napětí (např. Rajcher, Novarov). V případě, kdy se rozhodneme stanovit životnost pomocí druhého z uvedených způsobů, je nutné ověřit, zda je proces stacionární.

Měření odezvy od zatížení na ocelovém železničním mostu přes Labe na trati Rosice n/Labem – Hradec Králové.

Jedná se o mostní objekt z roku 1967. Ocelové konstrukce jsou plnostěnné svařované s dolní mostovkou. Hlavní nosníky jsou navrženy jako spojitý nosníky o čtyřech polích s rozpětím 29,77 + 39,41 + 39,99 + 3,01 m. Jde o jednokolejný most. Celková délka mostu je 148,78 m, délka přemostění je 138,53 m. Měření mělo být uskutečněno v říjnu 1998. Veškeré přípravy byly provedeny, tenzometrické snímače nalepeny. Během diagnostické prohlídky mostu však byly zjištěny tak závažné závady,

že musela být zavedena přes tento objekt pomalá jízda. Opravu bylo možno provést až v prosinci 1998. Z tohoto důvodu bylo měření přeloženo na rok 1999.

Měření bude uskutečněno na 27 vybraných místech pomocí odporových tenzometrů firmy Hottinger-Baldwin Messtechnik. Měření je z hlediska časového rozděleno do tří 24 hodinových fází :

- 1) Měření odezvy od zatížení v horní a dolní pásnici hlavního nosníku v polovině rozpětí 1. a 2. pole (počítáno směrem od železniční stanice Rosice n/Labem), dále v místě 1. a 2. pilíře (počítáno směrem od železniční stanice Rosice n/Labem).
- 2) Měření odezvy od zatížení v horní a dolní pásnici podélníků a příčníků (měření odezvy od zatížení v mostovce). Místa tenzometrů jsou vybrány tak, aby se maximálně projevila odezva od zatížení momentem a zatížení podélnou silou.
- 3) Měření odezvy od zatížení ve vybraném detailu konstrukce. Měřený detail je vybrán z hlediska nejpravděpodobnějšího místa vzniku únavové trhliny (místo nejvíce namáhané zatížením mostní konstrukce).

Časový interval měření (24 hodin) je zvolen v závislosti na zatěžovacím cyklu mostní konstrukce (24 hodin). Z důvodu přesného určení zatížení (v našem případě hmotnosti na nápravu jednotlivých souprav) jsou určeny 3 tenzometry, které budou při každé fázi měření měřit deformace kolejnice (průhyb). Z předchozí kalibrace pomocí tárovacího vozidla bude známo, jaká deformace (průhyb) odpovídá danému zatížení (dané hmotnosti na nápravu). Tyto tenzometry jsou umístěny mimo mostní konstrukci.

Závěr :

Měřením získané záznamy odezvy napětí v mostní konstrukci je možné vyhodnocovat pouze v případě, že tvoří ucelený soubor. V případě, že tomu tak není, je nutné záznamy sjednotit tak, aby konečný výsledný záznam odpovídal celkovému souvislému měření v závislosti na čase. Z tohoto hlediska se jeví jako mnohem vhodnější, použít pro záznam měřící aparaturu, která je schopná zaznamenávat a převádět data do digitální podoby nepřetržitě po celou dobu měření.

Literatura :

Culek, B., ml.: Analýza přesnosti predikce únavové životnosti ocelových železničních mostů, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 1998.

Šertler, H. – Vičan, J. : Nové přístupy k hodnocení stávajících železničních mostů, Nová železniční technika 1996 č.1., s. 9 – 11.

Rozšíření železničního mostu s použitím prefabrikátů typu SMP-U97

Ing. Zdeněk Batal, Stavby mostů Praha a.s.

Při přestavbě mostního objektu v km 228,760 prováděné v rámci optimalizace traťového úseku Skalice nad Svitavou – Česká Třebová bylo nutno rozšířit nosnou konstrukci mostu. Rozšíření bylo zapotřebí z důvodu umístění kabelů do kolejového lože po obou stranách železniční tratě na mostě. Železniční trať je na mostě dvojkolejná s osovou vzdáleností kolejí 4200 mm. Stávající nosná konstrukce je složena ze čtyř předpjatých nosníků KT délky 18 m s prefabrikovanými konzolami KO-1.

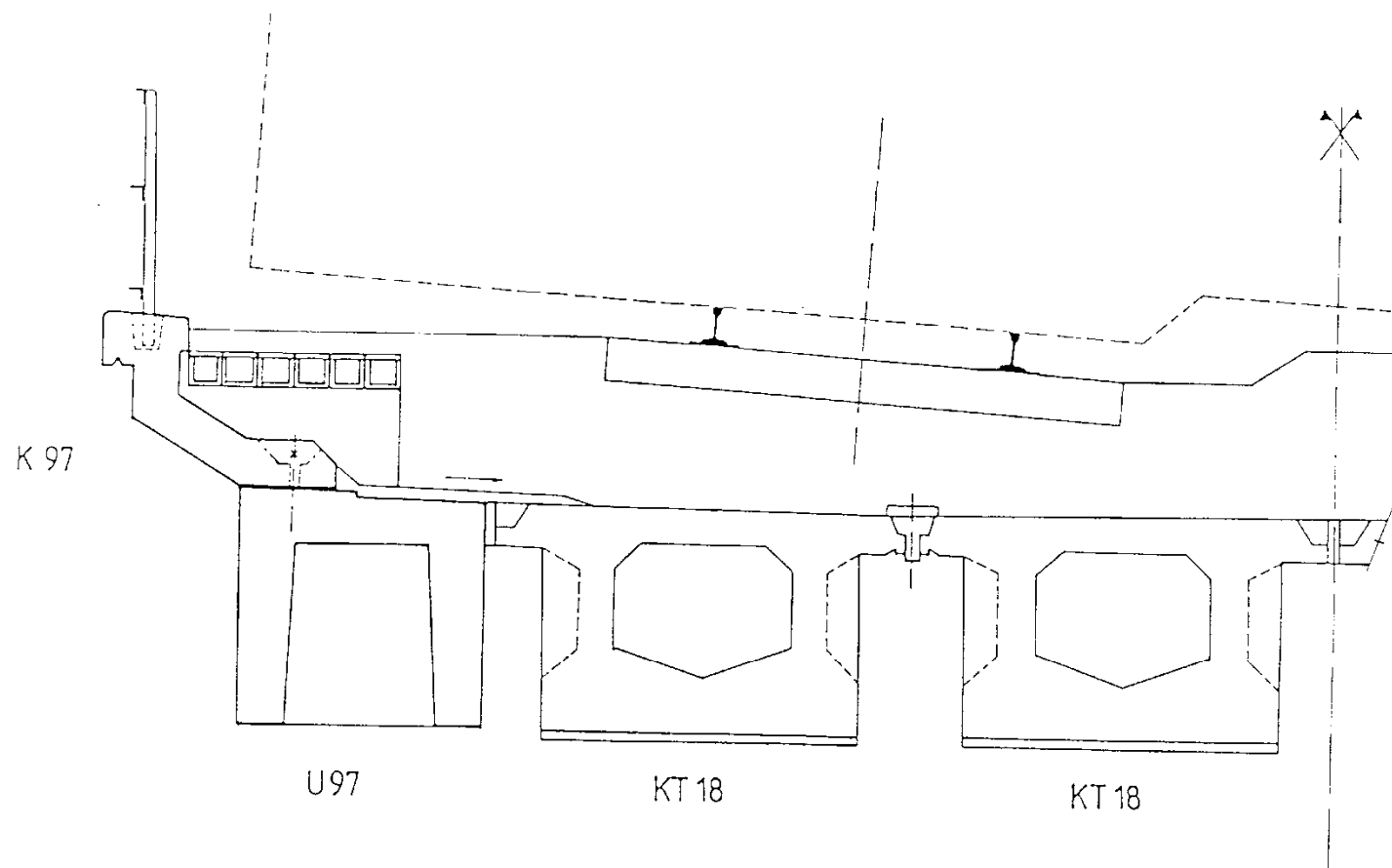
Rozšíření nosné konstrukce bylo provedeno pomocí prefabrikovaných nosníků typu SMP-U97, na které byly přišroubovány konzoly typu SMP-K. Pro rozšíření stávajícího mostního pole byly použity nosníky délky 18 m. Pro rozšíření části mostu v oblasti rovnoběžných křídel byly použity nosníky délky 7,5 m, nebylo tak nutno složitě rozšiřovat opěry. Nosníky typu U97 mají tvar obráceného U a jsou vyrobeny z dodatečně předpjatého betonu C 45/55 – sap 3a. Jako předpínací systém je použit systém DYWIDAG. U předmětného nosníku byly použity vždy dva kabely o 9-ti lanech Ø 15,7 mm z oceli St 1570/1770 kotvené pomocí stupňovitých kotev MA 6809.

Nosníky U97 měly výšku 1,15 m a šířku 1,2 m. Zkrácené nosníky délky 7,5 m byly z důvodu velkého zkrácení navrženy pouze jako železobetonové. Hmotnost nosníku délky 18 m byla 38,8 t a nosníku délky 7,5 m byla 16,5 t. Nosníky délky 18 m jsou uloženy na svařovaná ložiska typu I.V.2 (pohyblivá) a I.P.2 (pevná). Nosníky délky 7,5 m jsou potom uloženy na elastomerových ložiskách ELV 1 o rozměrech 150/200/22 mm.

Na osazené nosníky byly uloženy a přišroubovány prefabrikované konzoly typu SMP-K. Přišroubování konzol je provedeno pomocí závitových tyčí Ø 20 mm, které vyčnívají z horního povrchu nosníku. Konzoly byly vyrobeny ve dvou výškách pro levou a pravou stranu zvlášť. Konzoly jsou vyráběny z betonu C 30/37-3a.

Staticky přenášejí nosníky pouze zatížení od vlastní váhy šterkového lože, kabelových žlabů apod. a dále je uvažováno nahodilé zatížení 600 kN/m^2 . Nosníky tedy v tomto případě nepřenášejí žádné zatížení od železničního provozu. Ke stávající nosné konstrukci z nosníků KT 18 m jsou nové nosníky z konstrukčních důvodů připojeny petlicovým stykem. Pro petlicové styky byly využity kapsy s kotevními železy, kde byly na původní konstrukci připojeny z boku konzoly KO-1.

Nosníky byly vyráběny ve 12/97 až 2/98 a namontovány v dubnu 1998. Projekčně zajišťovaly projekt nosníků společnosti PROMO, s.r.o a BML, s.r.o. Projektantem celého objektu byl METROPROJEKT, a.s. Nosníky byly vyráběny ve výrobně mostních prefabrikátů Staveb mostů Praha, a.s. v Brandýse nad Labem, hlavním zhotovitelem objektu bylo Železniční stavitelství Brno, a.s.



Rozšíření železničního mostu s použitím prefabrikátů typu SMP-U97

Skládaná opěrná zeď v areálu Mendlovy univerzity v Brně

Ing. Jaroslav Lacina, Ing. Tomáš Trkovský - HORIZONT-Silidur, s r.o. Zdonín 3, Veleliby

288 02 Nymburk

Po několikaletých zkušenostech s výrobou i použitím betonových svahovek předkládáme této konferenci písemný příspěvek o metodě zajištění zemních svahů s využitím mechanických vlastností zemin. Metoda úspěšně řeší poměr úspory místa k ceně za zajištění svahu a umožňuje navíc účelnou kombinaci vegetace s betonovou konstrukcí.

Tento způsob zajišťování svahů, který je s úspěchem využíván v zahraničí již déle než dvacet let, je od roku 1994 možno používat i u nás. Výrobou a prodejem ucelené řady svahovek se zabývá společnost HORIZONT-Silidur, s. r. o. a svahovky prodává pod mezinárodně zavedeným jménem Löffelstein. Svahovky jsou využívány pro skládané opěrné, zárubní, obkladní zdi, zahradní a parkové zídky, sanace sesuvných svahů, zpevňování návodních stran hrází, břehů vodních toků. Tyto výrobky jsou rovněž často využívány pro montáž doprovodných konstrukcí u liniových staveb a mostních objektů jako jsou mostní křídla, opery, zpevnění zemních kuželů, opěrné zdi podél přírodních ramp atd. Rozsah tohoto příspěvku neumožňuje vyjmenovat všechny přednosti, výhody, ale i omezení těchto konstrukcí. Zde odkazujeme na firemní materiály, event, na konzultaci s odborným zástupcem společnosti.

Jako příklad praktického využití uvádíme realizaci opěrné zdi většího rozsahu z druhého pololetí roku 1998 v areálu Mendlovy zemědělské a lesnické univerzity (MZLU) v Brně. Pro stavbu v areálu MZLU byl tento způsob zajištění násypu zvolen po delším výběru jako ekonomicky nejvýhodnější varianta při estetickém ztvárnění svahu. Areál v této části zasahuje do vysokého zásypu bývalého zemníku cihelny. Navážky vysoké až 12m vznikly převážně po druhé světové válce. Problém se zajištěním svahu se týkal vnitřní komunikace v areálu MZLU v okolí nově přistavovaných objektů hal P a R. Tyto haly budou sloužit jednak jako fakultní stolárna, jednak pro praktická cvičení na katedře mechanizace. Provozy obou hal předpokládají příjezd těžké zemědělské a lesní techniky a vzhledem k tomu, že v hale R bude fungovat i velká zkušebna nákladních vozů, též příjezd ostatních těžkých vozidel. Ta při najíždění do haly budou zajíždět, až k okraji svahu. Ke zřízení zpevněné plochy pro příjezd vozidel v úrovni podlahy hal bylo třeba zvýšit stávající svah nad velkým městským okruhem o výšce 3 - 6m o další 2 - 4m. Aby byly dodrženy minimální poloměry otáčení vozidel, bylo nutno navrhnout opěrnou zeď o minimálním sklonu.

Zpevnění svahu bylo navrženo na aktivní zemní tlak s přitížením od provozu komunikace (s vyloučením parkování vozidel na zpevněné ploše). Sklon svahu se pohybuje od 45° v bočních částech do 69° v exponovaných místech. Největší výhodou takto zajištěného svahu je jeho vynikající prostorová tvarovatelnost v návaznosti na konfiguraci původního terénu. S ohledem na požadavek, aby koruna svahu tvořila krajnici komunikace, bylo zajištění navrženo ve tvaru zborcené plochy s přímkově vedenou korunou a patou sledující přirozené křivky svahu. Z výšky násypu a přitížení vyšel návrh největších svahovek typu BIG LÖFFEL o rozměrech 57 x 57cm, konstrukční výšce vrstvy 26cm a hmotnosti 120kg. Spotřeba tohoto typu svahovky jsou 4 kusy na m² pohledové plochy zdi. První řada svahovek je uložena na konstrukčně vyztuženém základovém pasu rozměrů 1 x 1m s ozubem pro uložení svahovek (u nižších svahů je možno první vrstvu svahovek klást na štěrkopískový polštář).

Při návrhu zpevnění byla posouzena stabilita svahu dle Bishopa na hlubokých i mělkých smykových

plochách programem GE035 - svah V nejvyšším místě bylo nutno zajistit odkop pro zřízení základového pasu. Bylo navrženo hřebíkování svahu v délce 27m a výšce cca 2m. Hřebíkováný svah byl při realizaci nahrazen pilotovou stěnou (na pilotách byly založeny i obě nové haly). Nejvyšší nový násyp o výšce 3,5m byl navíc (pro zvýšení úhlu vnitřního tření použité zeminy) zpevněn šesti vrstvami geotextilie. Pásky výztužné geotextilie jsou vkládány při pokládce každé vrstvy svahovek („přiskřípnutím“ mezi vrstvy). Koruna zdi je tvořena betonovým korunním věncem rozměrů 0,5 x 0,7m s oplocením. Věncem tvoří zároveň obrubník zpevněné plochy za stěnou.

Vnitřek svahovek byl při kladení vyplňován zeminou obohacenou humusem a dle projektové dokumentace bude lícová plocha zdi osázena plazivým jalovcem v kombinaci se skalníkem.

Zed' byla složena zároveň s navážením násypu brněnskou firmou Kaláb bez použití mechanizace za přibližně 15 pracovních dní.