



1. ROČNÍK KONFERENCE

ŽELEZNIČNÍ MOSTY SPRÁVA A VÝSTAVBA

setkání správců - praktiků, projektantů a stavitelů

Kongresové centrum hotelu Olšanka,
Olšanské náměstí, Praha 3
4. prosince 1995

pořádá

SUDOP PRAHA a.s.

ve spolupráci s

Českými drahami, s.o., Oddělení mostů a tunelů Divizí dopravní cesty, o.z.

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

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

setkání mostařů praktiků – správců, projektantů a stavitelů

Kongresové centrum hotelu Olšanka,
Olšanské náměstí, Praha 3
4. prosince 1995

pořádají

SUDOP PRAHA a.s.

Českými drahami, s.o., Oddělení mostů a tunelů Divize dopravní cesty

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. Mojmír Nejezchleb, České dráhy s.o.

Organizační zajištění:

Květa Homolová, SUDOP PRAHA a.s.

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

Příspěvky neprošly jazykovou úpravou.



Obsah sborníku:

- 1. Poznatky z kolokvia ERRI (Ede) „Maintenance of Railway Bridges and Civil Engineering structures“**
Ing.Teršel, Ing.Sláma, České dráhy
- 2. Správa mostů u Českých drah**
Ing.Čermák, České dráhy
- 3. Poznatky ze statických přepočtů železničních mostů**
Ing.Korbelář, Pontex a doc.Rotter, ČVUT
- 4. Nové přístupy k hodnocení stávajících železničních mostů**
prof.Šertler, Universita Pardubice
- 5. Programový systém CASANDRA (Expertní systém hodnocení železničních mostů)**
Ing.Krása, SUDOP Praha
- 6. Experimentální vyšetřování železničních mostů**
prof.Baťa, ČVUT
- 7. Využití modální analýzy při určování zatížitelnosti mostů**
doc.Rotter, ČVUT
- 8. Zkušenosti z výstavby mostů při modernizaci I.koridoru**
Ing.Dobrovolný, ŽS Brno, Mosan
- 9. Zkušenosti z projektování mostů pro modernizaci koridorů ČD**
Ing.Štěřba, SUDOP Praha
- 10. Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí**
Ing.Keim, Ing.Zahradnická, VÚPS

" Maintenance of Railway Bridges and civil Engineering Structures"

EDE 4 - 6.10.1995

Ing. Miroslav Teršel, Ing. Josef Sláma, CSc. - Poznatky z kolokvia ERRI

0. Úvodem:

Ve dnech 4. - 6.10.1995 pořádal ERRI (European Rail Research Institut - Evropský výzkumný ústav železniční) v kulturním a kongresovém centru De Reehorst holandského města Ede kolokvium (konferenci) s názvem "Maintenance of Railway Bridges and civil Engineering Structures" (Správa a údržba železničních mostů a umělých staveb).

Mezinárodní konference si dala významné cíle, neboť chtěla být významným fórem pro prezentaci a diskuzi o nejnovějších pohledech a zkušenostech řídicích pracovníků, kteří formulují hlavní myšlenky a metody správy a udržování železničních mostů i tunelů a ostatních umělých staveb, a to s přihlédnutím k ekonomickým, technickým i dalším souvisejícím aspektům správy a údržby.

Konference přitom měla brát v úvahu i to, že v politice železničních správ celé Evropy tendence směřují k významnému snížení rozsahu pracovníků železniční správy i údržby. Současně měla vyjádřit i postoj subkomise UIC " Mosty", že je právě v současné době nutné zvážit a diskutovat stávající možnosti a důležité aspekty správy a údržby mostů a rovněž tunelů na mezinárodním fóru.

Konference se kromě vystavovatelů, kteří prezentovali v přednášce své výsledky, zúčastnilo 124 řídicích a technických pracovníků železničních správ spolu s pracovníky výzkumných, projekčních a konzultačních ústavů, vysokých škol a dodavatelů stavebních prací a to z 19 - ti zemí Evropy a Asie. Přehled účastníků, vystavovatelů a jednotlivé přednášky jsou uvedeny ve sborníku, který je k dispozici.

Postupně zaměříme na 3 druhy aktivit mezinárodní konference a to

- I. Přednesené přednášky včetně diskuze
- II. Prezentace vystavovatelů
- III. Závěrečnou exkurzi

I. Přednesené přednášky:

Přednášky vedené ve 3 jednacích řečech se simultánním vzájemným překladem byly zaměřeny do nejrůznějších oblastí, o kterých lze právem předpokládat, že jsou nejvíce preferovány příslušnou železniční správou či institucí. Dají se poněkud nepřesně (někdy spadají do více okruhů najednou) rozčlenit do několika tematických okruhů.

- A - Strategie, organizace a řízení mostní správy a údržby vč. souvisejících otázek životnosti mostů a nákladů na správu a udržování
- B - Hodnocení stavu mostů zvláště s využitím SW produktů výpočetní techniky a to jednak
 - z pohledu nutných nákladů na záchovnou péči
 - z pohledu zajištění přechodnosti
- C - Teoretické problémy vhodnosti stávajících mostů pro vyšší rychlosti (nad 260 km/hod), využití modální analýzy, problémy lomové mechaniky, bezстыkové koleje na mostech ap.
- D - Obnovy a opravy ocelových i masivních mostů obecně i jednotlivé případy
- E - Mimořádné situace na mostech (malé podjezdné výšky - ohrožení , povodně ap.)

Dále bychom se zabývali postupně přednáškami podle jednotlivých okruhů s tím vědomím, že úplný rozbor každého tématu je silně nad rámec možností tohoto vystoupení.

A - Strategie, organizace a řízení mostní správy a údržby:

A1 - Dipl.Ing. Georg SCHOITSCH - Strategie a organizace efektivní správy a údržby mostů na příkladu rakouských drah (Strategie und Organisation einer effizienten Bruckeninstandhaltung am Beispiel der OBB).

Vedoucí pracovník generálního ředitelství rakouských drah nás seznámil se současnou organizační strukturou řízení mostní správy (v r. 1994 již 10 let existující) a doložil, jak byla stanovena organizační struktura předpokládaná v r. 1996. Vychází z řešení, které řeší střet dvou strategií tj. maximálně přípustného opotřebení mostních konstrukcí a co nejmenších nákladů na správu a údržbu. Výsledkem je snaha zajistit racionalizaci (vedoucí k prodloužení životního cyklu mostů) vyrovnaní produktivity pracovníků všech 4 ředitelství (Wien, Linz, Innsbruck, Villach) a stanovení optimálního počtu pracovníků.

A2 - Frans H.Rolf - Sledování a vyhodnocení nákladů během životního cyklu mostů (Controlling lifecycle in bridges)

Vedoucí pracovník firmy Holland RailConsult na základě analýzy celkových nákladů během životního cyklu mostů (t. j. na investice, správu a údržbu) a dochází k závěru (již 1992), že optimální životnost mostů v podmínkách holandských drah je přibližně 40 let. Přednáška vyvolala diskusi s námitkami pro i proti.

A3 - Jan Bień, Maciej Sawicki - Strategie správy a údržby železničních mostů v Polsku (Railway bridges in Poland - Maintenance strategy)

Společné vystoupení pracovníka Wroclawské technické university a centrálního ředitelství PKP ve Varšavě nás seznámilo s informačním SW produktem vyvinutým ve spolupráci PKP a university nazvaným SMOK (System zarzadzania mostami kolejowymi), který vychází ze zvolené strategie (ze 3 existujících) hodnocení stavu (6 ti stupňová stupnice hodnocení), pravidelného systému prohlídek (den-3měsíce-1rok-5let-specielní), kontinuálního vzdělávání a doškolování. Grafický SW systém obsahuje záznam závad s fotografiemi v souladu s katalogy typických závad pro revizní pracovníky, výsledkem je hodnocení stavebního a provozního stavu. Autoři vyzývají ke spolupráci a integraci úsilí v rámci Evropy.

A4 - Frédéric Delorme - Strategie dohledu, údržby a obnov stavebního fondu 100 000 staveb (Monitoring, maintenance and exchange policies for a heterogeneous stock of 100 000 structures)

Vedoucí pracovník divize staveb SNCF nás seznámil s různorodým stavebním fondem, který je v působnosti řídicí složky (různé druhy staveb, různé stáří, různé provozní zatížení a rovněž různý stav - promítnuty obrázky značných poruch mostních ocelových konstrukcí) železnice. Pro každý druh stavby jsou určena specifická pravidla kontroly, metody hodnocení (např. katalogy závad u mostů) a způsob udržování. Na závěr byl popsán vývoj strategie správy a údržby, která v dnešní době umožňuje více přihlédnout k bezpečnosti a spolehlivosti pro zajištění provozu.

A5 - A. Tissingh - Řízení a správa infrastruktury Nizozemských železnic (The management of structures at the Netherlands Railways)

Ředitel severovýchodního regionu seznámil přítomné s postupnými organizačními změnami Nizozemských železnic (NS), které probíhaly v roce 1993 - 94. Existující stav platný od 1. 7. 1994 s posílenými prvky správních činností byly podmíněny mimo jiné potřebou naplnit předpisy Evropského společenství (EU). Navržené organizační změny budou ještě testovány v průběhu dalších dvou let před uplatněním principů volné soutěže.

B - Hodnocení stavu a použitelnosti mostů:

B1 - Ing David Krása, Ing Tomáš Wangler - CASANDRA- Český železniční SW systém hodnocení použitelnosti mostů (CASANDRA - Czech railways software system for the evaluation of the serviceability of railway bridges)

Ve vystoupení pracovníka SUDOP-u Praha a.s. p. Ing Krásy byli účastníci seznámeni s hlavními rysy SW produktu CASANDRA. Jde o části, v nichž se podrobnými prohlídkami hodnotí stavební stav mostu, zjišťuje tzv. generovaná zatížitelnost eventuelně vypočtená zatížitelnost kleneb a zabetonovaných nosníků, eviduje veškerá zjištěná zatížitelnost a poté po-rovnáním s knihovnou zatěžovacích vozidel vyhodnocuje přechodnost. Podrobnější seznámení je samostatnou částí této konference.

B2 - Asgeir Foyen - Systém provozu, správy a údržby železničních mostů (Operation and maintenance system for railway bridges)

Ředitel firmy INTERCONSULT Int. AS. p. A.Foyen představil firemní SW program provozovaný norskými železnicemi (NSB) zaměřený na inspekci stavu a závad na mostech včetně grafického záznamu pro PC, analýzu a vyhodnocení závad, návrh a finanční ocenění odstranění závad, plánování a posléze rovněž odstranění závad v rámci souvisejících udržovacích a obnovovacích prací. Současně pozval k podrobnější prohlídce v rámci prezentace vystavovatelů.

B3 - Dipl.-Ing. Rolf Gruter - Koncepce udržování mostů a SW systém "Kontrola mostů" DB (Das Instandhaltungskonzept "Brücken" und das Programmsystem "Brücken-Control" der Deutschen Bahn AG)

Vedoucí pracovník regionu DB v Mnichově a Stuttgartu nás seznámil se základními principy, které využívá program provozovaný výpočetní technikou. Program je nástrojem výběru vhodné strategie udržování trati jako celku. K návrhu tohoto pomocného rozhodovacího prostředku vedly DB především ekonomické důvody a nutnost dokladování vlivu dostupných finančních zdrojů na uvažovanou životnost trati jako celku. Jednou z částí programu je část "Kontrola mostů", která byla současně vyvinuta jako pomocný prostředek pracovníkům mostních inspektorů s cílem zajistit

- určení, lokalizace a ocenění závad
- výběr vhodných opatření spojený s plánováním udržovacích a obnovovacích prací
- podklad pro rozhodování pro přijetí vhodné strategie správy a údržby

Na základě požadavku DB program vyvinula firma "BPI Ingenieure + Berater (Buro für Planung und Ingenieurtechnik GmbH) patřící mezi vystavovatele v rámci konference.

B4 - D.R.Thompson - Zajištění maximálních aktiv použitím programu MARPAS (Making the Most of Your Assets with MARPAS)

Pracovník oddělení umělých staveb britských železnic (BR) popsal programový prostředek MAPRAS (akronym - Maintenance and Renewal Planning Aid System) vyvinutý institucí "BR Research". SW systém navazuje na grafický systém GEOGIS, který zachycuje základní dimenze, inspekční data a další jednoduché detaily všech částí trati tj. jak staveb a zařízení odvětví traťového hospodářství, energetiky a elektrotechniky tak sdělovací a zabezpečovací techniky. Hlavním cílem systému je zjištění finančních nákladů spojených se správou a údržbou jednotlivých částí infrastruktury a to včetně materiálových potřeb a tím pomoci při rozhodování o celkových potřebách tratě.

C - Teoretické problémy aplikace vyšších rychlostí, modální analýzy, lomové mechaniky a bezстыkové koleje na mostech:

C1 - Prof. Ing. Ladislav Frýba, DrSC - Aplikace modální analýzy a lomové mechaniky ve strategii údržby (Application of modal analysis and fracture mechanics to maintenance strategy)

Navržená aplikace modální analýzy a lomové mechaniky v systému sledování a hodnocení stavu mostních konstrukcí během jejich provozování. V modální analýze se vychází ze zjištěných vlastních frekvencí, tvaru kmitání, útlumu a jejich změn - v lomové mechanice pak z předpovědi rychlosti růstu trhliny na ocelové mostní konstrukci až do její kritické délky. Tyto údaje lze využívat jako podklad pro stanovení cyklu prohlídek a pro rozhodování zda a kdy konstrukci opravit, rekonstruovat nebo vyměnit. "

C2 - Dr.-Ing. Reto Cantieni - Aktualizace modelu mostu kombinací teorie a experimentu (Bridge model updating by combining theory and experiments)

Prezentován postup kombinace teorie a experimentu při zpřesnění modelování dynamického chování mostu. Při výpočtu se vychází z modelu založeného na metodě konečných prvků. Vstupní údaje v původním modelu byly zpřesněny experimentem na základě modální analýzy. Tento postup lze využít při plánování prací pro rekonstrukci nebo zesílení dosavadních mostů. Postup je dokumentován na jednom konkrétním mostě.

C3 - Hakan Kellner - Hodnocení stavu starých ocelových železničních mostů (Estimating the condition of old railway bridges made of steel)

Mnoho starých ocelových mostů u švédských drah (nejstarší z r. 1883) je třeba posoudit, zda mohou být v provozu při zachování dostatečné bezpečnosti. Pozornost je věnována zejména posouzení rizika křehkého lomu, zvláště u konstrukcí nad silnicí tam, kde podjezdná výška je nižší než 4,5 m a kde je vyšší nebezpečí nárazu automobilu. Popsán je jak současný způsob sledování a užívané zkušební metody pro posouzení houževnatosti materiálu a šíření trhliny, tak i směry budoucího zaměření činnosti v této oblasti.

C4 - Masao Sugidate - Rozvoj diagnostických systémů k prodloužení životnosti ocelových mostů (Development of diagnosis system for prolonging steel bridge life)

Popsány jsou zásady systému BMC (Bridge Maintenance Consulting), který napomáhá správcům ocelových mostů k posouzení zatížitelnosti, únavové životnosti a možnosti předpovědi poškození. Vychází se z Palmgren - Minerova kritéria kumulace únavového poškození a pro určité kritické místo na ocelové konstrukci a pro dosavadní historii zatěžování se na základě měření nebo výpočtu stanoví stupeň únavového poškození a podle jeho výše pak provede běžná nebo podrobná prohlídka, popř. provedou další opatření. Získané údaje jsou též podkladem pro stanovení zatížitelnosti.

C5 - Yosihiko Hono - Zhodnocení bezpečnosti betonových železničních mostů pro příští generaci vysokorychlostních vlaků Shinkansen (Safety evaluation of railway concrete structures under next generation high-speed Shinkansen trains)

V souvislosti s novými vysokorychlostními soupravami STAR 21 byly provedeny zkoušky jejich účinků na betonové mosty o rozpětí 7,7 až 29,2 m pro rychlosti až 425 km/hod . Měřen byl průhyb, napětí ve výztuži a zrychlení zejména uprostřed rozpětí. Hodnoty dynamických součinitelů jsou max. 1,15 pro rozpětí 19,1 m a 1,28 pro rozpětí 8,2 m při rychlostech kolem 410 km/hod. Hmotnost nových souprav je asi 70 % hmotnosti dosavadních souprav. Závěrem je konstatováno, že betonové mosty vyhovují podmínkám provozování nových vysokorychlostních vlaků.

C6 - Hiroshi Haya - Hodnocení neporušenosti mostních pilířů u japonských železnic (Evaluation of bridge pier soundness on Japanese Railways)

Příspěvek se zabývá problematikou zjištění stavu (neporušenosti) mostních pilířů a jejich základů, které navíc pod úrovní terénu nelze vizuálně kontrolovat. Aby autoři tyto těžkosti překonali, prozkoumali vlastní frekvence různých pilířů a jejich základů a vyvinuli metodu založenou na hodnocení odezvy pilíře na rázové zatížení (Impact Vibration Test). Na základě četných měření a výpočtů a z nich získaných poznatků se snaží podle zkouškou zjištěné vlastní frekvence určit stav pilíře a jeho založení, popřípadě jejich poruchy.

C7 - Wlodzimierz Czyczula, Kazimierz Towpik - Stanovení průběhu podélných sil a posunutí v bezстыkové koleji na železničních mostech s kolejovým ložem (Estimation of longitudinal force and displacement distributions in CWR ballasted track on railway bridges)

Obsahem je experimentální a teoretické sledování podélných sil a posunutí v bezстыkové koleji na železničních mostech s kolejovým ložem. Provedeno pro 6 prostě uložených ocelových nosných konstrukcí s vystřídáními pevnými a pohyblivými ložisky s dilatujícími délkami 37 m. Dále uvedeny výsledky teoretické studie, kdy byly sledovány podélné síly v bezстыkové koleji od teplotních účinků a jejich kombinace s rozjezdovými a brzdovými silami.

D - Obnovy a opravy ocelových i masivních mostů obecně i jednotlivě:

D1 - Philippe Ramondenc - Opravy ocelových mostů SNCF: Typické opravy a konkrétní případy obnovy (Les reparations de ponts metalliques a la SNCF: reparations types et cas concret rehabilitation)

Vedoucí pracovník infrastruktury - její části "Umělé stavby" francouzských železnic (SNCF) p.. Ramondenc nás seznámil s vývojem počtu, skladby, stáří a materiálových změn ocelových mostů SNCF od r. 1860 až po současnost. Na typických ukázkách trhlin vyplývajících z dobového konstrukčního pojetí detailů ocelových mostů (zvláště v místě uložení most-nic) formuloval principy oprav, které jsou nutné pro současný provoz. V závěru uvedl ukázkou rekonstrukce železničního mostu přes řeku Lot ve městě Cahors z roku 1883. Po přepočtu původní nosné konstrukce (jejíž dolní pásy mají parabolický tvar), byly ocelové prvky horní mostovky nahrazeny železobetonovou vanou opět s průběžným šterkovým ložem. Díky lepšímu roznášení zatížení nebylo nutno zesilovat původní hlavní nosníky.

D2 - Johannes Maier - Posouzení stavu a návrh opravy 50 - ti letého železobetonového mostu (Zustandsuntersuchung an einer 50-jarigen Stahlbetonbrücke)

Pracovník firmy "Ritz - Zimmerli Engineering Office" Johannes Maier na příkladu silničního železobetonového mostu přes staniční koleje v žst. Luzern seznámil účastníky konference s jednotlivými body posouzení cca 75 m dlouhého dvouotvorového mostu po 50-ti letech provozu. Vysvětlil postup vizuální kontroly, měření korozního potenciálu v rozsahu celé plochy mostovky, návrhu a provedení zkoušek materiálu, kontrolního statického výpočtu, návrhu sanace a v neposlední řadě seznámil s návrhem nákladů ve výši cca 2 mil. švýcarských franků.

D3 - Hiromi Ota, Yoshihiro Hono, Itsuki Kohiishi - Výzkum a udržování betonových mostů poškozených alkalickou agregovanou reakcí (Investigation and maintenance of concrete bridges damaged by alkali aggregate reaction)

Zástupce ředitele divize oblasti umělých staveb japonských železnic (JR) p. Ota nás seznámil s případem pozorování neobvyklých poruch cca 800 m dlouhého nového viaduktu Japonských železnic na trase Joetsu Shinkansen u Niigaty provozovaného od roku 1982. Klenutá horní část komorových předpjatých nosníků (součást vany šterkového lože) vykazovala neobvyklé poruchy, trhliny typické pro alkalicko - agregovanou reakci. Ve shluku minerálů šterku z místní řeky použitého pro betonování (hlinité břidlice, andezit...) bylo 36 % alkalicko - reaktivních. Bílé usazeniny na povrchu omítky nosníků obsahovaly kolem 70% SiO₂.

D4 - Dipl.-Ing. Holger Graeve - Obnova mostu přes řeku Aare u Brugg - souvislé zlepšení únosnosti historického železničního mostu (Neubau der Aare - Brücke Brugg - Systematische Tragfähigkeitserhöhung einer historischen Eisenbahnbrücke)

Vedoucí pracovník firmy "MC - Bauchemie" oddělení pro injektážní systémy referoval o spárování a injektáži opěr a pilířů historického mostu (přechodnost pro traťovou třídu C3 - UIC) na trati Brugg - Villnachern švýcarských železnic (SBB) postaveného v letech 1873 - 1875, které od roku 1904 - 1905 mají nosné ocelové konstrukce s poloparabolickými příhradovými hlavními nosníky. Popsal průřez včetně podloží, návrh a vlastní injektážní práce cementovou směsí.

D5 - Heinz Banziger - Zkoušení a posuzování návrhu oprav betonových konstrukcí (Die Ausprüfung und Beurteilung eines Betoninstandsetzungs-konzeptes)

Pracovník firmy Sika AG Schweiz popsal obsáhlé zkoušky, které provází sanace a opravy betonových konstrukcí a to jak formou stříkaného betonu tak při renovaci výrobou nových částí. Jde nejen o sledování předepsaných mechanicko - fyzikálních veličin ale i o další v současnosti sledované údaje (druhy obalů, ekologie atd.).

E - Mimořádné situace na mostech:

E1 - P.J.G. Wigley - Standartní a havarijní případy udržování mostů (Standards and risk assessment in bridge maintenance)

Pan P.Wigley jako zástupce britských železnic (BR) v subkomisi UIC "Mosty" zvolil ne-tradiční otázku správy a údržby mostů na britských železnicích zaměřenou na problémy spojené s odstraňováním následků a závad na mostech s malou podjezdnou výškou vlivem nárazů podjíždějících silničních vozidel. Zaměřil se na sledování pravděpodobnosti dalších střetů zvláště na železničních tratích s velkou intenzitou dopravy. Podobná situace je v oblasti odstraňování následků a závad na mostech v důsledku povodní na mostech přes vodoteče.

II. Prezentace vystavovatelů:

Představujeme pouze přehled evropských vystavovatelů, kteří byli zaměřeni výrazněji na mostní problematiku i když zajišťují více stavebních oborů.

A - INTERCONSULT Int. AS., Oslo. Projekční a konzultační firma spolupracující s norskými železnicemi (NSB) představila na PC a panelech chod programu uvedený v přednášce (viz B2 část I) a současně využití programu při zajištění modernizace vybraného železničního tahu.

B - ERRI - European Rail Research Institute, Utrecht. Mezi vystavovateli prezentoval své výsledky i pořadatel kolokvia "Evropský výzkumný ústav železniční - ERRI", dříve ORE (Office de Recherches et d'Essais de l'UIC - Výzkumný a zkušební ústav) v několika publikacích, prospektech a panelech. Publikace shrnují činnost od r. 1950 (kdy ORE vzniklo), uvádí seznam řešených problémů, vydaných výzkumných zpráv, přehled významných zkušebních a experimentálních zařízení u členských železničních správ, organizační uspořádání ERRI, UIC ap.

C - STRUKTON Staalbouw, Maarsse. Firma provádějící dopravní, inženýrské i pozemní stavby nejen v Holandsku kromě informačních panelů a prospektů předvedla přímo v sále klasické nýtování a nový typ vysokopevnostních šroubů přenášejících i stříh.

D - Holland RAILCONSULT, Utrecht. Do 1. 7. 1995 Ingenieursbureau NS, projekční a konzultační firma holandských drah zajišťující projekty a studie všech druhů dopravních staveb včetně posouzení dopravní technologie představila na panelech a prospektech projekty navržených a realizovaných staveb v Holandsku.

E - BPI - Buro fur Planung und Ingenieurtechnik, Wiesbaden. Projekční a konzultační firma pracující převážně pro německé železnice na PC předvedla části programového vybavení popsaného v související přednášce (viz B3 část I), obdobně byly prezentovány i záznamy závad na tunelech s kontinuálním záznamem videokamerou, vyhodnocením obrysu ap. Na panelech byly uvedeny příklady projektovaných staveb.

F - EDILON B.V., Haarlem - Nord. Na výřezu modelu ve skutečné velikosti, panelech a prospektech předvedla firma nový systém pružného upevnění. Kolejnice jsou zalaty pružnou hmotou (Edilon corkelast) do korýtky upevněného nebo vytvořeného ve stavební konstrukci. Uvedeny příklady na mostech, přejezdech, stanicích ap. S výhodou odhlučnění.

G - NS - RAILINFRABEHER, Utrecht. Projekční firma zajišťující komplexní projekty ucelených železničních tahů pro potřeby holandských železnic. Předvedla na panelech na př. přestavbu mostů, železničních stanic, protihlukových zdí ap. dvoukolejná trati Rotterdam Zuid - Dordrecht.

III. Závěrečná exkurze:

Na závěr konference byla pořádána exkurze na dostavěný most projektovaný citovanou firmou "NS-Railinfraheber" přes řeku Oude Maas mezi žst. Zwijndrecht a Dordrecht. Dvoukolejná trať přes řeku musí zajistit mimo jiné proplutí lodí s vysokou nástavbou. Toto řeší 2 samostatné jednokolejné ocelové mostní příhradové konstrukce, které jsou zvedány současně na obou úložných stranách o cca 50 m nahoru.

IV. Shrnutí:

Každý z uvedených okruhů řešených problémů současné správy a udržování mostních, tunelových objektů i dalších umělých staveb železničních správ spolupracujících v rámci ERRI (a problémy souvisejícího mostního stavitelství) zasluhují samostatný hlubší rozbor, který by pravděpodobně vysvětlil logicky jiný vývoj plynoucí z rozdílných geografických, sociálních, historických a ekonomických podmínek jednotlivých členských železnic.

Na první pohled je však zřejmé, že technické problémy a z toho vyplývající organizační zajištění správy a udržování mostních staveb jsou u Českých drah podobné a v řadě případů i stejné, a v některých oblastech (Expertní systém CASANDRA ap.) existují i přístupy, které vzbudily v zahraničí zájem.

Technický rozvoj oboru u Českých drah

Starost o technický rozvoj oboru mostního stavitelství u ČD je jedním z úkolů oddělení umělých staveb. V organizační struktuře ředitelství Divize dopravní cesty je oddělení umělých staveb začleněno do technické sekce jako součást úseku železničních staveb a budov. Posláním oddělení umělých staveb (dále jen OUS) je garantovat odbornou úroveň výkonu správy a výstavby umělých staveb u ČD. V současné době to představuje i provádění některých vyhrazených výkonů - jejich rozsah se však bude snižovat se zvyšováním celkové úrovně správ umělých staveb při správách dopravní cesty. Tím se bude zvětšovat prostor pro realizaci záměrů v oblasti koncepční, metodické práce, v oblasti technického rozvoje oboru. Přehled hlavních výsledků v této oblasti za rok 1995 je také předmětem tohoto příspěvku. V dalším textu bude pojednáno na téma:

- úkoly technického rozvoje
- mezinárodní spolupráce
- technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah
- strategické záměry ČD ve vztahu ke správě mostních objekt

Úkoly technického rozvoje u CD

České dráhy přímo financují řešení některých technických problémů. Oddělení umělých staveb je navrhovatelem a v dalším zpracování i konzultantem úkolů z oblasti umělých staveb. Oproti minulým letům je při výběru témat důsledně prosazován princip maximálního využití výsledků RT v denní správní praxi.

Pro přehlednost uvádíme přehled úkolů, které budou pokračovat z roku 1995 i do roku dalšího, v části další jsou pak poněkud podrobněji rozebrány úkoly nově zahajované v roce 1996.

Úkoly RT přecházející do r. 1996

- Mostní evidenční systém
- Revize předpisu ČSD S 6 Správa tunelů - evidence tunelů
- Vliv bludných proudů na železniční mosty
omezení vlivu BP a nutnost je měřit, výstup: mostní vzorový list
- Zpracování mostního vzorového listu (MVL) - Přejít z nosné konstrukce na operu tradiční řešení jsou zastaralá, mnohdy jsou zdrojem poruch u mostů
- Modernizace fotogrammetrického stroje FS3
- Aplikace a ověření vybraných metod diagnostiky konstrukcí železničních mostů zavedení nové metody nedestruktivní diagnostiky u mostů ocelových i betonových - modální analýzy
- Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí novelizace dosavadního předpisu s ohledem na nové nátěrové hmoty, ochranné systémy a technologie

Nově navrhované úkoly rozvoje techniky na rok 1996

Studie použitelnosti starších vzorových listů (dále jen VL) a předpisů s mostní problematikou

Bude provedeno prověření potřebnosti a použitelnosti starších VL a předpisů s ohledem na změny technických norem a předpisů. Rozbor bude podkladem pro postupnou novelizaci, přepracování, opravu a zrušení některých VL tak, aby v budoucnosti byly platným podkladem pro smluvní vztahy. Výsledkem bude studie s návrhem metodiky na sjednocení obsahu VL a předpisů s technickými normami včetně zpracování přehledu VL ke zrušení, k novelizaci a návrhu na doplnění předpisů a řady MVL (mostních vzorových listů).

Zlepšení kvality jízdní dráhy na mostech bez kolejového lože při zavádění vyšších rychlostí

Při modernizaci koridorové sítě ČD dochází často při zvyšování rychlosti nad 120 km/h k problémům při stanovení rychlosti na dosavadních mostních objektech bez kolejového lože. Již ve fázi předprojektové a projektové přípravy je nutno rozhodnout, zda tyto objekty, v řadě případů v dobrém stavu, s vyhovujícími parametry z hlediska přechodnosti a průchodnosti, vyhoví i z hlediska kvality jízdní dráhy. I na objektech, kde modernizace již proběhla, byly při kontrolách kvality jízdní dráhy zjištěny závady. Je proto třeba stanovit jasná kritéria pro tyto objekty, pravděpodobně i navrhnout úpravu stávajících systémů uložení koleje (např. modifikaci plošného a centrického uložení mostnic s využitím zahraničních zkušeností a novodobých materiálů), ověřit možnosti náhrady prvkové mostovky vanou kolejového lože při zachování dosavadní nosné konstrukce apod. Výstup se předpokládá v podobě přílohy předpisu S3 nebo jako mostní vzorový list.

Transformace mostního expertního systému CASANDRA do prostředí Windows a upgrade z databázového prostředí Oracle 6 do verze 7.

Po dokončení programového produktu Mostní evidenční systém pracujícího pod Windows a Oracle 7 bude nutné provést úpravu navazujícího SW CASANDRA tak, aby byla zajištěna kompatibilita obou programů. Během úpravy budou zapracovány zkušenosti z více než ročního používání programu a bude vytvořen programový produkt na vyšší úrovni.

Mezinárodní spolupráce, aktivity v UIC

Mezinárodní spolupráce nabývá rázných forem. V roce 1995 například byly (nebo ještě budou) uskutečněny tematické návštěvy zahraničních železničních správ nebo dodavatelských firem, nejvýznamnější je však účast Českých drah na činnosti Mezinárodní železniční unie - UIC. V problematice mostů se konkrétně jedná o členství v podvýboru C7 J - mosty, v tomto orgánu zastupuje ČD vedoucí oddělení umělých staveb. V kompetenci podvýboru mosty je řešení otázek, vydávání vyhlášek, řízení úkolů ERRI, harmonizace parametrů stanovených UIC s požadavky evropských

norem Eurocode, spolupráce s dalšími podvýbory na sjednocení technických parametrů pro vysokorychlostní trati (interoperabilita).

Řešené otázky:

7JI 8 Doporučení pro mostní konstrukce s ohledem na interakci s kolejí

Tato skupina připravila v uplynulém období k vydání 2 vyhlášky:

774-3 E Všeobecné principy výpočtu podélných sil v mostě, jeho ložiscích a spodní stavbě Vyhláška se zabývá teplotními změnami, dovolenými relativními posuny kolejnic a absolutními posuny konstrukce. Dvě kapitoly vyhlášky jsou věnovány podélnému a smykovému odporu kolejnice a odporu konstrukce proti horizontálnímu posunu. Součástí vyhlášky jsou kapitoly o vodorovných silách v ložiscích a dále o reakcích v ložiscích, a to jak od teplotních změn, tak od důsledků brzdných a rozjezdových sil.

717-1E Doporučení pro nosné konstrukce mostů vyplývající ze stavebně technických požadavků svršku a z potřeby omezení hluku

Vyhláška řeší stavebně technické požadavky na kolej na mostě, požadavky údržby a dále doporučuje opatření ke snížení hluku a chvění.

7J20 Stavby nad a přes železnici - stavební opatření v oboru koleje

Řešení problému nárazu vykolejeným vlakem.

7J22 Strategie údržby železničních mostů

Za České dráhy se práce skupiny účastní Ing. Teichman.

Aktualizace vyhlášek v kompetenci podvýboru mosty

Vyhláška 773 Doporučení pro výpočet železničních mostů se zabetonovanými nosníky. Vyhláška 776-2 Doplnující podmínky pro mosty na tratích s rychlostí nad 160 km/h. Vyhláška 777-1 Opatření k zabránění nárazu silničních vozidel na železniční mosty, resp. k omezení škod.

Práce probíhající v ERRI

- ERRI D 181 Příčné síly na mostě vyvozené železničním provozem
Práce tohoto výboru znalců se účastní i zástupce Českých drah - Ing. Sláma, CSc.
ERRI D 183 Namáhání a pevnost mostovek železničních mostů ze železobetonu a předpjatého betonu.
Za ČD se práce výboru účastní Ing. Sláma, CSc. z TÚDC.
- ERRI D 190 Příпустné deformace ocelových a spřažených mostů při rychlostech nad 160km/h
- ERRI D 191 Únavová pevnost ortotropních desek.
Předsedou tohoto výboru je prof. Frýba, jakožto delegovaný zástupce Českých drah.

- ERRI D 192 Zatěžovací schéma UIC 2000
- Železniční mosty pro rychlosti do 350 km/h. Určení dynamických průhybů a případně resonancí.
- Omezení sedání svršku na koncích mostu
- Interakce Kolej - most u víceotvorových mostů Ve výboru znalců bude zástupce za ČD - prof. Frýba.
- Únava betonových mostů Předsedou bude prof. Frýba

Nově jsou navrhovány otázky: Životní prostředí, Součinitel Ψ

Eurocodes CEN TC 250

- EC 1 Zatížení
Konečný text EC 1, part 3 Traffic load on bridges byl již vydán a zůstane po dobu 3 let beze změny. V následujícím roce by měly být vypracovány národní aplikační dokumenty.
- EC 2 Beton
Část 2 - Mosty, práce pokračují a železnice se podílejí na zpracování kapitoly Únava prostřednictvím ERRI D 183
- EC 3 Ocel
Část 2 - Mosty, práce pokračují, k dispozici je 2. návrh znění této části.
- EC 4 Spřažené konstrukce

Harmonizace UIC - EC

Jsou zřízeny pracovní skupiny: Součinitele spolehlivosti, Deformace, Ocelové konstrukce

Nejbližší zasedání podvýboru UIC C7/J se uskuteční v lednu 1996 v Paříži a v červnu 1996 v Oslo.

Závěrem této části je nutno poznamenat, že ČD budou v technických koncepcích vycházet ze standardů UIC a budou postupně aplikovat vedle vyhlášek závazných i většinu vyhlášek doporučených do svých vnitřních předpisů.

Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah

(TKPČD)

Účinností zákona 47/1992 Sb. (Občanský zákoník) a 513/1991 Sb. (Obchodní zákoník), ale zvláště účinností zákona 199/1994 Sb. o zadávání veřejných zakázek, se projevila nutnost upřesnit závazkové vztahy mezi subjekty účastnými na výstavbě (objednatel - zhotovitel). Vlastní vyjádření vztahu, tj. především smlouva - by tak bylo zatěžováno opakujícími se podrobnostmi k provádění a kvalitě předmětu díla.

TKP budou představovat soubor požadavků objednatele - ČD, s. o. - směrem ke zhotoviteli

- na provedení prací,
- na kontrolu prací v průběhu díla,
- na přejímky prací v průběhu díla i převzetí díla při jeho skončení.

TKP budou využity

- a) při zadávacím řízení jako součást zadávací dokumentace, kterou se vymezuje rozsah díla,
- b) při uzavírání smlouvy o dílo, kdy se stanou jedním z dokumentů smlouvy,
- c) při realizaci díla jako podklad pro zhotovitele i stavební dozor objednatele o způsobu provedení díla, kontrolu stavebního dozoru nad prováděním a kvalitou i dílčími a konečnými přejímkami díla,
- d) v dokumentaci stavby (pro zadání i v projektu) jako doplněk ke kvalitativním parametrům navržených projektantem.

Zpracování TKP bylo Českými drahami zadáno Pragoprojektu Praha, a.s. a SUDOPu Praha, a.s. Technickou radu pod vedením zástupců zpracovatelských firem tvoří i zástupce Ministerstva dopravy ČR, zástupci ČD, s. o. a vybraných projekčních a prováděcích firem.

Časový harmonogram zpracování TKP:

- | | |
|---|-------------------|
| - zpracování, oponentury, kontroly a opravy | 05/1995 - 09/1995 |
| - schvalování | 10/1995-12/1995 |
| - předpoklad vydání | 01/1996 |
| - platnost | 1. 2. 1996 |

Úprava TKP:

Kapitola 1	Všeobecně	Kapitola 17	Beton pro konstrukce
Kapitola 2	Příprava stavenišť	Kapitola 18	Betonové mosty a konstrukce
Kapitola 3	Zemní práce	Kapitola 19	Ocelové mosty a konstrukce
Kapitola 4	Odvodnění kolejiště	Kapitola 20	Tunely
Kapitola 5	Ochrana drážního zemního tělesa	Kapitola 21	Mostní ložiska a závěry
Kapitola 6	Pražcové podloží	Kapitola 22	Izolace proti vodě
Kapitola 7	Kolejové lože	Kapitola 23	Sanace inženýrských objektů
Kapitola 8	Konstrukce koleje a výhybek	Kapitola 24	Zvláštní zakládání
Kapitola 9	Úrovňové přejezdy a přechody	Kapitola 25	Protikorozní ochrana
Kapitola 10	Nástupiště, rampy a zpevněné plochy	Kapitola 26	Osvětlení, rozvody NN včetně dálkového ovládání
Kapitola 11	Oplocení	Kapitola 27	Montáž zabezpečovacího zařízení
Kapitola 12	Chráničky a kolektory	Kapitola 28	Montáž sdělovacího zařízení
Kapitola 13	Plyn, voda, produktovody	Kapitola 29	Silnoproudá technologická zařízení
Kapitola 14	Septiky, čističky, lapače, kanalizace	Kapitola 30	Silnoproudé rozvody
Kapitola 15	Vegetační úpravy	Kapitola 31	Trakční vedení
Kapitola 16	Protihluková opatření	Kapitola 32	Zařízení trati, návěstidla, traťové značky....

(Poznámka: Uvedené názvy kapitol jsou pracovní, v průběhu zpracování dochází ke změnám.)

Skladba kapitol

Pro všechny kapitoly byla navržena jednotná formální úprava článků:

- čl.1 Úvod obecně
- čl.2 Popis a kvalita materiálů
- čl.3 Technologické postupy prací
- čl.4 Dodávka, skladování a průkazní zkoušky
- čl.5 Odebírání vzorků a kontrolní zkoušky
- čl.6 Přípustné odchylky, míra opotřebení, záruky
- čl.7 Klimatická omezení
- čl.8 Odsouhlasení a přejímání prací
- čl.9 Kontrolní měření, měření posunů a přetvoření
- čl.10 Ekologie
- čl.11 Bezpečnost práce a technických zařízení, požární ochrana
- čl.12 Související normy a předpisy (ČSN, TNŽ vč. změn, vzorové listy, předpisy).

Strategické záměry ČD ve vztahu ke správě mostních objektů

Nejaktuálnějším cílem správy mostních objektů a všech ostatních umělých staveb je zabezpečit, aby se stav objektů alespoň stabilizoval, tj. aby se předešlo jeho dalšímu zhoršování. Plošné uplatnění tohoto cíle v celé síti ČD není z pochopitelných finančních důvodů možné. Bez náležitých opatření a zásahů lze ale očekávat nárůst počtu omezení rychlosti na mostech, pokles přechodnosti kolejových vozidel v síti ČD a konečně i návrhy na zastavení provozu některých úseků z důvodu bezprostředního ohrožení bezpečnosti. Jako východisko ze situace se jeví přistupovat diferencovaně k mostům dle kategorie trati.

Rekonstrukce umělých staveb na tratích I. kategorie

Situaci v této kategorii výrazně ovlivní postupující modernizace koridorů. Stav některých objektů na těchto tratích však vyžaduje rychlejší řešení, proto bude nutno jmenovitě prosadit rekonstrukce některých objektů ještě před modernizací úseku s tím, že nový objekt bude splňovat požadavky vyplývající ze zásad modernizace.

V zásadě lze přístup k rekonstrukcím na tratích I. kategorie charakterizovat:

- odstranit veškerá existující dopravní opatření (pomalé jízdy, trvalá omezení rychlosti z důvodu nedostatečné zatížitelnosti mostů, omezení přechodnosti železničních vozidel)
- zamezit nárůstu počtu dopravních omezení, stabilizace potřebné přechodnosti

- rekonstrukční práce na objektech budou podmíněny dokladováním potřeby (přepočet, fotodokumentace, expertní posudek) a odsouhlasením OUS
- směřování prostředků na tratích této kategorie musí být koordinováno s koncepčními záměry DDC

Rekonstrukce umělých staveb na tratích II. kategorie

Na tratích této kategorie je úkolem mostní služby stabilizování potřebné přechodnosti. Bude účelné zpracovávat ucelené úseky tratí formou expertních studií, v nichž budou dokladovány

- nutné prostředky na udržení popř. dosažení požadovaných parametrů trati bez dopravních omezení
- nutné prostředky na udržení provozu trati za cenu dopravních omezení
- popř. odborný odhad doby na dožití objektů a zastavení provozu na trati v případě neprovedení nutných stavebních opatření

Tyto studie by měly být doplněny obdobnými z ostatních oblastí infrastruktury (svršek, spodek, zab. zař.) a dále by měly sloužit pro rozhodování vedení DDC a ČD. Při předpokládaném omezeném přidělu financí na trati této kategorie nelze vyloučit krátkodobý nárůst počtu dopravních omezení.

Rekonstrukce umělých staveb na tratích III. kategorie

Na těchto tratích jsou prováděny pouze opravy na dožití, tedy na odsunutí problému definitivního rozhodnutí o přerušení provozu max. 10 let. Bez zásadních opatření se bude stav umělých staveb rychle zhoršovat, zvláště pak v částech sítě s nepříznivou skladbou stáří mostů. Je třeba zajistit, aby nedošlo k živelnému a v divizi předem neprojednanému přerušování provozu. Pro další rozhodování ve vedení DDC bude zapotřebí postupně připravit obdobné expertní studie jako pro umělé stavby na tratích II. kategorie, ovšem za poněkud odlišným účelem.

Ing. Milan Čermák, vedoucí oddělení US DDC

POZNATKY ZE STATICKÝCH PŘEPOČTŮ MOSTŮ

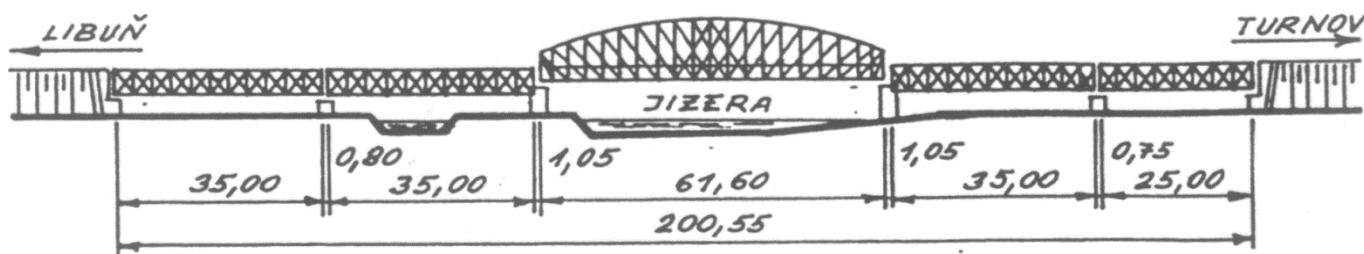
PONTEX s.r.o. Praha
Ing. Korbelař Jaroslav
Ing. Schindler Jiří

Fakulta stavební ČVUT Praha
Doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc.

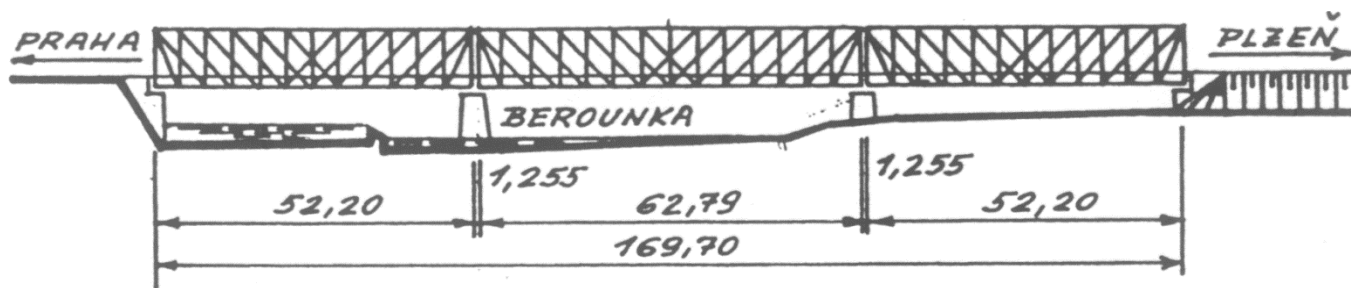
V předloženém příspěvku jsou stručně shrnuty hlavní poznatky a zkušenosti z provedených přepočtů třech velkých železničních mostů vypracovaných firmou Pontex s.r.o. Praha ve spolupráci s katedrou ocelových konstrukcí Fakulty stavební ČVUT Praha. O zkušenostech z rekonstrukce mostu Mokropsy, realizované dle projektu firmy Pontex, pojednává jiný příspěvek v tomto sborníku.

1. Provedené přepočty

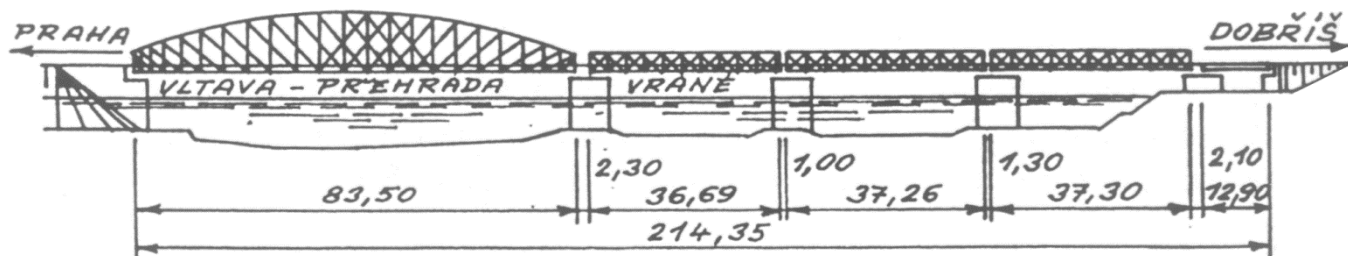
V letech 1994-95 byly provedeny přepočty tří velkých železničních mostů: Turnov, Mokropsy a Skochovice. Podélná schémata těchto mostů jsou uvedena na obrázku:



Jednokolejný most v Turnově



Dvoukolejný most v Mokropsích



Jednokolejný most ve Skochovicích

Jedná se o trémové mosty o několika prostých polích. Hlavní nosníky jsou příhradové nýtované. Všechny dotyčné mosty mají mostovku s mostnicemi s plošným uložením mostnic. V polích s dolní mostovkou je most uzavřeně uspořádaný. Další technické údaje uvedených mostů:

	Turnov	Mokropsy	Skochovice
Šikmost zakončení O. K.	90°	90°	55°- 30°
Kolej	přímá	přímá	R = 280 m
Kolej	stykovaná	stykovaná	nestykovaná
Jednostr. veřej. chodník	ano	ano	Ne
Rok výstavby	1903	1911	1897
Stáří O. K. roku	92	84	98

2. Postup při výpočtu zatížitelnosti

Rozhodujícím hlediskem pro volbu metodiky výpočtu byl požadavek, aby výpočet respektoval **prostorové působení mostní konstrukce**. Tento požadavek

- 1) byl specifikován objednatelem přepočtu, tj. ČD,
- 2) je uveden v SR 5(S) Určování zatížitelnosti železničních mostů
- 3) je preferován v odborné literatuře
- 4) lépe vystihuje skutečné chování konstrukce.

I když výpočet pomocí prostorového modelu patří do kategorie C "přesný výpočet na prostorovém modelu", nelze ho chápat jako samospasitelný pro vyřešení neuspokojivého stavebního stavu ocelové konstrukce staré mnoho desítek roků.

Je nutno si uvědomit, že jednotlivé prvky původní nosné konstrukce mostu byly navrhovány bez vzájemného spolupůsobení. Např. se nijak neuvažovalo spolupůsobení jednotlivých prvků mostovky, podélníků a příčníků s hlavními nosníky. Dnes víme, že v důsledku prostorového působení mostní konstrukce dochází k jiné úrovni namáhání jednotlivých prvků v porovnání s dřívějšími představami:

- Prvky mostovky (podélníky, příčnky a ztužení podélníků) jsou podstatně více namáhány. Přírůstek namáhání v závislosti na prostorovém uspořádání mostu činí desítky procent.
- Hlavní nosníky jsou nepatrně méně namáhány. Úbytek namáhání je několik málo procent, někdy je téměř zanedbatelný.
- Prvky vodorovného podélného ztužení jsou podstatně více namáhány. Pro některá konstrukční uspořádání, např. podmostkového ztužení, jsou přírůstky namáhání (napětí na hranách průřezů prutů) až dramatické.
- Prvky příčných ztužidel a další blíže nespecifikované prvky jsou různě namáhány. Těmto prvkům nebyly dříve přisuzovány nějaké silové účinky, sloužily pro zajištění tvaru a byly navrhovány konstrukčním citem.

Výpočet s respektováním prostorového působení jednotlivých prvků považujeme za správný, protože se více přibližuje skutečnému chování konstrukce. Míra přiblížení závisí na výstižnosti, s jakou dokážeme ve výpočetním modelu vyjádřit skutečné působení jednotlivých konstrukčních detailů.

Výpočty mnohonásobně vnitřně staticky neurčitých konstrukcí byly provedeny na prostorovém prutovém modelu konstrukce pomocí výpočetního programu DEFOR + V 94. Výsledkem tohoto strojního výpočtu byly vnitřní síly v krajních průřezech prutů (u vybraných podélníků i v mezilehlých průřezech) od jednotlivých zatěžovacích stavů od výpočtového zatížení, bez dynamického součinitele zatížení. Ve specifikovaných skupinách zatěžovacích stavů byly prováděny výběry extrémních vnitřních sil strojně dle zvolených (určujících) vnitřních sil.

Znáмым problémem je aplikace dynamického součinitele ve smyslu ČSN 73 6203 u prvků, které jsou namáhány jak lokálními účinky, tak účinky vyplývající ze spolupůsobí s hlavní nosnou konstrukcí. Typickými představiteli těchto prvků jsou podélníky a příčnky. Pro svislý ohybový moment, který vzniká převážně od lokálního zatížení mostovky, byl použit dynamický součinitel odpovídající náhradní délce podélníku resp. příčnku. Pro vodorovný ohybový moment a normálovou sílu, které

vznikají od spolupůsobení s hlavní nosnou konstrukcí, byl použit dynamický součinitel pro náhradní délku hlavního nosníku.

Hlavní použité zásady při modelování prostorové konstrukce:

- V přípojích prutů ke styčnickům nelze modelovat polotuhé připojení. Je možné pouze volit mezi uvolněnou vazbou a neuvolněnou vazbou pro přenos silové veličiny z prutu do styčnicku a naopak. Analýzou každého přípoje, pro přenos každé veličiny zvlášť, bylo rozhodnuto, kterému meznímu případu se konstrukční řešení víc blíží.
- Pro výpočet silových veličin byly uvažovány průřezové charakteristiky prutů bez vlivu oslabení korozí, nýtovými otvory apod. Vliv skutečného oslabení byl zaveden až při výpočtu zatížitelnosti.
- V místě křížení diagonál a svislic hlavního nosníku nebylo ve většině případů modelováno vzájemné spojení prutů.
- Byla respektována excentricita umístění prutů vzhledem ke geometrické ose soustavy (neřeší excentricitu připojení).
- Všechny členěné pruty byly modelovány jako jeden ideální prut bez detailního zobrazení na jednotlivé lokální prvky.
- Podélníky byly modelovány v závislosti na konstrukčním provedení pro svislý ohyb buď jako spojitě nebo jako prosté nosníky. Pro vodorovný ohyb vždy jako prosté nosníky.

Zatížení působící na konstrukci bylo zavedeno podle zásad:

- **Vnitřní síly od zatížení vlakem UIC-71 (P)** byly určeny z příčinkových čar (kromě podélníků) rozhodující statické veličiny, vytvořených na speciálně k tomu upraveném prostorovém modelu pro nejúčinnější polohu při respektování neuvažování odlehčujících účinků.
- **Zatížení stálé (Go)** bylo generováno přímo programem s konstrukčním součinitelem.
- **Zatížení větrem na konstrukci (W1)** bylo modelováno jako vodorovné rovnoměrné zatížení na pruty pásů hlavních nosníků.
- **Zatížení větrem na vlak (W2)** bylo modelováno jako vodorovné rovnoměrné zatížení na celou délku mostní konstrukce bez uvažování závislosti na svislém zatížení UIC-71 a ve výpočtu bylo zavedeno jako vodorovné a svislé (přítížení a odtížení vlivem excentrického působení) zatížení podélníků.
- **Zatížení brzdnými a rozjezdovými silami (B1)** bylo modelováno jako vodorovné rovnoměrné zatížení na celou délku mostní konstrukce bez uvažování závislosti na svislém zatížení UIC-71 a ve výpočtu bylo zavedeno jako rovnoměrné zatížení na podélníky současně s momentovým zatížením jako důsledek excentrického působení.
- **Zatížení bočním rázem (F)** bylo uvažováno hodnotou 60 kN. tato síla byla ve smyslu Směrnice pro přepočty železničních mostů roznesena na oba kolejové pásy do tří kolejových podpor v poměru 2 x (7.5 + 15 + 7.5) kN působící v úrovni temene kolejnice. Každá tato složka excentricity působící na podélník byla dále nahrazena třemi silovými veličinami k těžišti podélníků. Boční ráz byl tudíž modelován 2.3.3= 18 silovými veličinami.
- **Zatížení odstředivou silou (B2),** působící na temeni kolejnice, bylo modelováno jako vodo-rovnné rovnoměrné zatížení na celou délku mostní konstrukce bez uvažování závislosti na svislém za- tížení UIC-71 a ve výpočtu bylo zavedeno jako rovnoměrné zatížení svislé, vodo-rovnné a kroutící momentové na podélníky, působící ve společném zatěžovacím stavu s boč-ním rázem.
- Pro každý vyšetřovaný prut bylo uvažováno všech **8 kombinací zatížení:**

$$W1 + W2 = W \qquad B1 + B2 = B$$

$$KZ 1: 1.0 G + 1.0 (\qquad P)$$

$$KZ 2: 1.0 G + 0.9 (W + \qquad P)$$

$$KZ 3: 1.0 G + 0.9 (W + B + \qquad P)$$

$$KZ 4: 1.0 G + 0.9 (\qquad B + F + P)$$

$$\text{KZ 5: } 1.0 \text{ G} + 0.9 (\quad \text{B} + \quad \text{P})$$

$$\text{KZ 6: } 1.0 \text{ G} + 0.9 (\quad \quad \quad \text{F} + \quad \text{P})$$

$$\text{KZ 7: } 1.0 \text{ G} + 0.9 (\text{W} + \quad \quad \quad \text{F} + \quad \text{P})$$

$$\text{KZ 8: } 1.0 \text{ G} + 0.8 (\text{W} + \quad \text{B} + \quad \quad \quad \text{F} + \quad \text{P})$$

Zatížitelnost každého prutu byla počítána z nejnepříznivější kombinace zatížení pro rozhodující vlákno průřezu v nejvíce namáhaném průřezu prutu. Zatížitelnost byla stanovena z napjatosti konstrukce. Kombinace zatížení, výpočet napětí a výběr nejnižší dosažené hodnoty zatížitelnosti byly prováděny strojním výpočtem a výsledky jsou dokumentovány v tabulkách.

3. Poznatky a doporučení

Současná metodika výpočtu vychází ze zatěžovací normy, která nevystihuje přiléhavě skutečný současný výskyt jednotlivých zatížení při jejich jednotlivých intenzitách normovým součinitelem kombinace zatížení k_{s1} . **Z praktického hlediska je téměř nemožné, aby za zbytkovou dobu provozní funkce mostu nastal případ současného působení několika druhů zatížení v normou předepsaných intenzitách, z kterého pak je určována zatížitelnost.**

Ilustrujme tento poznatek na konkrétním případě mostu v Turnově.

Dosažení maximální napjatosti od extrémního výpočtového zatížení ve sledovaném bodě konstrukce dojde jen tehdy, když např. pro kombinaci všech možných ($k_{s1} = 0.8$) skutečně se současně vyskytnuvších zatížení platí:

1. Souprava vlaku bude mít maximální zatížení p , totožné s vlakem UIC-71 s nápravovou silou čtyřnápravového vozidla P a bude působit právě jen na přičiňujících částech nosné konstrukce při nejnepříznivější poloze jednotlivých náprav a přitom její dynamický účinek dosáhne v rozhodujícím okamžiku maximální hodnoty:

$$P = 0.8 * 250 * 1.25 = \mathbf{250.0 \text{ kN}}$$

$$p = 0.8 * 80 * 1.25 = 80.0 \text{ kN/m koleje}$$

$$\delta_{\text{podélník}} = 1.80, \quad \delta_{\text{příčník}} = 1.80, \quad \delta_{\text{hl.nosník}} = 1.15$$

2. Právě v rozhodujícím místě konstrukce dojde k maximálnímu bočnímu rázu F v nejnepříznivějším směru:

$$F = 0.8 * 60 * 1.2 = \mathbf{57.6 \text{ kN}}$$

3. V tomto okamžiku bude současně souprava vlaku působit maximální rozjezdovou silou b na celou délku konstrukce v rozhodujícím směru v maximální hodnotě:

$$b = 0.8 * 19.2 * 1.2 = \mathbf{18.43 \text{ kN/m koleje}}$$

4. Přesně ve stejném okamžiku dosáhne vítr v rozhodujícím směru maximální rychlosti v :

$$w_0 = 0.8 * 0.55 * 1.3 = 0.572 \text{ kN/m}^2$$

$$v = 2 * \sqrt{(1600 * 0.572)} = \mathbf{30.25 \text{ m/sec (108.9 km/hod)}}$$

Doporučujeme proto pro každý přepočítaný most individuálně stanovit kombinace zatížení včetně zavedení diferenciovaného součinitele kombinace zatížení k_{s1} , z kterých bude počítána zatížitelnost.

Druhý poznatek se týká modelování uložení konstrukce na ložiska. Většina železničních mostů má na jedné straně dvě ložiska pevná a na druhé straně dvě ložiska pohyblivá (případná podružná ložiska nyní neuvažujeme). Ve výpočtovém modelu ale nemůžeme použít 2 pevná ložiska. Ve skutečnosti každé ložisko má ve směru, ve kterém není umožněn pohyb, určitou vůli v důsledku konstrukčního uspořádání. Tyto vůle v podélném směru (1 až 2 mm) v pevných ložiskách umožní nepatrné pootočení podporového příčnicku ve vodorovné rovině při vodorovném příčném zatížení mostu. Pokud bychom tyto vůle v ložiskách při modelování nerespektovali, tak je to jednak v rozporu se skutečným chováním mostu a jednak bychom obdrželi tak velká namáhání konstrukce v oblasti ložisek, že bychom nebyli schopni dotyčné prvky vůbec nadimenzovat.

Doporučujeme proto modelovat vůle v ložiskách pomocí pružného podepření. V každém směru, ve kterém je v ložiskách bráněno vodorovnému pohybu, uložit pružnou podporou. Volba tuhosti závisí na předpokládané vůli v ložisku.

Poslední poznatek se týká stanovení výsledné zatížitelnosti celého mostu. Zatížitelnost mostu je dána nejnižší zatížitelností prvku nosné konstrukce. Většinou lze očekávat, že při prvním výpočtu dostaneme zatížitelnost menší, než jaká by odpovídala běžnému provoznímu zatížení.

Pokud na konstrukci nejsou zjištěny nějaké závady vyplývající z častého přetěžování, tak je původ rozporu zřejmě ve výpočtu zatížitelnosti. Je proto třeba podrobně analyzovat ty prvky, které nám zatížitelnost limitují. Různým modelováním prvku a jeho zapojení do konstrukce lze výrazným způsobem ovlivnit teoretické silové veličiny na tomto prvku a tím i jeho zatížitelnost. Vyřazením přemáhaného vedlejšího prutu se tedy zatížitelnost konstrukce jako celku mnohdy zvýší, neboť změna v zatížitelnosti zbývajících prutů konstrukce je většinou zanedbatelná. Otázkou stanovení nejmístičnějšího teoretického modelu se zabývá další článek v tomto sborníku.

Nové přístupy k hodnocení stávajících železničních mostů

Hynek Šertler *)

I. Úvod

Charakteristickým znakem současné etapy vývoje našeho mostního stavitelství je přechod k dokonalejším metodám posuzování jejich spolehlivosti důsledně respektujícím pravděpodobnostní přístup. Problematice posuzování spolehlivosti a hodnocení stávajících stavebních konstrukcí a mostů na báze pravděpodobnostního pojetí byla dosud věnována pozornost jen ojediněle. V předloženém článku jsou prezentovány nejnovější přístupy k této choulostivé problematice se snahou o zdokonalení současných normativních postupů hodnocení stávajících mostů, představujícím výraznější hospodárnost a úsporu finančních nákladů na rehabilitaci mostních objektů v provozu.

2. Analýza současného stavu hodnocení stávajících mostů

V případě stávajících mostů je rozhodujícím parametrem spolehlivosti jejich zatížitelnost. Tato se dá obecně chápat jako relativní únosnost mostní konstrukce, vyjádřená únosností limitujícího prvku, vztažená k hladině účinků určitého nahodilého krátkodobého zatížení.

V současné době akceptovaném přístupu stanovení zatížitelnosti ocelových železničních mostů [1], který byl převzat z dnes již neplatné oborové normy [2], se zatížitelnost definuje vzhledem k účinkům zatěžovacího schématu ideálního vlaku UIC-71.

Rozhodnutí o přechodnosti konkrétního provozního zatížení přes mostní konstrukci je podmíněno splněním relace

$$z_{UIC} > \lambda_{UIC} \quad (1)$$

kde z_{UIC} je zatížitelnost limitujícího prvku mostní konstrukce definovaná vzhledem k účinkům zatěžovacího schématu ideálního vlaku UIC-71 a λ_{UIC} je účinnost konkrétního provozního zatížení.

Velikost parciálního součinitele spolehlivosti pohyblivého zatížení $\gamma_{fp} = 1,25$ (na rozdíl od návrhu nového mostu, kde se užívá hodnoty $\gamma_{fp} = 1,4$, byla stanovena deterministicky a doposud neexistuje její vědecké zdůvodnění na báze statistické analýzy provozního zatížení. Hodnoty součinitelů spolehlivosti ostatních zatížení jsou přebrány s určitými úlevami z normy [3] platné pro navrhování mostů nových. Podobně je tomu i se součinitelem spolehlivosti materiálu γ_M

3. Návrh koncepce nového přístupu k hodnocení stávajících železničních mostů

Základní teze nové metodiky představují následující koncepční úpravy :

- Nahrazení současných deterministicko-pravděpodobnostních a polopravděpodobnostních metod posuzování spolehlivosti mostních objektů metodami pravděpodobnostními.

--

*) Prof.Ing.Hynek Šertler, DrSc., Dopravní fakulta Jana Pernera

Univerzita Pardubice, Studentská 84, 530 09 Pardubice

- Diferenciace metodiky posuzování spolehlivosti stávajících mostů od metodiky platné pro nově navrhované mostní objekty.
- Promítnutí důležitosti a významu dílčích prvků mostní konstrukce ze spolehlivostního hlediska do metodiky hodnocení.
- Zohlednění vlivu a četnosti dohlédací činnosti správců mostních objektů v metodice posuzování spolehlivosti stávajících mostů.
- Promítnutí vlivu poruch a vad prvků mostních konstrukcí od odezvy zatížení a jejich odolnosti.

V dalších kapitolách článku se pokusím jednotlivé teze dále přiblížit.

3.1. Přejchod na pravděpodobnostní metody posuzování spolehlivosti

Metodika výpočtu rezervy spolehlivosti vycházející z dnes všeobecně akceptované inženýrské pravděpodobnostní metody [4] je velmi dobře rozpracovaná a stala se základem moderních světových [5] i evropských [6] norem pro navrhování stavebních konstrukcí. Pravděpodobnostní přístupy se postupně začínají prosazovat i při hodnocení stávajících stavebních konstrukcí a mostů v provozu [7], [8].

Za základní ukazatel spolehlivosti konstrukce se považuje pravděpodobnost jejího bezporuchového působení, nazývaná hladinou spolehlivosti P a pravděpodobnost poruchy P_f , popřípadě indexem spolehlivosti, kteréžto veličiny jsou udávány zpravidla v konkrétním čase t_j .

Parametrem kvality je rezerva spolehlivosti $G(t)$, která má charakter náhodně proměnné veličiny,

$$G(t) = Y(X(t)) \quad (2)$$

kde X je vektor náhodně proměnných parametrů, na kterých spolehlivost závisí. Z množiny parametrů spolehlivosti jsou dominující parametry, vztahující se na zatížení S a odolnost konstrukce vůči těmto účinkům R .

Inženýrská pravděpodobnostní metoda tyto dvě skupiny parametrů separuje a vztah (2) potom můžeme vyjádřit v podílovém tvaru

$$G(t) = R(t)/S(t) > 1 \quad (3)$$

V důsledku degradace odolností a zpravidla i nárůstu zatížení funkce spolehlivosti je ve většině případů u neudržované konstrukce klesající a pravděpodobnost poruchy stoupající.

Přesnost určení pravděpodobnosti poruchy resp. funkce poruchovosti závisí na zvoleném transformačním modelu pro výpočet odezvy konstrukce na zatížení. Dnešní výpočtová technika při použití diskretních metod mechaniky nám umožňuje dosažení velké přesnosti stanovení odezvy.

Doba od času t_1 při posuzování životnosti t_L je zbytkovou životností, kterou je možno prodloužit opravami, popř. rekonstrukcí. Pro zjednodušení vynecháme dále při zápisu závislost na čase. Odezva za zatížení v případě lineárního výpočtu je superpozicí všech zatěžovacích vlivů, působících na konstrukci.

Vzhledem k dominantnímu vlivu krátkodobého nahodilého zatížení, působícího na železniční most je možno účinky zatížení na konstrukci vyjádřit následovně

$$S = S_T + ES_j, \quad (4)$$

kde S_T je dynamická náhodně proměnná odezva konstrukce na krátkodobé zatížení, ES_j jsou účinky ostatních zatížení, působících na konstrukci v určitém časovém úseku.

Protože u běžných typů a rozpětí konstrukcí převažují u ostatních zatížení zatížení stálá, která se svým tvarem statistických charakteristik blíží k charakteristikám odolnosti konstrukce, můžeme předpokládat, že snižují odolnost konstrukce vůči krátkodobému nahodilému zatížení S_T .

$$R_{red} = R - ES_i \quad (5)$$

Dosadíme-li za $R(t)$ do vztahu (3) R_{red} a za $S(t)$ S_T definované v (4), dostaneme upravený výraz pro spolehlivost v podílové formě ve tvaru

$$G(t) = z_T = R_{red}/S_T = (R - ES_i)/S_T > 1 \quad (6)$$

Vzhledem k formální shodě výrazu (6) a ke vztahu pro zatížitelnost podle [1] budeme označovat spolehlivost podle (6) jako provozní zatížitelnost s označením z_T .

Ve velké většině případů je pro simulaci výrazu (6) nutno užít numerickou cestu, například aplikací metody Monte-Carlo [8]. Při složitějších transformačních modelech, např. při použití standardních výpočtových systémů FEM se stává tato metoda velmi časově náročnou a je výhodné použít metodu LHS (Latin Hypercube Sampling) [11].

Požadované hodnoty pravděpodobnosti poruchy závisí na důsledcích případného selhání prvku a na stáří, resp. požadované zbytkové životnosti posuzované konstrukce. Rozhoduje důsledek selhání prvku na spolehlivost konstrukce jako celku a charakter porušení. Velmi důležitá je úroveň inspekce konstrukce. Pro dálniční mosty jsou tyto hodnoty uvedeny v [12].

Vzhledem k neúplnosti statistických podkladů, zejména absenci statistických údajů o odezvě provozního zatížení, nelze tento přímý důsledně pravděpodobnostní přístup zatím v plné míře aplikovat. Zdá se, že dostupnější cestou bude semiprobabilistický postup, založený na pravděpodobnostní bázi, ale mající deterministický tvar. V tomto postupu jsou opět všechny veličiny vztahu (6) chápány jako náhodné proměnné, avšak jejich vstupní hodnoty se analyzují separátně pro odpovídající návrhové pravděpodobnosti výskytu extrémních účinků zatížení a odolnosti konstrukce. Je to zároveň cesta upřesnění hodnot součinitelů spolehlivosti zatížení příp. odolnosti materiálu vzhledem k upřesněným návrhovým hodnotám pravděpodobnosti poruchy dílčích mostních prvků platným pro stávající mosty v provozu.

Oba přístupy si však vyžadují znalosti statistických charakteristik odezvy provozního zatížení, což však znamená věnovat tomuto fenoménu větší výzkumnou pozornost a spolupráci s GR ČD.

3.2 Odlišnosti v posuzování spolehlivosti stávajících a nově navrhovaných mostů

Základní rozdíl v metodice posuzování spolehlivosti stávajících respektive nově navrhovaných mostních konstrukcí je odlišná míra pravděpodobnosti poruchy nové a provozované konstrukce. Při návrhu nové konstrukce se respektuje návrhová pravděpodobnost poruchy odpovídající její plánované životnosti. V našich podmínkách se v současnosti pro nové navrhované konstrukce přebírají návrhové pravděpodobnosti poruchy doporučené normami ISO [5], [9] a evropskými standardy ENV [6]. V případě stávajících mostních konstrukcí je nutno tyto návrhové hodnoty pravděpodobnosti poruchy upravit s ohledem na zbytkovou životnost mostního objektu, případně pro dohodnutou referenční periodu platnosti výsledků statického přepočtu.

Další odlišnosti při posuzování stávající konstrukce od návrhu nové konstrukce jsou tyto :

- materiálové vlastnosti mohou být měřeny, v tom případě je jejich rozptyl velmi malý; popřípadě mohou být přebírány z původní dokumentace, v tom případě je nutno očekávat naopak velký rozptyl
- stálé zatížení může být určeno z měřených veličin
- mnohem přesněji může být určeno i pohyblivé krátkodobé zatížení, vztažené na konkrétní trať a konkrétní časový úsek
- může být zvolen daleko přesnější výpočtový model, beroucí v úvahu interakci všech elementů, jejich skutečné geometrické hodnoty poškození a skutečné chování konstrukce za provozu
- mnohem přesněji mohou být stanoveny vlivy okolí (mikroklima), ovlivňující rychlost koroze

3.3 Vliv významu dílčího prvku mostní konstrukce na její spolehlivost

Význam dílčího prvku mostní konstrukce limitujícího jeho provozní zatížitelnost je nutno chápat ze dvou hledisek.

1. Z hlediska vlivu jeho možné poruchy na spolehlivost celého konstrukčního systému
2. Z hlediska charakteru jeho porušení (křehký lom, houževnatý lom).

V pravděpodobnostním pojetí se obě hlediska zohledňují tzv. koeficientem varování [10], jenž ovlivňuje výslednou pravděpodobnost poruchy popřípadě indexu spolehlivosti dílčího prvku. S jeho pomocí lze upřesnit součinitele spolehlivosti zatížení a odolnosti materiálu v semiprobabilistickém pojetí výpočtu provozní zatížitelnosti, [4].

3.4 Význam dohlédací činnosti

Dohlédací činnost správce mostního objektu se realizuje formou prohlídek. Jejich náplní je zejména kontrola geometrie mostní konstrukce i jejích dílčích částí, kontrola technického stavu a identifikace poruch a vad. Prohlídky se tak stávají významným prvkem procesu hodnocení mostních konstrukcí, neboť jsou základním zdrojem informací o technickém stavu mostního objektu.

3.5 Vliv poruch a vad na spolehlivost mostní konstrukce

Poruchy a poškození dílčích prvků mostní konstrukce se promítají jak v odezvě zatížení mostu, tak i v odolnosti materiálu jeho částí. Aplikací prostorových výpočetních modelů s využitím moderních numerických metod lze velmi přesně zohlednit redistribuci vnitřních sil vyvolaných poruchami a poškozeními mostních prvků, jakož i odchylkami geometrie stávajícího mostu vůči ideálnímu projektovanému stavu.

4. Závěr

Záklaním záměrem autora tohoto článku bylo poukázat na problémy hodnocení stávajících ocelových železničních mostů v provozu, které jsou předmětem výzkumného úkolu, v rámci GA ČR č. 103/94/1341 na Dopravní fakultě Jana Pernera v Pardubicích ve spolupráci se SF VŠDS Žilina v GAV SR 1/1887/94. Analýza současného normativního postupu prokázala nutnost jeho modernizace zejména ve smyslu aplikace pravděpodobnostních přístupů posuzování spolehlivosti stávajících mostů.

Byly stručně vysvětleny základní teze této nové metodiky hodnocení mostů v provozu.

Literatura :

- [1] Rukověť pro určování zatížitelnosti železničních mostů, SUDOP Praha 1993
- [2] ON 73 6232 Přepočet ocelových železničních mostů a výpočet jejich zatížitelnosti. ÚNM Praha 1990
- [3] ČSN 73 6203 Zatížení mostů. ÚNM Praha 1987
- [4] MRÁZIK,A.: Teória spoľahlivosti ocelových konštrukcií. VEDA Bratislava 1987
- [5] ISO/DIS IO72I Steel Structures - Materials and design, ISO/TC I67, 1994 (návrh)
- [6] ENV 1993-I-I EUROCODE 3. Design of steel structures. Part I.I: General rules and rules for buildings, Brussels, CEN 1992
- [7] Canadian Standards Association: Supplement No I-1990 to CSA Standard CAN/CSA-S6-88 "Design of highway bridges", Rexdale, Ontario
- [8] ŠERTLER,H.-VIČAN,J.- SLAVÍK,J.: Spolehlivost stávajících mostních konstrukcí. Konference s mezinárodní účastí "Nové požadavky na stavby a jejich spolehlivost", Praha 7.-8.června 1994
- [9] ISO 2394.General principles on reliability for Structures. ISO/TC 98, 1986
- [10] ALLEN,D.E.: Canadian highway bridge evaluation: reliability index. Canadian Journal of Civil Engineering 19, str. 987-991
- [11] TEPLÝ,B. and NOVÁK,D.: Consequence of uncertainty of input data on engineering software reliability. Software for Engineering Workstations, 1989, Volume 5, January p. 33-34
- [12] BUCKLAND P.G and BARTLETT F.M: Canadian highway bridge evaluation: a general overview of Clause 12 of CSA Standard CAN/CSA-S6-88 Canadian Journal of Civil Engineering 19, 981-986 (1992)

Programový systém CASANDRA

(Expertní systém hodnocení železničních mostů)

Ing. David Krása, SUDOP PRAHA a.s.

Ve svém příspěvku bych Vás chtěl seznámit se vznikem a obsahem programového systému, který byl v SUDOPu PRAHA a.s. na zakázku a na míru vyvinut pro správce mostů u Českých drah.

Jedná se o systém, podporující technickou stránku činnosti, zvané „Bridge Management“. Své pokračování do sféry informací pasportních a ekonomických má CASANDRA v Mostním Evidenčním systému, který je v současné době ve vývoji.

Úloha systému CASANDRA ve správě mostů Českých drah

České dráhy usilují o zvýšení dopravních parametrů železničních tratí z hlediska přechodnosti zatížení - tzn. snaží se, oproti současnému stavu, umožnit běžnou přepravu těžších zási-
lek, odpovídajících evropskému standardu přechodnosti zatížení. Tento standard je dán traťovou třídou D4 pro rychlost 120 km/h.

Přechodnost zatížení na železničních tratích ČD je přitom toho času omezena zpravidla stavem železničních mostů (průměrné stáří všech 6779 mostů v síti ČD je 80 let, 43% z nich pochází z 19.století). Tento stav klade velké nároky na činnost mostní správy ČD. Správcům mostů jsou na jedné straně předkládány vysoké požadavky na přechodnost zatížení a na druhé straně disponují omezenými zdroji na vylepšení fyzického stavu mostních objektů.

Systém CASANDRA má při řešení uvedeného rozporu sloužit mostním správcům jako komplexní softwarová i metodická podpora pro technickou stránku problému, tj. při
- zjišťování a evidenci stavebního stavu a zatížitelnosti železničních mostů,
- posuzování přechodnosti zatížení (vlaků) po tratích.

Správcům mostů systém usnadní vyhledávání kritických míst na tratích z hlediska přechodnosti zatížení. Na základě toho budou moci s větší objektivitou posuzovat naléhavost opravných prací a rekonstrukcí jednotlivých mostů, což jim umožní účelné směřování omezených finančních zdrojů.

Systém se zaměřuje na:

- odhalení, prokázání a využití všech teoretických rezerv v zatížitelnosti stávajících mostů,
- maximálně přesný rozbor účinků zatížení skutečně provozovanými železničními vozidly na tyto mosty,
- vytvoření podmínek pro hromadné zpracování technických dat o mostech.

Při důsledné aplikaci tohoto postupu lze očekávat, že bude s pomocí systému možné prokázat, že pro naprostou většinu stávajících železničních mostů není bezprostředně nezbytná jejich zásadní rekonstrukce nebo výměna. Tu lze nahradit záchovnou péčí, případně částečným zesílením některých částí mostu, což jsou postupy řádově méně nákladné.

Struktura systému, rozsah a možnosti použití

Systém podporuje řešení tří základních okruhů problémů, které jsou předmětem technického posouzení mostu a logicky na sebe navazují posloupností provádění:

- a) v terénu je nutno zjistit (či ověřit) stavební stav,
- b) na základě získaných údajů se stanoví (či aktualizuje) zatížitelnost mostu,
- c) ze zatížitelnosti rozhodujících prvků konstrukce lze po rozboru účinků zatížení stanovit přechodnost libovolného zatížení,

Kromě hodnocení jednoho mostu může systém hodnotit z nejrůznějších hledisek data o celé skupině mostů. Hromadné zpracování dat o mostech v celých úsecích tratí je zásadním příspěvkem ke zvýšení komfortu činnosti správců mostů.

Pro tento účel je Systém CASANDRA, verze 1.0 identifikačně napojen na stávající, relativně spolehlivě stabilizovanou datovou základnu Evidence mostů a propustků.

Tab.1.

Systém CASANDRA, verze 1.0 - vnitřní uspořádání

Okruhy řešených problémů (větvě)		
větev A Zjišťování a evidence stavebního stavu mostů	větev B Zjišťování a evidence zatížitelnosti mostů	Větev C Stanovení účinnosti zatížení a posuzování přechodnosti přes mosty
Jednotlivé programy systému a jejich zařazení do větví		
1. Databáze závad mostů - revize	2. Databáze zatížitelnosti	6. Program M.Q.A. (výpočet účinnosti zatížení)
	3. Program pro generovaný odhad zatížitelnosti	7. Program pro posouzení přechodnosti zatížení
	4. Program pro výpočet zatížitelnosti klenby	
	5. Program pro výpočet zatížitelnosti zabetonova- ných nosníků	

Stručný popis jednotlivých součástí systému CASANDRA

A. Zjišťování a evidence stavebního stavu mostních objektů (databáze závad mostů - revize)

Program bezprostředně souvisí s prováděním revizí stavebního stavu mostů, jeho prostřednictvím se provádí sběr dat z těchto revizí.

Program pro zadávání výsledků revizí se snaží v rozumné míře minimalizovat vliv subjektivního přístupu revizních pracovníků a tím vytvořit podmínky pro další hromadné zpracování takto získaných dat.

Závady zjištěné při revizích se bezprostředně po prohlídce zadávají do přenosného počítače (notebooku). Kromě volného popisu závady se v zadávacím dialogu zakóduje typ závady, její umístění na mostě a její míra.

Lze předpokládat, že závady budou popsány natolik jednoznačně (nedopustí-li se uživatel programu závažnějších chyb), že automatizovaným porovnáním dat ze dvou následujících revizí bude možné odhalit případné zhoršování stavu mostu. Zároveň lze data o závadách statisticky zpracovávat z různých hledisek.

Oproti dřívějším postupům se zjednodušuje i evidence získaných dat.

B. Zjišťování a evidence zatížitelnosti mostních objektů

Jádrum této části systému je databáze údajů o zatížitelnosti mostů. Hodnoty zatížitelnosti jsou v databázi doplněny o veškerá data, která jsou zapotřebí k posouzení přechodnosti libovolného železničního zatížení (vlaku) přes most (viz 3.).

Data ukládaná do databáze lze přitom získat následujícími způsoby:

- archivací výsledků dřívějších přepočtů, příp. originálních statických výpočtů; pro tento účel umožňuje program převádět při zadávání do databáze účinky historických návrhových schémat zatížení na účinky v současnosti platného ekvivalentu - schématu UIC-71,
- archivací výsledků nově provedených přepočtů v různém stupni přesnosti. Systém CASANDRA obsahuje:
 - procedury pro generovaný odhad zatížitelnosti běžných mostních konstrukcí, spočívající v porovnání účinků zatěžovacího schématu, na které byl most při svém vzniku di-

menzován, s účinky zatěžovacího schématu UIC-71, s přihlédnutím k vlastnostem historických konstrukčních materiálů a k současným poznatkům,

- programy na výpočet zatížitelnosti nejčastějších typů mostních nosných konstrukcí, tj. kleneb a spážených desek se zabetonovanými nosníky (přičemž programy pro další typy konstrukcí lze v budoucnu modulově doplňovat)

Pro získávání dat pro databázi zatížitelnosti je systém tedy zcela otevřený. Lze do něj zadat data o jakékoli míře přesnosti a spolehlivosti. Této spolehlivosti pak samozřejmě odpovídá i spolehlivost výsledků poskytovaných celým systémem.

Možnosti jednotlivých programů pro výpočet zatížitelnosti :

Program "Generovaný odhad zatížitelnosti " :

- odhad zatížitelnosti Z_{UIC} jakékoli části mostu - lze provést na základě údajů z Evidence mostů nebo na základě údajů zadaných uživatelem,
- uložení vzniklých dat do databáze zatížitelnosti

Program "Výpočet zatížitelnosti klenby" :

- zjednodušený výpočet Z_{UIC} nosné konstrukce klenby, která je bez závažných závad
- uložení vzniklých dat do databáze zatížitelnosti

Program "Výpočet zatížitelnosti zabetonovaných nosníků" :

- plnohodnotný výpočet Z_{UIC} desky se zabetonovanými nosníky
- uložení vzniklých dat do databáze zatížitelnosti

C. Stanovení účinnosti zatížení a posuzování přechodnosti zatížení přes mosty

K výpočtům účinnosti zatížení (k programu M.Q.A.) :

Systém CASANDRA umožňuje porovnat účinky libovolných železničních zatížení obtěžkáním příčinkové čáry posuzované veličiny. Příčinkové čáry jsou buď automaticky generovány programem nebo zadávány pomocí pořadnic.

Železniční zatížení lze v programu sestavit z databází:

- všech hnacích vozidel Českých drah a některých hnacích vozidel sousedních železničních správ,
- vybraných speciálních železničních vozidel (nehodové jeřáby, stroje pro úpravu železničního svršku),
- vybraných železničních vozů pro těžké přepravy,
- schémat železničních vozů pro jednotlivé traťové třídy dle UIC 700 V (též ČD S 66),
- vybraných návrhových zatěžovacích schémat,
- souprav, které si uživatel sestavuje dle potřeby z libovolných vozidel,

Všechny databáze lze libovolně rozšiřovat.

V rámci vývoje programu byla provedena podrobná analýza zatížení skutečnými železničními vozidly. Jejím výsledkem je stanovení reálných odchylek nápravových sil jednotlivých typů vozidel oproti udávaným normovým údajům. Tyto odchylky jsou způsobeny :

- tolerancemi vlastní hmotnosti vozidel a jejich provozních náplní,
- tolerancemi v ložení vozidel (tj. přetěžováním),
- přerozdělováním nápravových sil vlivem tahu a brzdění vozidel (účinky stoupají s klesající rychlostí),
- dynamickými účinky vozidel (stoupajícími spolu s rychlostí).

Program automaticky stanoví nápravové síly zkoumané soupravy pro všechny reálné jízdní režimy, což umožňuje vyjádřit skutečné účinky zatížení přílehavěji než při použití jednotného součinitele spolehlivosti pro provozní zatížení, který byl při vyčíslení účinků zatížení používán doposud.

Porovnáním účinků skutečného provozního zatížení a návrhového zatěžovacího schématu stanoví program účinnost zatížení.

Program na výpočty účinnosti zatížení (M.Q.A.) lze tedy použít pro :

- výpočet poměru účinků dvou železničních zatížení

- pro konkrétní konstrukční prvek mostu, přičemž lze uvažovat příčinkovou čáru pro prostý nosník (automatizovaně) nebo libovolnou jinou příčinkovou čáru, zadanou pořadnicemi,
- na standardní sadě rozpětí prostých nosníků (do 100 m), tj. možnost porovnání účinků zadaného zatížení s účinky traťových tříd, o které víme, že je v určitém úseku trati přechodná,
- zatřídění vozidla nebo soupravy vozidel do třídy přechodnosti, tj. automatizované porovnání účinků s účinky traťových tříd na standardní sadě rozpětí,
- výpočty s historickými zatěžovacími schémata pro studijní účely

K programu na posouzení přechodnosti :

Přechodnost zatížení (tj. schopnost mostu nebo jeho části přenést toto zatížení) zjistíme porovnáním účinnosti zatížení (viz výše - program M.Q.A.) a zatížitelnosti mostu (viz část 2.).

Tento výpočet program provede po přípravě dat

- o zatížitelnosti (z Databáze zatížitelnosti)
- o posuzovaném zatížení (z programu M.Q.A.).

Program umožňuje v posouzení uvažovat vliv rychlosti jízdy na dynamické účinky. Proto může být využit i pro optimalizaci nejvyšší dovolené rychlosti na mostech, např. při návrhu dočasných omezení rychlosti jízdy z důvodu stavebního stavu mostů.

Program na posouzení přechodnosti lze tedy použít pro :

- posouzení přechodnosti zadaného zatížení pohybujiícího se zadanou rychlostí přes zadaný most,
- dtto přes libovolnou skupinu mostů, souvislou v traťovém úseku za sebou nebo i zcela nesouvislou,
- výpočet přípustné rychlosti jízdy zadaného zatížení přes zadaný most (mosty) - iteračním snižováním rychlosti na mostech, kde zatížení není přechodné.

Hardwarové a softwarové podmínky pro provoz systému CASANDRA

Systém je ve verzi 1.0 konstruován pro provoz na osobních počítačích PC s operačním systémem MS DOS.

Hardware:

Minimální konfigurace PC musí obsahovat procesor 386, RAM 8 MB a na pevném disku prostor min.60 MB.

Je však nanejvýše vhodné, zejména s ohledem na rychlost výpočtů v reálném čase, aby počítač uživatele měl procesor 486 s vyšším kmitočtem (např. 100 Mhz), popř. pentium. S postupem naplňování databází je třeba počítat s potřebnou diskovou kapacitou ve stovkách MB.

Pro účel pořizování dat do databáze závad (v terénu) předpokládáme využití přenosných PC s menší kapacitou pevného disku.

Software:

Systém ve verzi 1.0 ke svému spuštění a provozu potřebuje kromě operačního systému ještě databázový program Oracle for DOS, verze 6, jádro a Runtime for Tools. Bez instalace programu Oracle lze provozovat jen torzo systému (bez databází).

Instalace programu Oracle není vyžadována na přenosných PC pro sběr dat z podrobných prohlídek pro databázi závad.

K vývoji systému CASANDRA :

Historie systému sahá až do roku 1991. Vývoj rozhodně nebyl přímočarý, neboť zhotovitel ani objednatel zpočátku příliš netušili, co si od výsledku mohou slíbat, natož aby si dokázali živěji představit konkrétní praktický výstup. Dnes je tento výstup již na světě ve své první verzi, která má sice řadu much, nicméně již nepochybně dává prakticky použitelné výsledky.

CASANDRU jsme v říjnu t.r. prezentovali m.j. v Utrechtu v Holandsku na kolokviu „Maintenance of Railway Bridges and Civil Engineering Structures“, pořádaném ERRI (European Rail

Research Institute). CASANDRA tam vzbudila pozornost a mezi sesterskými systémy na „bridge management“ (norským, polským, německým) se rozhodně neztratila.

Možná se tážete po původu jména CASANDRA. Je výsledkem soutěže o výstižný, vtipný a stručný název systému, kterou jsme (s příslibem věčných cen) vyhlásili pro všechny zainteresované (konzultanty z ČD a autory systému ze SUDOPu). Čest SUDOPu zachránila těsně před uzávěrkou soutěže invence Ing.Tomáše Wanglera, jehož „CASANDRA“ nejvíce oslovila nezávislou porotou. Budiž vítězi ke cti, že o ceny se na závěr výrobní porady rozdělil s ostatními.

Název CASANDRA však není jen dívčím jménem (jako je tomu např. u kolejářského systému MARKÉTA), skrývá dva hlubší významy :

1. Cassandra (se dvěma ss) byla dle řeckého bájesloví princezna, nadaná věšteckými schopnostmi. Její předpovědi však obsahovaly povětšinou samé katastrofy (Trójskou válku apod.) a tak jí nikdo nevěřil, přestože se vždy vyplnily. Posudte sami, zda se nezávislí konzultanti dnes nedostávají do podobných situací (i když mosty na dráze ještě nepadají).
2. Jde o zkratku anglosaského typu (loading **C**apacity, **S**ervice**A**bility, **N**otable **D**amages - **R**apid **A**scertainment).

Perspektivy vývoje v dalších verzích systému CASANDRA

V r.1996 dokončí SUDOP PRAHA a.s. vývoj zcela nového Mostního evidenčního systému (M.E.S.), který bude založen mj. na identifikaci částí mostu shodné s databází závad a databází zatížitelnosti. Tento nový systém do sebe pohltí i data stávající Evidence mostů (a propustků). Proto bude muset spolu se vznikem nového M.E.S. nezbytně dojít k zásadní modernizaci systému CASANDRA (ke vzniku verze 2.).

Při modernizaci systému CASANDRA počítáme s jeho převedením do prostředí Windows a do vyšší verze databázového programu Oracle (verze 7), které od začátku používáme při vývoji M.E.S..

Zbývá na závěr jmenovat autory CASANDRY. O analýzu problémů se podělili Ing. David Krása a Ing. Tomáš Wangler, programátorem byl RNDr.Jan Pavlík. Dále též spolupracovali Ing.Jaroslav Veselý, Ing.Václav Kratochvíl, externě pak Mgr. František Roubík a Ing. Štěpán Krása.

EXPERIMENTÁLNÍ VYŠETŘOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF RAILWAY BRIDGES

Baťa, M. - Polák, M. - Sýkora, J.

V článku je zdůrazněn význam experimentálního vyšetřování mostních konstrukcí na železničních tratích. Moderní měřicí a vyhodnocovací linka řízená počítačem pracuje v systému on line případně off line. Vedle běžně měřených mechanických veličin a způsobu zatěžování statickým a dynamickým zatížením jsou popsány i nové zkušební metody jako jsou metoda modální analýzy a monitorování mostních konstrukcí.

1. Úvod

Nejvýznamnějšími objekty na železničních tratích, podmiňujícími jejich provozní způsobilost, jsou mostní konstrukce. Aby most mohl plnit svou funkci, musí splňovat požadavky na spolehlivost, životnost, únosnost nebo přesněji zatížitelnost, musí vyhovovat svou polohou, odpovídat svým prostorovým uspořádáním významu a kategorii trati a ne na posledním místě musí vyhovovat svým stavebním stavem. Společenský význam mostních konstrukcí zdůrazňuje potřebu jejich společenské kontroly. Zkoušení a diagnostika mostních konstrukcí má nezastupitelné místo v činnosti nazývané kontrola a systém jakosti. Jak při návrhu a výstavbě, tak i v době provozu a při nezbytné údržbě a případné rekonstrukci.

Experimentální vyšetřování se uplatní v různých etapách života mostu. V praxi jsou nejčastěji prováděny zatěžovací zkoušky mostů (statické a dynamické), které se řídí ustanoveními ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů. Tyto představují experimentální ověřování chování mostu jako fyzikálního modelu v měřítku 1:1. Provádíme je především před uvedením mostů do provozu. Zatěžovací zkouška skutečné mostní konstrukce nebo její části je nejobtížnějším technickým problémem ve zkušební činnosti vůbec. Při zkoušení in situ se vyšetřuje chování mostní konstrukce jako celku z hlediska únosnosti a použitelnosti. Experimentálně se zjišťují charakteristické veličiny mostní konstrukce nutné k zhodnocení jejího statického a dynamického chování. Most je při zkoušce prakticky v takovém stavu a úpravě, ve kterém nám v provozu skutečně slouží. Zatěžovací zkouška nemůže nahradit kvalifikovaný a pečlivý investorský dozor a materiálové zkoušky během výstavby mostní konstrukce. Experimentální vyšetřování se zabývá chováním postavené mostní konstrukce a má i jiné úkoly. V první řadě to je verifikace zavedených předpokladů při návrhu mostní konstrukce, použitého výpočtového modelu mostu a metod řešení. Mezi ně patří i zdokonalení způsobů zatěžování a měření, vývoj nových snímačů, zdokonalení měřících a vyhodnocovacích metod apod.

Nezanedbatelný je i psychologický účinek úspěšných zatěžovacích zkoušek mostů, o jejichž bezpečnosti vznikly pochyby. Vyšší formou experimentálního vyšetřování mostních konstrukcí in situ jsou zatěžovací zkoušky a další měření v rámci diagnostiky mostů, modální analýza a z ní vycházející identifikace výpočtového modelu mostu a monitorování rozhodujících částí mostní konstrukce za provozu.

V budoucnu bude mít experimentální vyšetřování železničních mostů nezastupitelnou úlohu ve sběru dat pro datovou bázi systému hospodaření s mosty, ale i pro verifikaci simulačního modelu chování mostu při provozním zatížení zaváděného do báze znalostí. Pro sledování stavu mostních konstrukcí za provozu je třeba vytvořit aktivní koncepční informační a expertní systém pro hospodaření s mosty. Systém by měl umožnit kvalifikovaně hodnotit provozní spolehlivost mostních konstrukcí a ekonomicky řídit hospodaření s nimi. Na základě odvozených pravidel pro rozhodování bude expertní systém pracovat se simulačními modely, vývojovými funkcemi a kritérii při plném využití získaných informací uložených v datové bázi. Bude tak zajištěno objektivní posuzování dat a dojde k shodnému rozhodnutí o provozu a údržbě mostní konstrukce.

V tomto článku vycházíme ze znalostí a zkušeností pracovníků Fakulty stavební ČVUT v Praze v experimentálním vyšetřování stavebních konstrukcí, zejména pak konstrukcí sloužících dopravě. Fakulta má i potřebná moderní vybavení výpočetní a měřicí technikou.

2. Statická zatěžovací zkouška

K měření statických průhybů železničních mostů používáme potenciometrických snímačů kladičkových nebo zařízení pro měření relativních průhybů KSM - R. Zatlačení ložisek na podporách a pilířích se měří potenciometrickými snímači přímočarými nebo induktivními snímači dráhy. Snímače jsou napojeny na vícekanálovou měřicí ústřednu UPM 60 Hottinger Baldwin, třídy přesnosti 0,02. Celá měřicí linka je řízena počítačem typu PC.

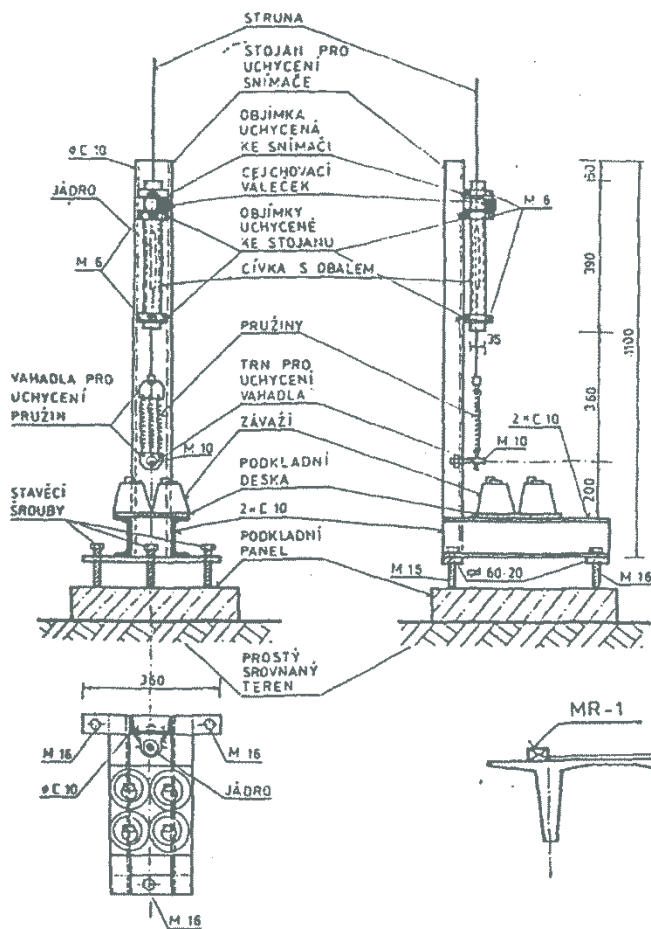
Sedání spodní stavby (pilířů a opěr) se sleduje geodetickým měřením přesnou nivelací. Většinou se používá nivelačních přístrojů Zeiss Ni 007 resp. Ni 005 s automatickým urovnáním záměrné přímkou do vodorovné roviny. Přístroje jsou vybaveny planparalelní destičkou s mikrometrem, který umožňuje čtení až na 0,05 mm. Pokud nelze umístit relativní snímače pod konstrukci (překážka např. vodní tok) měří se i průhyby konstrukce geodeticky nivelací nebo theodolitem.

K sledování poměrných deformací se užívají běžné odporové tenzometry nebo zvláště upravené tenzometry na fólii typu DB1 Hottinger Baldwin, případně induktivní tenzometry D1-5 Hottinger Baldwin. Vhodné jsou i strunové tenzometry, které se zabudovávají do konstrukce mostu pro dlouhodobé sledování.

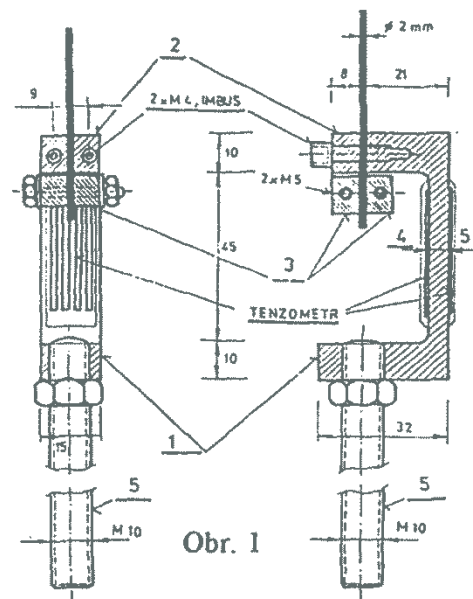
Při statické zkoušce se současně měří teplota konstrukce a okolí platinovými snímači teploty typu Pt 100/A při čtyřdrátovém zapojení pro měření odporů na měřicí ústřednu UPM 60.

3. Dynamická měření

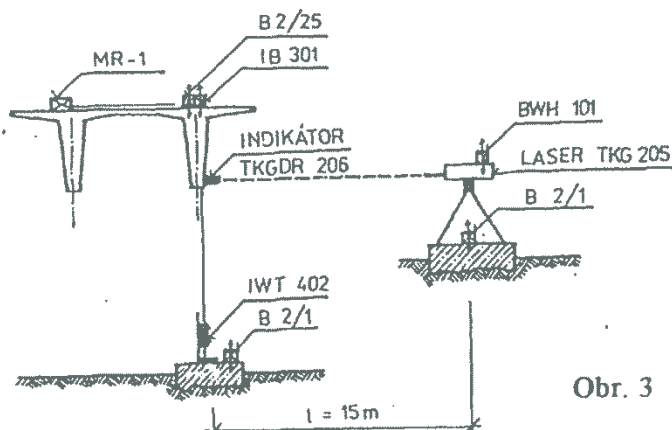
Během dynamického zatížení mostu měříme časové průběhy odezvy mostu (průhyby a jejich derivace - rychlost a zrychlení, poměrné deformace) ve vertikálním a horizontálním směru na buzení



Obr. 2



Obr. 1



Obr. 3

přejezdem vozidel, impulsem síly vyvolaným hořením raketových motorů nebo rázovadlem, harmonicky proměnnou silou nebo náhodně proměnnou silou elektrodynamického budiče TIRAVIB 5140. Také volné a vlastní kmitání mostní konstrukce je sledováno. Vedle hlavních veličin jsou měřeny i další doplňující veličiny. Jsou to: velikost a časový průběh budících sil užitých zatěžovacích prostředků, rychlost přejíždějících zatěžovacích vozidel, rychlost a směr větru, teplota konstrukce a vzduchu v okolí mostu apod. .

Realizace měření kmitání mostní konstrukce předpokládá, že je k dispozici vhodná měřicí zařízení jehož přenosové vlastnosti známe. Současný technický vývoj jde jednoznačně k automatizaci experimentu při spolupráci měřicí techniky a řídicích počítačů. Proto byl na Fakultě stavební ČVUT v Praze vybudován komplexní měřicí a vyhodnocovací systém pracující v systému on line a off line. Vedle celé řady různých typů snímačů významnými členy tohoto systému jsou šestikanálové a tříkanalové zesilovače typu KWS Hottinger Baldwin, analogo-digitální převodník Dynalog 2000 Peekel Instruments, technický magnetofon 3600 E Honeywell s PCM systémem, řídicí počítač typu PC s příslušnými perifériemi a inteligentní FFT analyzátor ONO SOKKI CF-930 . Byly sestaveny programy pro řízení měření a pro zpracování naměřených dat.

Poměrné deformace při dynamickém zatížení železničních mostů jsou převážně sledovány odporovými tenzometry typu DB1 Hottinger Baldwin nebo typu X350 Mikrotechna zapojenými do plných nebo polovičních můstků a nebo induktivními tenzometry typu D1-5 Hottinger Baldwin. Relativnímu měření vertikálních průhybů je věnována velká pozornost. Běžné snímače dráhy nejsou vhodné pro měření na mostních konstrukcích, protože mají poměrně nízkou vlastní frekvenci a zvláště proto, že nosná konstrukce mostu je poměrně vysoko nad pevným relativním bodem. Proto byly vyvinuty, vyrobeny a odzkoušeny tři typy relativních snímačů. První typ (obr. 1) byl vyvinut pro měření velmi malých průhybů. Snímač je založen na tenzometrickém snímání namáhání ocelového třmenu. Druhý typ (obr. 2) využívá běžný induktivní snímač dráhy (W50 nebo W100 Hottinger Baldwin). Třetí typ (obr. 3) užívá laserový paprsek s opticko-elektrickým konvertorem. K absolutnímu měření průhybů se používají absolutní snímače typu B2/1 , B2/25 a B3 Hottinger Baldwin. Zrychlení je měřeno absolutními induktivními snímači B12/200 Hottinger Baldwin.

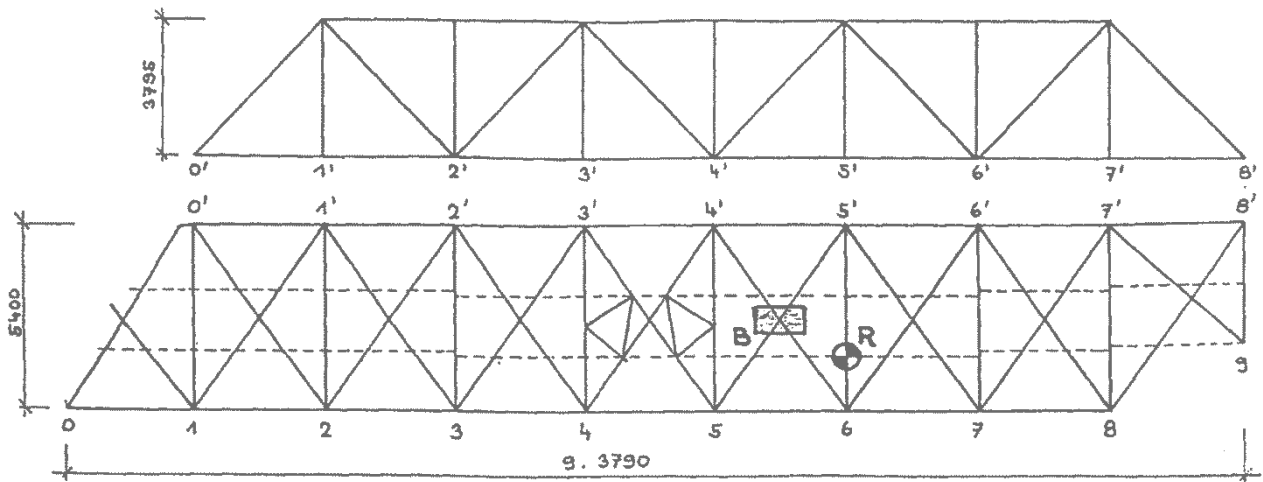
4. Modální analýza

V experimentálním vyšetřování stavebních konstrukcí se modální analýzou rozumí určení vlastních frekvencí a podrobné měření tvarů vlastního kmitání stavební konstrukce. Lze ji využít k řešení úloh:

- určení dynamických charakteristik konstrukce,
- verifikace výpočtového modelu konstrukce a jeho identifikace,
- určení skutečného chování mostní konstrukce s možností lokalizace poruch,
- dlouhodobého sledování mostní konstrukce v systému hospodaření s mosty,
- sledování tzv. proměnných parametrů při vytváření degračních modelů mostů.

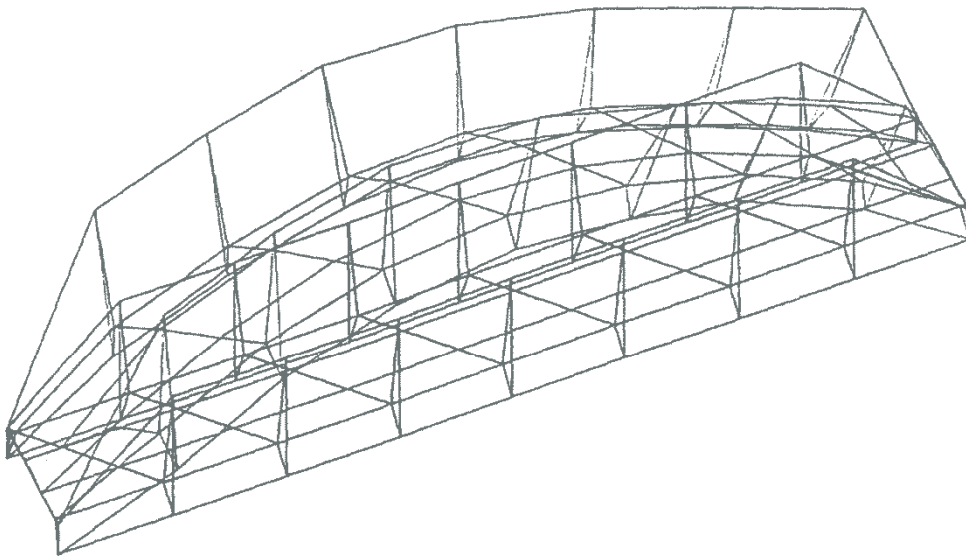
U mostních konstrukcí je třeba měřit tvary kmitání s nízkými frekvencemi. Tím je omezen výběr vhodných absolutních snímačů, které musí splnit podmínky nezkresleného zobrazení při měření v oblasti nízkých frekvencí a dát dostatečně silný signál vzdálený od šumu pro zpracování FFT. Používáme snímače výchylek B2/1 a B3 Hottinger Baldwin, snímače výchylek a rychlosti 916 VD/VDS SKF-Wilcoxon a snímače zrychlení B12/200 Hottinger Baldwin. Snímače jsou uspořádány do ružice k měření ve třech kolmých směrech.

Postup určení frekvencí vlastního kmitání je takový, že při rozkmitání mostní konstrukce náhodnou budící silou elektrodynamického budiče se určí průběh přenosové funkce v několika vybraných bodech konstrukce v závislosti na frekvenci budící síly. Hodnota vlastních frekvencí kmitání konstrukce se upřesní při buzení harmonickým signálem. V dalším je možno se rozhodnout pro buzení harmonickou budící silou nebo budící silou náhodného charakteru. Přitom se měří pohyblivými snímači odezva mostu v bodech stanovené sítě ve třech na sebe kolmých směrech a fázové posunutí pohybu oproti referenčnímu snímači. Z těchto veličin se vyhodnocují odpovídající tvary vlastního kmitání. Při měření odezvy (v měřítku výchylek, rychlosti, zrychlení) je sledována i úroveň signálu nesoucí informaci o odezvě mostu při kmitání ve vybuzených tvarech kmitání. Hodnoty poradnic tvaru kmitání jsou průměrovány nejméně z pěti měření. Je počítán variační



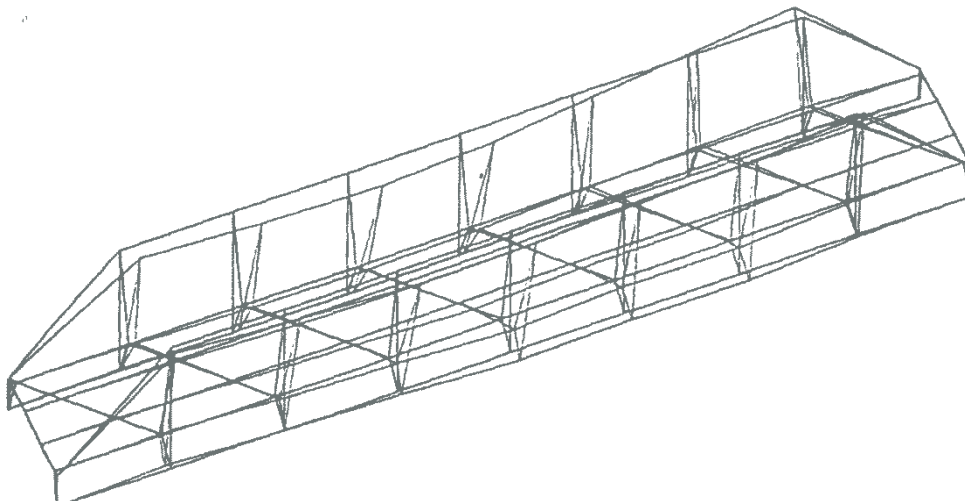
Obr. 4

STRAZ-ZELEZNICNI MOST PRES OMRI, MODALNI ANALYZA 23.11.94, $f(2) = 7.090$ Hz
 REALNA SLOZKA ZMERENEGA VLASTNIHO TVARU (POSUNY U, V, W)
 BUDICI FREKVENCE = 7.090 Hz



Obr. 5

STRAZ-ZELEZNICNI MOST PRES OMRI, MODALNI ANALYZA 29.11.94, $f(2) = 7.090$ Hz
 IMAGINARNI SLOZKA ZMERENEGA VLASTNIHO TVARU (POSUNY U, V, W)
 BUDICI FREKVENCE = 7.090 Hz



Obr. 6

koeficient a směrodatná odchylka každé pořadnice tvaru kmitání. Na základě jejich přípustného horního odhadu jsou hodnocena vybočující měření.

Při zpracování tvarů kmitání je sledována reálná a imaginární složka funkce popisující průběh kmitání konstrukce mostu v j-tém tvaru

$$r_{(j)}(x, y, z, t) = r_{o(j)}^R(x, y, z) \cos \omega_{(j)} t + r_{o(j)}^I(x, y, z) \sin \omega_{(j)} t \quad (1)$$

V rovnici (1)

$$r_{o(j)}^R(x, y, z) = r_{o(j)} \cos \varphi_{(j)}(x, y, z) \quad , \quad (2)$$

$$r_{o(j)}^I(x, y, z) = r_{o(j)} \sin \varphi_{(j)}(x, y, z) \quad , \quad (3)$$

je reálná a imaginární část amplitudy j-tého tvaru vlastního kmitání v bodě A(x,y,z), $\omega_{(j)}$ je j-tá kruhová frekvence vlastního kmitání a $\varphi_{(j)}(x,y,z)$ je fázové posunutí amplitud v bodě A(x,y,z) vzhledem k amplitudě ve svislém směru v referenčním bodě R.

Popsanou metodou bylo vybuzeno a měřeno pět významných tvarů kmitání železničního ocelového mostu ve Stráži nad Ohří (obr. 4). Příklady vykreslené reálné a imaginární složky ohybového tvaru s frekvencí $f_2 = 7,090$ Hz jsou na obr. 5 a 6 .

5. Monitorování

Monitorování mostní konstrukce za provozu potřebuje zvláštní monitorovací systém. Měřicí linku sestavenou z výše uvedených snímačů a přístrojů je třeba doplnit o automatické spouštěcí zařízení a speciální paměťovou jednotku pro ukládání velkého množství naměřených dat, případně o jednotku provádějící třídění dat některou klasifikační metodou a signalizační zařízení. Úkoly monitorování mostní konstrukce lze shrnout do několika bodů:

- sledovat a signalizovat podmínky nebezpečných stavů za provozu mostu,
- poskytovat měřená data o provozním zatížení a dopravě pro prognostickou analýzu, plánování a rozhodování státních autorit,
- poskytovat informace pro vstup do systému hospodaření s mosty,
- umožnit větší mezní hodnoty zatížení na daném monitorovaném mostě,
- sledovat spolehlivost dané mostní konstrukce v režimu poruch.

6. Závěr

Bylo dosaženo velkého rozvoje ve snímačích a přístrojích včetně řídicích počítačů, v metodách měření a vyhodnocování. To umožňuje měřit na mostních konstrukcích in situ celou řadu mechanických veličin potřebných k posouzení jejich chování při statickém a dynamickém zatížení. Jsou rozvíjeny metody jak využít výsledků experimentálního vyšetřování reálných konstrukcí k vytváření výstižných výpočtových modelů mostních konstrukcí rekonstruovaných i nově stavěných.

Literatura

- [1] Baťa, M. : Investigation of dynamic behaviour of transport structures. Proceedings of international conference New trends in structural mechanics. Praha, ITAM ČSAV 1991.
- [2] Baťa, M. - Plachý, V. : Dynamická měření stavebních konstrukcí. Stavební ročenka 1990. Praha, SNTL 1990.
- [3] Baťa, M. - Plachý, V. - Sýkora, J. - Bílý, V. - Polák, M. : Static and dynamic tests of bridges. Proceedings of Czech-US bridge conference. Praha, FSv ČVUT a ČVTS 1994.
- [4] Baťa, M. - Bílý, V. - Polák, M. : Zkušenosti s modální analýzou stavebních konstrukcí. Sborník 33. konference Experimentální analýza napětí. Brno, SF VÚT 1995.
- [5] Baťa, M. - Bílý, V. - Polák, M. : New experimental testing methods. Proceedings international conference RILEM Dynamic behaviour of concrete structures. Bratislava, EXPERTCENTRUM - JÁVOR 1995.

Miloslav Baťa, Prof., Ing., DrSc. - Michal Polák, Ing., CSc. - Jiří Sýkora, Doc., Ing., CSc.
Fakulta stavební ČVUT Praha, Thákurova 7, 166 29, Praha 6
tel. 02/2435 4476, 02/2435 4482, fax 02/2431 0775

Využití modální analýzy při určování zatížitelnosti mostů

Doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc. - Fakulta stavební ČVUT Praha

Tento článek navazuje na příspěvek Poznatky ze statických přepočtů mostů uvedený na jiném místě ve sborníku. Stručně uvádí důvody pro použití modální analýzy a její využití při určování zatížitelnosti mostů. Vlastní metodika modální analýzy je uvedena v příspěvku Měření na železničních mostech a tratích.

1. Důvody pro použití modální analýzy

Za současného ekonomického stavu většiny zemí světa je nutné zlepšit efektivnost hospodaření se stávajícím inventářem národního hospodářství. Tento požadavek je v případě železniční sítě spojen s požadavkem vyšších rychlostí a objemu přepravy. Plánovaná životnost stávajících železničních mostů je v mnoha případech překročena a přesto tyto mosty slouží dále. Někdy sice s potížemi, ale i po desítky let za mez ekonomické nebo i technické životnosti. Zřejmé rezervy je možné s výhodou pro ekonomiku země využít, jestliže bude možné provést realistické odhady způsobilosti mostů pro současné potřeby železniční dopravy, popřípadě je přiměřeně rekonstruovat a současně konzervovat jejich současný stav tak, aby se dále nezhoršoval. Použití finančních prostředků na rekonstrukce a údržbu je v mnoha případech efektivnější než budování nových konstrukcí.

O některých nových problémech při výpočtu zatížitelnosti železničních mostů spojených s využíváním moderního softwarového vybavení pojednává příspěvek Poznatky ze statických přepočtů mostů. Převážná část problémů souvisí s volbou výpočetního modelu. Doposud je volba výpočetního modelu zcela na projektantovi. Ten podle svých znalostí, zkušeností a citu vytvoří výpočetní model, kterému věří, že dobře vystihuje skutečné působení konstrukce. Při tvorbě tohoto modelu projektant mnohokrát narazí do rozhodovacího okamžiku, kdy má možnost volby mezi dvěma nebo i více variantami fyzikálních nebo matematických předpokladů. Z toho vyplývá, že pro danou konstrukci je možno zvolit velké množství výpočetních modelů, které mohou při statickém výpočtu vést na značně rozdílné silové veličiny v některých místech konstrukce. Např. v případě prostorového rámu musí projektant volit uložení všech prutů do styčnic, musí se zabývat excentricitami všeho druhu, proměnou průřezu po délce prutu, podmínkami v uložení celé konstrukce atd.

Z některých konkrétních případů máme zkušenost, že někdy i malá změna vstupních údajů může vyvolat velké změny ve výsledných silových nebo deformačních veličinách na některé skupině prutů. A právě tato skupina prutů může ovlivňovat celkovou zatížitelnost mostu, neboť zatížitelnost mostu je dána nejnižší zatížitelností jednotlivých prvků.

Ještě větší změny v silových a deformačních účincích mohou vzniknout na prvcích ztužidel a zvláště pak na prvcích, které byly navrženy konstrukčně, v kterých vznikaly malé silové účinky v rovinných výpočetních modelech.

Ukazuje se, že při výpočtu zatížitelnosti ocelových železničních mostů právě tyto prvky nejčastěji limitují výslednou zatížitelnost celého mostu.

Z výše uvedeného jasně vyplývá, že volba výpočetního modelu může zcela zásadním způsobem ovlivnit výslednou zatížitelnost mostu. Vyhledání nejpriléhavějšího modelu zůstává nejnaléhavějším úkolem v každém konkrétním případě.

S použitím modální analýzy lze provést identifikaci nejmístižnějšího výpočetního modelu a jeho následnou verifikaci. Nebo lze provádět úpravy výpočetního modelu tak, abychom se co nejvíce přiblížili k nejmístižnějšímu modelu. Pomocí modální analýzy lze ověřit a zpřesnit statické předpoklady výpočetního modelu ocelové konstrukce železničního mostu.

2. Využití modální analýzy při určování zatížitelnosti mostů

Metoda modální analýzy je používána v letectví a strojírenství několik desítek let a v posledních letech se začala používat také ve stavebnictví. Její aplikace slibuje podstatné zlepšení využití materiálu a dává možnost pro dokonalejší posouzení konstrukcí.

Rozvoj této metody v posledních letech je podmíněn zdokonalením měřicí a výpočetní techniky, za současného snížení jejich cen.

Dynamická odezva skutečné konstrukce je změřena a vyhodnocena s použitím moderních přístrojů. Experimentální ověření včetně vyhodnocení je rychlé (pouze několik hodin), finančně nenáročné, minimálně omezuje dopravu (popřípadě vůbec dopravu neomezuje) a nepoškozuje stávající konstrukci. Další podstatnou výhodou je větší citlivost metody a přiléhavější výpočetní model ve srovnání s dosud běžně používanými statickými modely.

Podstata tohoto přístupu spočívá v tom, že se na skutečné mostní konstrukci experimentálně zjistí vlastní tvary kmitání a jejich frekvence a stejné dynamické veličiny se vyšetří na teoretickém výpočetním modelu. Z porovnání těchto hodnot se usuzuje na přiléhavost výpočetního modelu ke skutečnému chování mostní konstrukce.

V současné době je možné metodu modální analýzy při vyšetřování mostních konstrukcí použít k těmto účelům:

a) kritérium pro posouzení kvality výpočetního modelu konstrukce

Volba výpočetního modelu konstrukce v současné době závisí v převážné míře na zkušenostech a vybavení projektanta. Projektant musí vybrat z nepřeberného množství možných výpočetních modelů podle své osobní zkušenosti jeden, který bude určovat kvalitu návrhu. Pomocí modální analýzy lze provést verifikaci použitého výpočetního modelu, resp. lze provádět úpravy modelu tak dlouho, až bude dosaženo požadované shody teoretických a experimentálních veličin. Výsledkem je zlepšený teoretický model konstrukce, na kterém lze provádět statické či dynamické výpočty pro potřeby zatížitelnosti či přechodnosti mostu. Výpočtový model je možno uložit a použít v budoucnosti pro podobné nebo jiné účely.

b) návrh úprav konstrukce

Za účelem zvýšení zatížitelnosti, přechodnosti nebo zvýšení traťové rychlosti je možno provádět změny konstrukce v teoretickém modelu, které povedou ke splnění zadaných požadavků. Jisté konstrukční úpravy (např. prvku, styčnicku, vyztužení apod.) je možné provést v teoretickém modelu při sledování změn ve veličinách jako jsou napětí, průhyby, frekvence a podobně. Tímto postupem lze zjistit, zdali je požadavek na zvýšení užitečných vlastností splnitelný a za jakou cenu.

c) sledování změn v konstrukci

Cílem je možnost sledování změn v mostní konstrukci v průběhu času metodou, která je časově nenáročná, lze ji použít za nulového nebo minimálního dopravního omezení, a je finančně dostupná. Modální analýzou, která splňuje tyto podmínky, je možné nahradit podstatnou část periodické prohlídky mostu, při kterých objektivnost výsledku metody nahradí subjektivní názor mostmistra. Lze současně docílit i srovnatelnost výsledků všech měření na území celé České republiky.

d) změny v železničním svršku

Touto metodou lze sledovat nejen změny v nosné konstrukci mostu, ale i např. změny v upevnění kolejnic a geometrii koleje.

3. Závěr

Metoda modální analýzy a rozvoj měřicí a výpočetní techniky umožňuje spolehlivěji odhadnout rezervy ve stávajících konstrukcích, které úspěšně přesluhují. Metodu lze použít pro verifikaci výpočetního modelu, pro návrh konstrukčních úprav a pro sledování změn v konstrukci.

Získané poznatky vytvoří databázi objektivně změřených charakteristik různých typů mostů pro potřeby údržby a projekce.

Postupně získávané jednotlivé výpočetní modely budou zobecňovány a budou využity do vzorových statických výpočtů pro potřeby široké projekční praxe.

Zkušenosti z výstavby mostů při modernizaci I. koridoru

Ing. Miroslav Dobrovolný
ŽS Brno, divize MOSAN
Heršpická I, 639 00 Brno

Tel.: 05/41175249
Č.D. 960/5249
Fax.: 05/43211029

Pro zahájení modernizace I. železničního koridoru trati Břeclav - Česká Třebová - Praha - Děčín vybraly České dráhy dva traťové úseky Úvaly-Poříčany a Uhersko-Choceň, na kterých se v praxi měly realizovat "Zásady pro modernizaci koridorů." Generálním dodavatelem prací se na základě výběrového řízení které proběhlo v roce 1993 stala firma ŽS Brno, a.s. Realizaci mostních objektů "Modernizace traťového úseku Uhersko-Choceň" byla v rámci této firmy pověřena divize MOSAN, specializovaná na výstavbu mostů a sanace betonových konstrukcí. Generálním projektantem byl určen SUDOP Praha, a. s., který se podílel již na přípravě celé akce. Při přípravě stavby a zpracování projektové dokumentace se vycházelo ze skutečného stavu konstrukcí, doloženého podrobnými průzkumy, které byly prováděny na jednotlivých mostních objektech. Byla zpracována realizační dokumentace stavby na rychlost 140 km/hod. Dodatečným požadavkem zadavatele na zvýšení maximální rychlosti na 160 km/hod došlo ke změnám ve zpracované dokumentaci a u některých objektů k celkovému přepracování návrhu rekonstrukce na demolicí stávajícího objektu a vybudování nového.

Pro splnění podmínek modernizace a možnost dodržení garancí za provedené práce bylo nutné určit rozhodující technologie, materiály a podmínky pro vlastní provádění prací. Návrh jednotlivých technologií a jejich zpracování do detailů probíhalo za účasti kompetentních odborníků zadavatele, projektanta a dodavatele prací s tím, že po schválení byly zpracovány do realizační dokumentace.

Rekonstrukce mostních objektů spočívala v zajištění požadovaného prostoroového uspořádání na mostě, splnění třídy zatížení, nahrazení nevyhovujících ocelových a žebet. nosných konstrukcí novými železobetonovými deskami s průběžným šterkovým ložem, v zachování staré spodní stavby, na které se vybudují nové uložené prahy, provede sanace injektážemi s přespárováním starého kamenného zdiva. Zlepšení základových podmínek bylo prováděno mikropilotáží.

V případě, že spodní stavba nevyhověla bylo nutné provést vybudování nového objektu. U mostů s nosnou ocelovou konstrukcí, která vyhovovala se prováděly úpravy, popř. zesílení, změna uložení na centrické a provedení nové povrchové úpravy. Mostní objekty, které ztratily svoje opodstatnění se nahradily trubními propusty, popř. úplně zrušily. Provádění prací na mostech bylo možné pouze v časově omezených výlukách se zachováním jedné provozované koleje v součinnosti s prováděním prací na železničním spodku, svršku a úpravami elektrizace. Bylo zřejmé, že zajistit a provést práce v daných časech a velkém rozsahu s dodržěním nejvyšší kvality prací je možné pouze za předpokladu zvo-

lení technologií založených na prefabrikaci. Snažit se o maximální modifikaci prefabrikátů a v co největší míře eliminovat mokré procesy ve výlukových pracích.

Byli jsme před rozhodnutím, zda prefabrikáty vyrábět ve specializovaných výrobnách, které garantují vysokou kvalitu svých výrobků, bez závislosti na nevhodných klimatických podmínkách s možností využít výrobní kapacity během celého roku a ty dovážet na staveniště, nebo jednotlivé prvky vyrábět jako staveništní prefabrikáty. Vzhledem k váze a rozměrům nosných konstrukcí jsme se rozhodli vyrábět nosné konstrukce jako staveništní prefabrikáty na montážních plošinách přímo u jednotlivých objektů. Variantně jsme měli zpracovanou výrobu nosných konstrukcí jako dělenou s dodatečným spínáním na stavbě, ale tuto jsme nerealizovali. Ve speciálních výrobnách jsme vyráběli pouze prefabrikáty, které se daly bez větších problémů přepravovat a osazení se provádělo automobilními jeřáby. Jednalo se o úložné prahy a římsové prefabrikáty. Nosné konstrukce byly připraveny včetně izolace a jejich osazení probíhalo po zasouvacích drahách s dodatečným spuštěním na nově osazené úložné prahy. Pro vybudování montážních plošin a zasouvacích drah byl použit materiál PIZMO a spouštěcí zařízení HYRA.

Pro dodávky rozhodujících materiálů jako jsou izolace, systémy povrchové ochrany na ocelové a betonové konstrukce, sanační materiály a další probíhalo schvalovací řízení za účasti zadavatele a správce objektů. Vhodnost materiálu, které byly použity při realizaci této stavby byla posuzována na základě atestu a zkoušek o jakosti výrobků, ceně a solidnosti firem, které materiály dodávaly, popř. v rámci subdodávek zabudovávaly.

Vlastní provádění prací je nutné rozdělit do tří etap:

1. etapa - **přípravné práce** prováděné před vlastním zahájením výluky včetně zajištění potřebného materiálu pro výlukové práce. Pro tuto etapu byla nejdůležitější výroba nosných konstrukcí. Dále byly prováděny práce na spodní stavbě mostů. Ve vlakových pauzách a krátkých vlakových výlukách bylo prováděno rozdělení šterkového lože samostatně pro každou kolej.

2. etapa - **práce prováděné ve výluce**. Zde se prováděla demontáž nebo demolice starých nosných konstrukcí, ubourání úložných prahů, popř. demolice spodní stavby a vybudování nové. Na takto připravenou spodní stavbu byly osazeny nové úložné prahy a zasunuty nové nosné konstrukce. Dále se provádělo odvodnění, zásypy za opěrami, dobetonování křídel a předšterkování na mostě.

3. etapa - **dokončovací práce**, jejichž dodatečné provedení nebrání provozu. Jedná se o dokončovací práce pod mostem, úpravy banketů a terénní úpravy.

Realizované technologie umožnily zdárné provedení prací:

- v roce 1994, kdy na traťovém úseku "Uhersko-Zámorsk" dlouhém sedm kilometrů byly výluky pro každou kolej v délce 42 dnů, z toho pro mostní objekty 25 až 32 dnů. Na tomto úseku bylo zrekonstruováno osm mostních objektů v hodnotě 56 mil. Kč.
- v roce 1995 práce pokračovaly modernizací osmikilometrového úseku "Zámorsk-Choceň". Během sedmdesátidenní výluky pro každou kolej, z toho práce na mostech 40 až 55 dnů bylo rekonstruováno pět mostních objektů a jeden vybudován zcela nový. Celková hodnota prací 35 mil. Kč.

Pro práce při rekonstrukcích jsme použili další speciální technologie. Aplikace vysokotlakého vodního paprsku firmy Hammelmann o tlaku 1500 a 2000 bar, zařízení pro odsávání vody a likvidovaného materiálu Aqublast plus a pro následující úpravu sanačními hmotami a stříkanými betony technologické linky firmy Aliva. Na základě bohatých zkušeností s aplikací hmot stavební chemie navázala naše firma trvalou spolupráci s firmou SIKA. Materiály firmy SIKAPLASTIMENT se pro práce prováděné naší firmou velmi dobře osvědčily a naše firma získala od firmy SIKA statut osvědčeného aplikátora.

Při provádění prací na rekonstruovaných mostních objektech je pro sledování a zajištění kvality celého díla zaveden u ŽS Brno, a.s., divize MOSAN certifikovaný a udržovaný systém jakosti, odpovídající požadavkům ČSN ISO 9002.

Zdárná realizace a získané zkušenosti z prvních úseků modernizace jsou pro zadavatele, projektanta i zhotovitele prací předpokladem úspěšného pokračování na dalších úsecích I. železničního koridoru.

Zkušenosti s projektováním mostů pro modernizaci koridorů ČD

Ing. Karel Štěrba, SUDOP Praha a.s.

Úvod

Již třetí rok projektujeme nové objekty a sanace stávajících na 1.koridoru Děčín - Břeclav a z pěti úseků a 54 mostních objektů, které jsme projektovali nebo projektujeme, máme určité zkušenosti. Na úvod bych rád uvedl několik postřehů, které se stávají už téměř poučkami a opakují se na různých konferencích o mostech a jejich opravách:

1. Předpokladem spolehlivého návrhu objektu je průzkum (geotechnický, diagnostika, zaměření).
2. Není nutné za každou cenu navrhovat zahraniční materiály a technologie.
3. Vyprojektovat a realizovat sanaci mostu bez dodatků (dílčích změn) projektu v průběhu realizace, je téměř nemožné (úloha autorského dozoru).
4. Hodnocení návrhu v projektu (navrženého způsobu rekonstrukce nebo opravy) se ještě stále děje podle rozpočtových nákladů a ne podle projektovaných technických parametrů díla s uvážením nákladů vynaložených na údržbu.

Zásady modernizace

Dle „Zásad modernizace vybrané železniční sítě ČD“ lze dosavadní mosty ponechat, vyhovují-li:

- a) na posouzení přechodnosti žel. vozidel o účinnosti traťové třídy D4 UIC
- b) na prostorovou průchodnost UIC-GC, lze tedy připustit vzdálenost osy koleje od zábradlí 2.20m
- c) hodnocení celkového stavu dle ČD - S5 alespoň stupněm 2. - vyhovující.

Já bych doplnil ještě jedno kritérium, a to tloušťku kolejového lože, kterou z hlediska dobrých jízdních vlastností a životnosti mostu považují možná za důležitější než posouzení přechodnosti a zjištění že most vyhoví na účinnost traťové tř. D4 UIC. Znáám případ, kdy vlak jezdil a pravděpodobně ještě jezdí přímo po klenbě. Provádět stavební sanaci takového mostu by bylo zcela neúčelné.

Na podzim t.r. byl ve sbírce zákonů ČR vydán „Stavební a technický řád drah“ (vyhl. č.177/95 Sb.) s platností od 1.12.95, který se vztahuje na všechny stavby, u kterých neproběhl k tomuto datu stavební řízení. Přinesl řadu kontrolních ustanovení, nejen do projektování mostů. Je nezbytně nutné, aby se výklad tohoto závazného dokumentu ustálil do všeobecně uznávaných zvyklostí. Namátkou uvádím některá problematická ustanovení:

- Podle §11, odst. 6 a 7, musí být zachován na mostě volný schůdný a manipulační prostor šířky 3.00 m, na širé trati se sice připouští 2.50 m, ale doplněný požadavkem, aby na druhé straně mostu byla vzdálenost od osy přilehlé koleje k zábradlí 3.00 m nebo aby osová vzdálenost kolejí (u dvoukolejné trati) byla 4.75 m, což není prakticky nikde.

- V odstavci 12 téhož paragrafu se sice říká, že z důvodů omezeného prostoru nebo zvlášť složitých místních podmínek v zastavěném území nebo ve státem chráněných územích nemusí drážní správní úřad na dodržení výše uvedených podmínek trvat. V průběhu prací na projektu však nelze předem předvídat rozhodnutí státního orgánu. Bylo by třeba omezený prostor nebo zvlášť složité místní podmínky blíže specifikovat, protože posunout mostní římsy na požadovanou vzdálenost lze vždy.

Zjistit zatížitelnost mostu znamená znát výpočtové charakteristiky materiálů, tedy mít k dispozici stavebně - technický průzkum, a to nejen nosné konstrukce, ale i spodní stavby a geotechnický průzkum, protože výpočet zatížitelnosti končí v základové spáře.

Jsou snahy, a ne ze strany projektanta, provádět přepočty pouze nosných konstrukcí. Pokud si dobře pamatují, tak filozofie navrhování železobetonových konstrukcí vycházela z toho, že je horší havarovaný sloup než vodorovná deska (při svislém zatížení) a tomu odpovídal i stupeň bezpečnosti (pro sloup 2.2, pro strop 1.9). Důvod je zřejmý. Průzkumy jsou drahé ale ani zkušený projektant nemůže určit např. pevnost zdiva při pohledu na opěru. Nemyslím si, že z prohlídky mostu a konstatování jeho stavu nelze usuzovat na zatížitelnost. Potom se ale takový

postup rovná hodnocení celkového stavu a nelze jej zaměňovat s výpočtem nebo přepočtem zatížitelnosti.

Co se týče prostorové průchodnosti, pak bod b) „Zásad modernizace“ o prostorové průchodnosti (2,20 m u objektů, které se nesanují) je v rozporu uvedenými požadavky Stavebního a technického řádu drah. Tento problém (či rozpor) se bezprostředně týká říms na všech mostech koridorových tratí.

Pokud jde o hodnocení celkového stavu dle ČD - S5 (alespoň stupněm 2. - vyhovující), tímto požadavkem se vlastně začínají vybírat mosty pro rekonstrukce. Je to tzv. první kolo, ve kterém projektant prolistuje evidenční listy mostů a získá první informace na které objekty se zaměřit. V tomto bodě se rovněž uvažuje s ponechání mostních konstrukcí s přímým upevněním kolejnic, pokud se kladně vyjádří oblastní ředitelství. Ukazuje se na realizovaných stavbách, že tato konstrukce není z hlediska jízdních vlastností dobrá a neměla by se používat.

Přípravná dokumentace (zadání stavby)

Každou akci zahajujeme u správců objektů - na SDC, protože o stavu mostů a propustků jsou nejlépe informováni. Na počátku je třeba prostudovat evidenční listy a revizní zprávy všech mostů na celém zadaném úseku a podle hodnocení celkového stavu získat první informace o rozsahu prací. Následuje vyhledání v úvahu připadajících objektů v drážních archivech, pokud dokumentace existuje. S archivní dokumentací máme poměrně dobré zkušenosti, a i když není úplná, poskytuje důležité prvotní informace. Po prostudování podkladů by měla následovat pochůzka po všech objektech (mosty, propustky, zdi) v daném úseku za účasti všech zainteresovaných. Tuto pochůzku považujeme za velice důležitou a ničím nenahraditelnou. Střetnou se zde názory projektanta, investora, uživatele (správce), i schvalovacího orgánu (DDC S7) a ušetří se mnoho času stráveného dopisováním, vysvětlováním a dohadováním na poradách při hledání optimálního řešení daného objektu, a co je zásadní, přesně se specifikují objekty, se kterými je třeba se dále v dokumentaci zabývat.

Pokud jsou na počátku prací k dispozici i veškeré průzkumy a zaměření, dá se říci, že po pochůzce je vše jasné. Zde však bývá kámen úrazu, protože jak průzkumy tak zaměření jsou dokončeny zpravidla až po odevzdání Zadání stavby nebo v průběhu prací a pochůzka by bylo nutno opakovat. Geotechnický průzkum má vliv na přechodnost a zaměření na prostorovou průchodnost, což jsou dvě první kritéria pro výběr mostů do objektové skladby Zadání stavby. Pokud se mění příčný profil propustku nebo mostního otvoru, přistupuje i hydrotechnické posouzení. Snaha je měnit propustky na trubní. Tato rekonstrukce není většinou složitá a z hlediska pozdější údržby je to změna k lepšímu.

Na průzkumech se nevyplatí šetřit, protože pozdější změny v objektové skladbě nebo zvýšený rozsah sanačních prací u jednotlivých objektů je z převážné míry způsoben nedostatečnými podklady.

Dalším kritériem pro výběr mostu na rekonstrukci je výpočet zatížitelnosti. Ve sporných případech je třeba jej vždy provést, a to zásadně již v přípravné dokumentaci (nikoli až v projektu). To ovšem bez průzkumů udělat nelze.

Projekt stavby

Zde je třeba na základě pořízených (či doplněných) průzkumů přehodnotit předcházející stupně dokumentace a upřesnit navržený rozsah prací z konceptu. Zde může dojít k nepříjemnému dohadování a vysvětlování, protože dodatečná opatření mají prakticky vždy za následek zvýšení rozpočtových nákladů.

Projektová dokumentace se provádí podle dokumentu „Členění a směrný obsah a rozsah přípravné a projektové dokumentace“, kde je jednoznačně vymezeno co má projekt obsahovat. Projekt stavby slouží pro vydání stavebního povolení, výběr dodavatele i realizaci. Projekt v sobě slučuje dřívější „úvodní“ i „prováděcí“ projekt a myslíme si, že všichni, kdo mají co dočinění z přípravou a realizací staveb pocítují, že jeden stupeň zde chybí. Stavební řízení i výběr dodavatele by bylo možné provést na základě méně podrobné dokumentace.

Pokud se mají splnit všechny požadavky odboru koncepce a rozvoje ČD, uvedené ve směrnících pro projektovou dokumentaci, měl by být znám dodavatel stavby. Namátkou uvádím:

detaily dilatací, podrobné výkresy podpěrných lešení a skruží u mostů s rozpětím větším než 10m, výkresy výztuže.

Doby, kdy se mosty izolovaly SKLOBITem nebo SKLOBITem EXTRA jsou v nenávratnu a pokud chce zadavatel na provedené práce a materiály záruku, musí být v projektu detaily izolací „pasované“ na konkrétní hydroizolační souvrství, tzn. musí to být detaily dodavatele prací nebo jiné, ale s dodavatelem projednané.

Stávající mostní konstrukce

Na všech úsecích koridoru, které jsme zatím projektovali, je okruh stávajících konstrukcí relativně úzký. Jsou to:

- klenby (cihelné, kamenné, betonové, železobetonové),
- zabetonované nosníky nebo kolejnice,
- železobetonové desky,
- ocelové mosty (dvojitě nosníky, přímo pojížděné konstrukce, konstrukce s mostnicemi, tj. bez kolejového lože).

Nejběžnější poruchy u vrchní stavby:

- popraskané klenby, utržené průčelní zdi,
- poškozené římsy a zábradlí,
- zkorodovaná ocelová konstrukce,
- neprovětrávaná malá mezera mezi úložným prahem a spodními přírubami ocel. nosníků (často bývá úzká spára ještě zatřena cementovou maltou),
- odfouklá cementová omítka na spodních přírubách zabetonovaných nosníků,
- prokopírovaná výztuž a hnízda u železobetonových desek,
- velmi nekvalitní výplňový beton mezi zabetonovanými ocel. nosníky z doby, kdy se nepočítalo se spolupůsobením,
- průsaky ve všech sparách, nejhůře jsou na tom střední dělicí spáry u spodní stavby,
- větrání a vypadávání zdíciho materiálu (cihla, kámen),
- velká mezerovitost zdiva (zejména výplňového - neviditelného),
- trhliny způsobené většinou špatným založením nebo změnou geotechnických podmínek; u kleneb pod vysokými náspy i rozháněním průčelních zdí,

Sanace nosné konstrukce spočívá v opravě stávající nebo výměně za novou. Pokud se projektant rozhodne pro novou nosnou konstrukci, bývají to v převážné míře zabetonované nosníky jako konstrukce s nejmenší stavební výškou. Projektované úseky prochází rovinatým územím, a protože z hlediska podjezdných výšek nesmí být zhoršen dnešní stav připadají v úvahu u menších a středních rozpětí téměř výhradně zabetonované nosníky (popř. perspektivně PREFLEXy).

U současných metod pro sanace zděných a betonových konstrukcí spodní stavby jsou to převážně injektáže. Zde chceme upozornit na to, že pokud se přistoupí k injektáži, musí průzkum bezpečně prokázat tloušťky opěr. Některé výsledky vodních tlakových zkoušek udávané v geotechnických průzkumech dosahují takových hodnot, že máme podezření že byla navržena kamenná rovnánina za opěrou a navržená injektáž mostu uškodí a ještě za hodně peněz. U hmot a materiálů, jejichž spotřeba se nedá dodatečně zjistit, je pak přítomnost stavebního dozoru při provádění stavby nezastupitelná.

Sanace základů a základové spáry navrhujeme zpravidla klasickou injektáží nebo mikropilotami.

Velikou pozornost je třeba věnovat hydroizolaci a odvodnění. Neměli bychom se vyhýbat izolaci kleneb, i když je to problém složitý a většinou i drahý, a u vyšších nadnásypů není do dnes uspokojivě vyřešen. Platí doslova a do písmene rčení, že klenba je špatná jen proto, že teče. Sanovat klenbu bez provedení izolace by bylo vždy mrháním prostředky.

Zachovat provoz

To je specifikum staveb na dráze všeobecně, nejen na koridorech. Přináší to řadu problémů. Koridor je dvukolejný a skutečností zůstává, že „vše“ se musí postavit ve výluce pouze jedné koleje.

Za tohoto stavu je velice důležité rozhodnout, které operace nebo konstrukce lze provést v předstihu nebo vedle mostu, a které je bezpodmínečně nutné provádět na místě. Není nutné vždy používat prefabrikáty jako nejrychlejší způsob výměny nosné konstrukce. Pokud je vedle mostu místo, lze ho s výhodou využít pro betonáž nové nosné konstrukce a tu příčně zasunout na místo (podrobněji - viz příspěvek Ing. Dobrovolného). Nosné konstrukce se dají betonovat v předstihu a argument, že kvalitní betonové konstrukce dokáže vyrobit jen Prefa, již neobstojí (jak jsme se přesvědčili na úseku Uhersko - Choceň). Sanaci spodní stavby lze ve většině případů provádět za nepřerušenoho provozu na mostě.

Konkrétní stavby

Závěrem uvádíme přehled mostů a inženýrských objektů (mostů, propustků, podchodů, zdí apod.) na jednotlivých úsecích koridoru, které prošly rukama SUDOPu PRAHA a.s. Uvádíme to i pro přehled, jaké typy konstrukcí se na koridoru nejčastěji vyskytují a co se s nimi provádí:

1. úsek Uhersko – Choceň
 - 4 mosty ze zabet. nosníků - nová nosná konstrukce ze zabet. Nosníků
 - 2 třípolové mosty ze zabet. nosníků – oprava
 - 1 most ze zabet. nosníků - nový rámový
 - 1 ocelový most - výměna mostnic, centrické uložení
 - 2 nové podchody
 - 1 klenba - nový most
 - 2 klenby – oprava
 - 3 propustky – oprava
 - celkem - 11 mostů opravených, 2 nové podchody, 1 most nový, 3 opravené propustky
2. úsek Úvaly – Poříčany
 - 3 mosty s žlb deskou a zabet. nosníky – opravy
 - 1 propustek ze zabet. nosníků - změněn na trubní
 - 2 klenuté mosty – oprava
 - 1 trubní propustek – oprava
 - celkem - 5 mostů opravených, 2 propustky opravené
3. úsek Hněvice – Hrobce
 - 8 kleneb – oprava
 - 1 klenba - nová nosná konstrukce ze zabet. Nosníků
 - 1 klenba - změna na trubní propustek
 - 5 mostů ze zabet. nosníků – oprava
 - 1 most ze zabet. nosníků - nová deska ze zabet. Nosníků
 - opěrné a záchytné zdi ve skalním odřezu o celk. délce 2036m - nové zdi + opravy stávajících
 - celkem - 15 mostů opravených, 1 nový propustek, nové zdi
4. žst. Přelouč
 - 1 klenba – oprava
 - 1 klenutý propustek - změněn na trubní
5. úsek Brno – Vranovice
 - 2 nové podchody
 - 1 nový silniční nadjezd
 - 4 propustky - 2 oprava, 2 změněny na trubní
 - 1 nový ocelový most (náhrada ocelového s mostnicemi za ocelový s kolejovým ložem)
 - 1 ocelový most - úplná přestavba, nosná konstrukce ze zabetonovaných nosníků
 - 3 klenby – oprava

1 most ze zabet. nosníků a žlb desky - nová nosná konstrukce ze zabet. nosníků + nová spodní stavba
demolice kleneb v délce 80m
celkem - 2 nové podchody, 4 nové mosty, 3 opravené mosty, 4 opravené propustky
Poznámka: Několik dalších objektů na tomto úseku zpracovává Metroprojekt

Součet všech objektů projektovaných na 1. koridoru SUDOPem PRAHA a.s. do dnešního dne je:

5 nových mostů
34 opravených mostů
4 nové podchody
11 propustků

6. Modernizace Praha hl.n., Nové spojení

Zatímco předcházejících 5 traťových úseků jsou stavby na 1.koridoru a patří do modernizace vybrané sítě ČD a jsou ve stadiu realizace nebo projektu stavby, „Modernizace západní části Praha hl.n.“ a „Nové spojení“ jsou stavby, které nepatří mezi stavby koridoru a jsou ve stadiu přípravné dokumentace. Protože to jsou stavby velmi významné a protože si myslím, že 1.koridor Břeclav - Děčín nemůže končit v Libni a pokračovat v Bubenci, uvádím pro úplnost i hlavní mostní a inženýrské objekty těchto dvou staveb.

Modernizace Praha hl.n.

- Severní příjezdový podchod, dl.150m
- Odjezdový podchod, dl.135m
- Jižní příjezdový podchod, dl.150m
- Severní zavazadlový tunel a kolektor, dl.150m
- Jižní zavazadlový tunel a kolektor, dl.120m

Všechny konstrukce jsou železobetonové monolitické, světlá šířka podchodů je 8m, světlá šířka zavazadlových tunelů je 6m. Zavazadlové tunely jsou patrové, v horní části je kolektor. Stavba „Modernizace hlavního nádraží se dělí na východní a západní část. Východní část je v realizaci a v tomto roce se dokončuje. Z podchodů a tunelů jsou realizovány poloviny objektů (po 4.nástupiště). Severní příjezdový podchod se v současné době dokončuje zaústěním do Fantovy budovy.

Dále je součástí stavby nové přemostění Seifertovy ulice, navržené ve více variantách nosné konstrukce (předpjatý beton, ocel, zabetonované nosníky, Preflex) i podepření.

Nové spojení

je nová trať, propojující Libeň a mosty Na Balabence s nádražími Praha hl.n. a Masarykovým. Částečně ruší, částečně využívá vítkovskou trať a využívá karlínskou trať. Všechna propojení jsou dvoukolejná. Největšími mostními objekty jsou

- čtyřkolejná železniční estakáda přes depo Masarykova nádraží
- železniční most na Sluncové
- silniční estakáda Krejčířek-Palmovka (vedle tramvajového mostu)

Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí

Ing.Lubomír Keim,CSc. Ing.Ludmila Zahradnická,CSc.

Pro výrobu, montáž a údržbu svařovaných, šroubovaných a nýtovaných ocelových konstrukcí staveb a technologických zařízení platí ČSN 73 25601 s účinností od 14.3.1988. Změna č.2 této normy s účinností od 1.9.1994, kromě úprav a rušení některých článků normy, doplnila normu o kapitolu X. Prokazování způsobilosti k výrobě ocelových konstrukcí. Kapitola X definuje základní principy prokazování způsobilosti, definuje doklady prokazující způsobilost ve smyslu této normy a definuje organizace oprávněné provádět tento proces. Definuje také požadavky kladené na tyto organizace, certifikační orgány a způsob prokazování jejich způsobilosti k této činnosti.

Článek 201 změny 2 normy ČSN 73 2601 prakticky definuje lhůtu jednoho roku, kdy je možné prokazovat způsobilost jinými doklady, než doklady definovanými touto normou. V terminologii dnes používané v normalizaci, lze tuto lhůtu chápat jako lhůtu pro zavedení této normy do praxe - lhůtu od jejího vydání po bezpodmínečnou platnost této normy. K 1. září totiž skončil normou stanovený termín, kdy mohl nahradit průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí podle ČSN 73 2601-Z2 Velký svářečský průkaz podle DIN norem, vydávaný např. SLV Berlín, LGA apod.

Výsledkem procesu prověřování způsobilosti k výrobě a montáži ocelových konstrukcí, které podle ČSN 73 2601-Z2 provádí orgán pro certifikaci systémů jakosti akreditovaný podle ČSN EN 45 012, je **Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí**.

Průkaz způsobilosti ve smyslu článku 203 změny 2 normy, dokládá, že organizace má vytvořeny výrobní, technické, technologické a personální předpoklady vyrábět a montovat ocelové konstrukce vyhovující požadavkům platných předpisů a je schopná tento systém dokumentovat a doložit. Jinak řečeno, má zavedený a udržovaný systém jakosti splňující požadavky českých předpisů a norem platných pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí.

Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí je ve smyslu čl.200 ČSN 73 2601-Z2:94 certifikátem prokazující shodu zavedeného systému jakosti :

- s požadavky čl.203 ČSN 73 2601-Z2 - **Velký průkaz způsobilosti**;
- s požadavky čl.205 bodů a) - f) podle rozšíření na speciální technologie výroby a montáže ocelových konstrukcí - **Velký průkaz způsobilosti, rozšířený** ve smyslu čl.205 normy, který též pokrývá rozšíření způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí pro České dráhy (viz čl.205 bod,a).
- s požadavky čl.204 - **Malý průkaz způsobilosti**.

Čím více se blížil termín platnosti ustanovení změny 2, tím více sílily diskuse o způsobu prokazování shody, o požadavcích na zavedený systém jakosti výrobců ocelových konstrukcí i oprávněnosti jednotlivých organizací toto ověřování provádět a vydávat odpovídající doklady. Celá řada problémů a nejasností diskutovaných na setkání výrobců ocelových konstrukcí svolané v březnu tohoto roku Sdružením pro výrobu ocelových konstrukcí do Ostravy, je již vyřešena. Dále budou uvedeny rozhodné skutečnosti, týkající se certifikačního procesu výrobců ocelových konstrukcí a jeho praktické realizace.

Oprávnění k vydávání průkazů způsobilosti

Základní požadavek ČSN 73 2601-Z2 z hlediska způsobilosti organizace provádějící prověřování a certifikaci systémů jakosti, je její akreditace v českém akreditačním systému podle požadavků ČSN EN 45012, s oprávněním certifikace systémů jakosti v oblasti ocelových konstrukcí. Prakticky to znamená, že k certifikaci organizací provádějící ocelové konstrukce s následným vydáním průkazů způsobilosti je oprávněn pouze ten certifikační orgán systémů jakosti, který je akreditovaný Českým institutem pro akreditaci

Jedním z těchto certifikačních orgánů, které jsou způsobilé certifikovat systémy jakosti výrobců ocelových konstrukcí a udělovat průkazy způsobilosti ve smyslu ČSN 73 2601-Z2 je **VÚPS Praha**. VÚPS Praha je Českým institutem pro akreditaci akreditovaným certifikačním

orgánem č.3009 pro certifikaci systémů jakosti. Osvědčení o akreditaci č.3009 ze dne 25.3.1994 , vydané pod č.012/1994, s platností do 30.4.1997, pokrývá mimo jiné i oblast ocelových konstrukcí.

Oprávnění k vydávání průkazů způsobilosti pro provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy

Zákon č.266/1994 Sb. O drahách, platný od 1.1.1995, již neřeší problematiku oprávnění a odborné způsobilosti organizací k výrobě, montáži, údržbě apod. určených technických zařízení - kromě jiného i mostních ocelových konstrukcí a ostatních ocelových konstrukcí dodávaných pro České dráhy. Drážní úřad tedy ukončil k tomuto datu uvedenou činnost, kterou ve smyslu dříve platného zákona O drahách prováděl. Drážní úřad tedy "Potvrzení o způsobilosti...", již nevydává ani neproděluje. Z tohoto důvodu se České dráhy, Divize dopravní cesty obrátily dne 29.5.1995 dopisem na organizace způsobilé ve smyslu ČSN 73 2601-Z2 provádět certifikační řízení a na další odborné instituce s žádostí o sdělení údajů a způsobu a konkrétních postupů provádění certifikace, jako podklad pro určení certifikačního orgánu pro ověřování stupně způsobilosti podle čl.205a) ČSN 73 2601-Z2 pro České dráhy. Na základě uvedené poptávky byl vybrán certifikační orgán VÚPS Praha k realizaci programu ověřování dodavatelů ocelových konstrukcí pro České dráhy.

Povinnost dokládat průkaz způsobilosti

Je zřejmé ze znění ČSN 73 2601 i změny 2, že žádný orgán státní správy tuto normu ani její změnu, popř.její vybrané články nesezávaznil (viz. § 3, zákona č.142/1991 Sb. o československých technických normách ve znění pozdějších předpisů). To znamená, že je možné provozovat výrobu ocelových konstrukcí bez průkazu způsobilosti.

Nastává tak stav obvyklý v evropských západních státech, kde státní normy jsou principiálně všeobecně právně nezávaznými dokumenty, ale platnými technickými předpisy, stanovující obvykle minimální technické a jakostní požadavky na výrobky, služby apod.

Sezávaznění technických norem probíhá na úrovni soukromo-právních vztahů, nebo jsou některé normy, nebo jejich části sezávazňovány orgány státní zprávy formou vyhlášek, usnesení, podmínkami účasti při výběrových řízeních na státní zakázky, podmínkami čerpání státních dotací apod.

Je známo, že formulace poptávek, podmínek účasti při výběrových řízeních je plně na straně investora, nebo pověřené zastupující organizace. Na straně organizace nabízející výrobky nebo služby t.j. i stavebně montážní práce, je splnit podmínky účasti ve výběrovém řízení, splnit podmínky stanovené poptávkou a vytvořit si prvotní předpoklady obchodního úspěchu své nabídky.

Je-li podmínkou účasti ve výběrovém řízení nebo akceptování poptávky doložení např. Velkého průkazu způsobilosti, je relevantním dokladem průkaz způsobilosti vydaný pouze certifikačními orgány pro systémy jakosti, akreditovanými Českým institutem pro akreditaci. pro ocelové konstrukce. Podmínky účasti ve výběrových řízeních platí stejnou měrou jak pro českou tak zahraniční organizaci.

V případě výběrových řízení na dodávku ocelových konstrukcí pro České dráhy je podle Závazných pravidel č.j. OK/01/95 Českých drah z 14.9.1995 předložení odpovídajícího průkazu způsobilosti podle povahy zakázky, vydaného certifikačním orgánem VÚPS Praha, podmínkou zahrnutí organizace do výběrového řízení.

Jen stěží výše uvedené strany vedoucí poptávková řízení, vyhláující výběrová řízení a veřejné soutěže, vypisující a spravující státní dotace apod. pominou předložení dokladu o způsobilosti. Znění třetího odstavce čl.200 ČSN 73 2601-Z2 je více než výmluvné "Pokud organizace vyrábí ocelové konstrukce bez průkazu způsobilosti, předpokládá se, že její výrobky nejsou v souladu s technickými normami pro navrhování a výrobu ocelových konstrukcí."V tomto případě tržní prostředí splní stejnou úlohu jako případná právní závaznost ČSN 73 2601-Z2. Toto tvrzení je podloženo jednak postupem Českých drah, státní organizace a též skutečností, že většina

významných výrobců ocelových konstrukcí je již přihlášena k certifikačnímu řízení, nebo o něj projevila vážný zájem.

Ve výše uvedeném smyslu povinnost doložit průkaz způsobilosti pro výrobu ocelových konstrukcí je stejná, jak na straně českých firem, tak i firem zahraničních. Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí nelze nahradit dokladem jiným.

Postupy prověřování uplatňované certifikačním orgánem č.3009 VÚPS Praha

Postup, podmínky a specifikace ověřování způsobilosti výrobců ocelových konstrukcí podle požadavků ČSN 73 2601-Z2 vychází jednak z rámcových certifikačních postupů uvedených v příručce jakosti našeho certifikačního orgánu a jednak z metodiky zpracované našimi a externími experty. Metodika vychází ze vzájemného sladění požadavků a postupů norem ISO řady 9000 a ČSN 73 2601-Z2 s tím, že není zvýrazňována částečná formálnost některých požadavků norem ISO a naopak pozornost se soustřeďuje na zabezpečení a prověření těch podmínek a postupů, které mají největší vliv na jakost výrobků v souladu s příslušnými požadavky ČSN 73 2601- Z2.

Účelnost koncepce metodiky se kladně projevila na certifikačních řízeních již realizovaných u prvních výrobců ocelových konstrukcí.

Naše postupy respektují různé stupně připravenosti výrobců k prověřkovému řízení, zejména s hlediska zavedeného, případně podle norem ČSN ISO 9000 certifikovaného systému jakosti. Ve smyslu čl.203 a dalších požadavků normy ČSN 73 2601-Z2 však nelze považovat certifikovaný systém jakosti podle norem ČSN ISO řady 9000 za jediný postačující doklad pro získání průkazu způsobilosti. Tímto dokladem je pokryt zejména bod a) čl. 203 a dále hlouběji jsou prověřeny ty prvky systému jakosti, které se přímo váží na plnění požadavků bodů b) a c) čl.203 ČSN 73 2601-Z2.

Náročnost a rozsah prověrky vychází z požadavku výrobce na získání Velkého, nebo Malého průkazu způsobilosti, příp. s rozšířením podle čl.205 ČSN 73 2601-Z2 a z dalších specifických požadavků vycházejících z výrobního zaměření výrobce - výroba, montáž, opravy, údržba, mostní stavitelství, pozemní stavitelství, dodávky pro České dráhy aj. Vždy však v souladu a v rozsahu požadavků normy ČSN 73 2601-Z2 a norem souvisejících. Dosavadní zkušenosti prokazují potřebu rozdílného přístupu k velkým a malým výrobcům, tak jak ostatně se to stále více projevuje i v oblasti zavádění a prověřování systémů jakosti podle norem ČSN ISO 9000.

Rámcově se postup člení do tří fází:

1. Fáze přípravná, ve které prohlídkou provozů a projednáním s výrobcem je stanoven postup, náročnost a rozsah prověrky, popřípadě je provedena předprověrka. Jsou stanoveny požadavky na předání dokumentace výrobce, provedena její prověrka s vystavením protokolu a vyhodnoceny zpracované dotazníky, které jsou podkladem pro další fázi certifikačního procesu. V této fázi je klient seznámen též se Závaznými pravidly č.OK/01/95 prokazování způsobilosti k provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy - viz.dále, pakliže uvažuje s rozšířením podle čl.205 a).
2. Fáze realizační, ve které je provedena vlastní certifikační prověrka v místě výrobce na základě předem projednaného a výrobcem odsouhlaseného plánu prověrky.
3. Fáze certifikačně - správní řízení ve kterém je uzavřena prověrka, zpracován závěrečný protokol, výsledky projednány vesprávní radě certifikačního orgánu a v souladu s akreditačními kritérii vystaven certifikát a průkaz způsobilosti.

Tyto fáze jsou promítnuty i do smlouvy o dílo uzavírané mezi certifikačním orgánem a výrobcem.

Udělení certifikátu a průkazu způsobilosti je podmíněno ve smyslu požadavků normy ČSN EN 45 012 uzavřením dohody o prováděném dozoru mezi výrobcem a certifikačním orgánem.

Obecně je stanovena platnost certifikátu a průkazu způsobilosti na 3 roky s tím, že každý rok je vykonáván kontrolní audit a po třech letech opakovaný audit. Specifické podmínky platnosti a dozoru jsou formulovány v případě rozšířeného průkazu způsobilosti pro provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy. Tyto podmínky odráží specifika dodávek pro České dráhy.

Postupy prověřování organizací k provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy uplatňované certifikačním orgánem VÚPS Praha

Postup Certifikačního orgánu VÚPS Praha, při prověřování a certifikaci dodavatelů ocelových konstrukcí pro České dráhy je stanoven Závaznými pravidly, které jsou dále uvedeny v plném znění.

Závazná pravidla č.OK/01/95 - Prokazování způsobilosti k provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy

1. Úvodní ustanovení

1.1 České dráhy z důvodu požadavků na spolehlivost mostních ocelových konstrukcí a ocelových konstrukcí mostům podobných stanovují, že každý zhotovitel těchto konstrukcí musí prokázat způsobilost k provádění těchto konstrukcí podle platných českých norem a technických předpisů Českých drah. Prováděním se míní výroba, montáž, demontáž, oprava, zesilování, rekonstrukce a údržba ocelových konstrukcí.

1.2 Zákon č. 266/1994 Sb., O drahách, platný od 1.1.1995, neřeší problematiku oprávnění a způsobu prokazování odborné způsobilosti organizací k provádění železničních mostních ocelových konstrukcí a ocelových konstrukcí mostům podobných, navrhovaných podle platných českých norem a technických předpisů Českých drah. Drážní úřad s datem platnosti uvedeného zákona již neprověřuje odbornou způsobilost dodavatelů k výrobě ocelových konstrukcí a dříve vydaná Oprávnění ke svařování ...ocelových konstrukcí již neprodlužuje ani nová nevydává.

1.3 Prokazování způsobilosti k provádění ocelových konstrukcí stanoví norma **ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí, změna Z2**, (dále ČSN 73 2601-Z2). Podle této normy se prokazuje způsobilost pro provádění jak svařovaných ocelových konstrukcí a ocelových konstrukcí s třecími spoji se šrouby vysoké pevnosti podle ČSN 73 1495 tak i ocelových konstrukcí s nýtovými spoji .

1.4 Způsobilost k provádění ocelových konstrukcí ve smyslu ČSN 73 2601-Z2 a TNŽ 73 2603, Technická norma Železnic - Provádění ocelových konstrukcí, se podle typu a povahy ocelové konstrukce prokazuje:

- **Velkým průkazem způsobilosti** - čl. 203, ČSN 73 2601-Z2, pro ocelové konstrukce navržené podle ČSN 73 1401 a vyráběné podle ČSN 73 2601-Z2;
- **Malým průkazem způsobilosti** - čl. 204, ČSN 73 2601-Z2, pro výrobu konstrukcí s omezenými technickými parametry s redukovánými požadavky podle čl. 203;
- **Velkým průkazem způsobilosti rozšířeným podle** - čl. 205, ČSN 73 2601-Z2 pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí přesahujících rozsah platnosti ČSN 73 1401 nebo ČSN 73 2601-Z2, specifikovaných v čl.205 bod a) - k). Kromě jiných, se jedná o tyto typy ocelových konstrukcí:
- ocelové konstrukce silničních a železničních mostů a další konstrukce navrhované podle ČSN 73 6205, TNŽ 73 6265 (Navrhování objektů mostům podobných z ocelových konstrukcí) a dalších technických předpisů Českých drah - bod a);
- ocelové konstrukce s třecími spoji se šrouby vysoké pevnosti podle ČSN 73 1495 - bod j);
- ocelové konstrukce se spoji nýtovými - bod k).

1.5 Pokud organizace provádí ocelové konstrukce bez průkazu způsobilosti, předpokládá se, že její výrobky nejsou v souladu s platnými technickými normami pro provádění ocelových konstrukcí.

2. Pravidla

2.1 Prokazování způsobilosti k provádění ocelových konstrukcí typů podle čl.205 bod a); j); a k), pro České dráhy, se provádí doložením velkého rozšířeného průkazu způsobilosti s rozšířením na jednotlivé typy ocelových konstrukcí (dále velký průkaz způsobilosti). Velký průkaz způsobi-

losti s vymezením jeho platnosti pro provádění ocelových konstrukcí dráhy nebo na dráze, vydává dále vyjmenovaný certifikační orgán v součinnosti s Českými drahami, Divize dopravní cesty.

2.2 Velký průkaz způsobilosti je vydán na základě certifikátu zavedeného systému obvykle v souladu s ČSN ISO 9001, nebo ČSN ISO 9002, vydaného certifikačním orgánem, akreditovaným v Českém akreditačním systému podle ČSN EN 45 012, pro certifikaci systémů jakosti.

2.3 Platnost velkého průkazu způsobilosti bude vázána na platnost certifikátu zavedeného systému jakosti nebo může být i kratší.

2.4 Po dobu platnosti těchto pravidel je stanoven k vydávání velkého průkazu způsobilosti pro provádění ocelových konstrukcí pro České dráhy, certifikační orgán č.3009,

Výzkumný ústav pozemních staveb Praha s.p., č.3009, (dále VÚPS Praha).

102 21 Praha 10 - Hostivař, Pražská 16 tel/fax: 758 314

Spolupráce a součinnost Českých drah a VÚPS Praha je upravena smlouvou.

2.5 Pro potřeby prověřování způsobilosti výrobců ocelových konstrukcí jmenuje za České dráhy vrchní ředitel Divize dopravní cesty **experty Českých drah**, kteří budou účastní certificačního procesu prováděného certifikačním orgánem VÚPS Praha. Jmenovací dekret experta stanoví rozsah oprávnění experta zastupovat zájmy Českých drah v průběhu certificačního procesu a následném dozoru.

2.6 Přihlášky výrobců k certifikačnímu řízení se podávají certifikačnímu orgánu VÚPS Praha. Vlastní certifikační řízení probíhá podle postupů a zásad uvedených v příručce jakosti certifikačního orgánu s tím, že složení auditorského týmu a jeho rozšíření o experty Českých drah bude oběma stranami schváleno.

2.7 Velký průkaz způsobilosti vydaný jiným certifikačním orgánem akreditovaným podle ČSN EN 45 012 nebo vydaný VÚPS Praha v době před datem platnosti těchto Pravidel, lze doplnit o příslušné rozšíření bez nutnosti opakovat nebo zásadním způsobem revidovat již proběhlé a ukončené certifikační řízení. Doplnění stávajícího velkého průkazu o další rozšíření se provede na základě vyžádané dokumentace, předložení protokolů z provedeného certifikačního řízení a doprověření zavedeného systému jakosti z pohledu požadavků ve smyslu souvisejících platných ČSN a technických předpisů Českých drah. Doprověření v místě výrobce bude provedeno vyjmenovaným auditorským týmem podle těchto pravidel.

3. Přejchodná ustanovení

Výrobní organizace vlastníci "Oprávnění ke svařování ..." vydaná Drážním úřadem podle dříve platných předpisů **v oblasti působnosti s.o. Českých drah**, lze rovněž považovat za způsobilé v termínu a rozsahu platnosti vydaného oprávnění.

4. Platnost

Tato pravidla nabývají platnosti dnem 14.9.1995

Za VÚPS Praha, s.p. **Ing.Zdeněk Skokánek,CSc, ředitel podniku**, v.r.

Za České dráhy, **Ing. Jaroslav Vosáhlo, ředitel vrchní ředitel Divize dopravní cesty** v.r.

Tato pravidla a konkrétní postupy řeší i problematiku vydávání Velkého průkazu způsobilosti s rozšířením podle čl.205 a) pro České dráhy na základě již vydaného Velkého průkazu způsobilosti jiným akreditovaným certifikačním orgánem, popř. i certifikačním orgánem VÚPS Praha, který vydal Průkazy před platností dále uvedených Závazných pravidel.

Uvedené doprověření certifikovaného systému podle čl.2.7 Pravidel, organizací, které byly pro výrobu ocelových konstrukcí certifikovány jiným akreditovaným certifikačním orgánem, bude prováděno pouze v návaznosti na prokázání způsobilosti organizace provádět ocelové konstrukce pro České dráhy, se splněním specifických požadavků daných drážními stavbami a předpisy.

Závěr

- Prověřování způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí, které se provádí formou certifikace systému jakosti organizací, je konformní s budovaným národním certifikačním systémem a jeho principy. Dosavadní zkušenosti certifikačního orgánu VÚPS Praha prokazují účelnost plnění normových požadavků uvedených v ČSN 73 2601-Z2 a způsob a formu prokazování jejich plnění. Požadavky jsou odstupňovány podle typu a náročnosti ocelových konstrukcí, což umožňuje získání odpovídajícího průkazu i malým firmám "zámečnického charakteru".
- Certifikát systému jakosti, kterým je Průkaz způsobilosti pro výrobu a montáž ocelových konstrukcí, je dokladem vysoké komerční hodnoty, vydaný na základě náročné prověrky v místě výrobce a podložený pravidelným dozorem nad certifikovaným systémem jakosti, prokazuje schopnost vyrábět ocelové konstrukce podle platných norem a předpisů.
- Povinnost doložení průkazu způsobilosti, může být vyvolána podmínkou účasti ve výběrovém řízení nebo akceptování poptávky vedené investorem, generálním dodavatelem, vypisovatelem státní zakázky apod.
- Jediným relevantním dokladem ve smyslu českých platných předpisů je průkaz způsobilosti vydaný certifikačními orgány pro systémy jakosti, akreditovaný pro ocelové konstrukce Českým institutem pro akreditaci.
- V případě výběrových řízení na dodávku ocelových konstrukcí pro České dráhy je podle Závazných pravidel č.j. OK/01/95 Českých drah předložení odpovídajícího průkazu způsobilosti podle povahy zakázky, vydaného certifikačním orgánem **VÚPS Praha v součinnosti s Českými drahami**, podmínkou zahrnutí organizace do výběrového řízení.

Ing.Lubomír Keim,CSc. Ing.Ludmila Zahradnická,CSc.

VÚPS Praha akreditovaný certifikační orgán č.3009 pro certifikaci systémů jakosti

Praha 10 Hostivař, Pražská 16, 102 21 Praha 10, tel/fax: 02/758 314