

Ocelové konstrukce a jejich uplatnění na železniční dopravní cestě z pohledu SŽDC, s.o.

Ing. Radovan Kovařík, SŽDC, s.o., ředitel odboru traťového hospodářství (OTH)

Ing. Milan Kučera, SŽDC, s.o., OTH, systémový specialista oddělení žel. mostů a tunelů

Ing. Václav Podlipný, SŽDC, s.o., OTH, systémový specialista oddělení žel. mostů a tunelů

Příspěvek se zabývá využitím oceli na železnici, především pak u mostních konstrukcí na železniční dopravní cestě. Zabývá se vývojem těchto konstrukcí ve vazbě na vývoj kvality materiálů, technologií spojování konstrukčních prvků, rozvoj výpočetní techniky, nové způsoby montáže a změny v technické legislativě.

Úvod

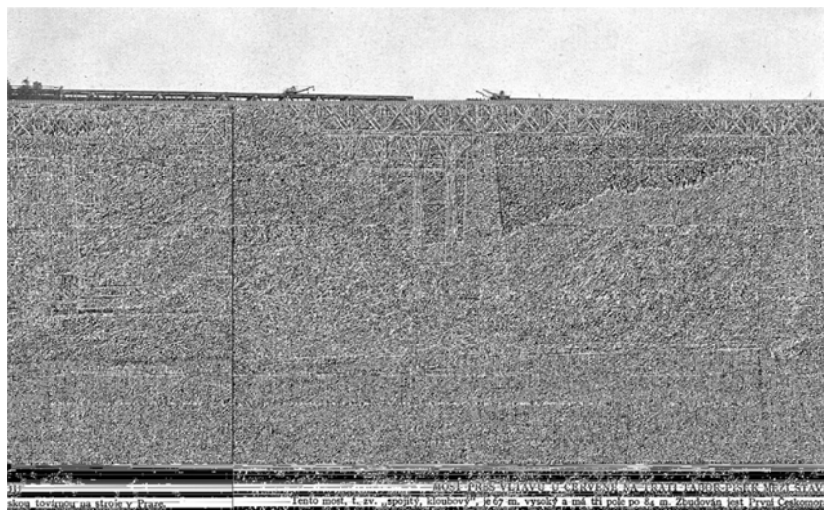
Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (dále jen SŽDC) plní od 1. 1. 2003 na základě zákona č. 77/2002 Sb. (Zákon o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty...) funkci vlastníka dráhy a od 1. 7. 2008 na základě zákona č. 179/2008 Sb. také funkci provozovatele dráhy. S těmito povinnostmi úzce souvisí také správa svěženého majetku, tj. železniční dopravní cesty, jejíž nedílnou součástí jsou mostní objekty (mosty, propustky, lávky pro pěší), tunely a objekty s konstrukcí mostům podobnou.

SŽDC v rámci těchto povinností zajišťuje jak zachovnou péči jako jsou správa, údržba a opravy, tak i rozvoj, kam patří rekonstrukce a modernizace železniční dopravní cesty včetně mostních a tunelových objektů, tj. vykonává i funkci stavebníka.

Základní provozuschopnost je zajišťována prostřednictvím 13-ti SDC – správ železniční dopravní cesty. Ty jsou rozmístěny ve všech krajích. Řídícím a metodickým orgánem pro správu je ředitelství SŽDC s.o.

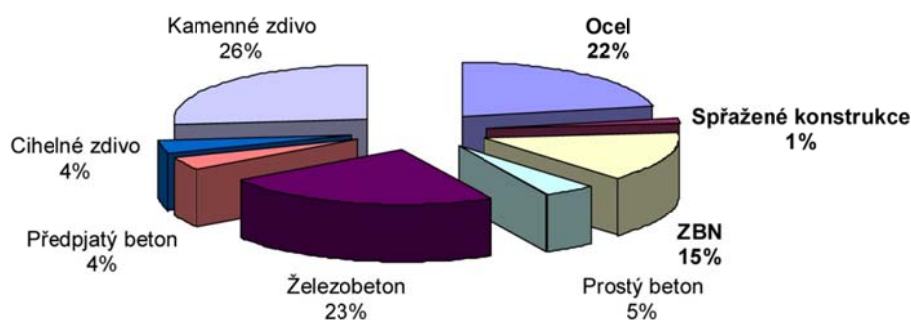
Uplatnění ocelových konstrukcí na železnici

Ocel je u železnice tradiční stavební materiál. Pro své výhody jako je hospodárnost, flexibilita, rychlost výstavby, možnost recyklace, odolnost a trvanlivost zaujímá nenahraditelnou roli v železničním stavitelství. Ocel není u železnice využívána jen pro vlastní kolejnice a jejich upevnění. Pokud pomineme lokomotivy a vozy, byla a je dosud užívána také pro konstrukce nádražních budov, zastřešení nástupišť, trakční a osvětlovací stožáry, návěštní lávky a krakorce a řadu dalších aplikací. Z těch novějších například i jako konstrukce protihlukových stěn a třeba i jako tzv. ocelové ypsilonové pražce. V neposlední řadě je ocel u železnice využívána v mostním stavitelství.



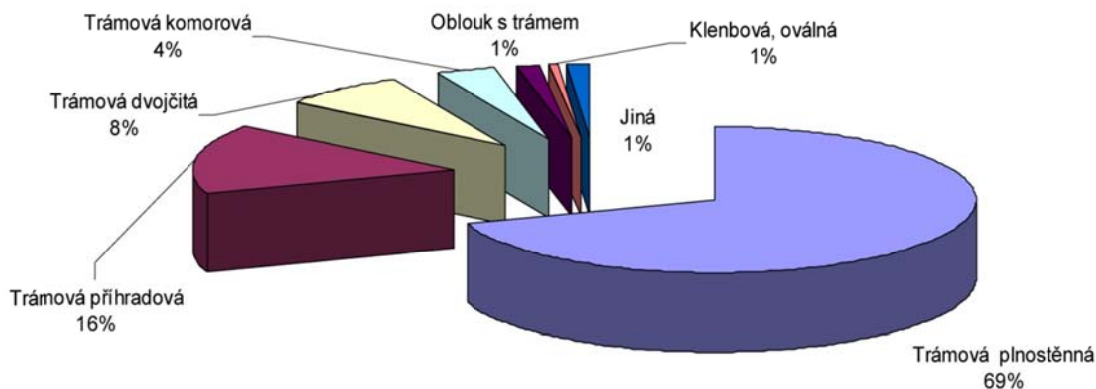
Na tratích Správy železniční dopravní cesty se nachází celkem 6 734 mostů a 18 670 propustků. Ocelových mostů je 1 625, v nich je zabudováno 2 495 ocelových, 214 spřažených ocelobetonových konstrukcí. Rozdělení mostních konstrukcí podle materiálu nosné konstrukce je patrné z následujícího grafu. Z celkového počtu mostních konstrukcí je to 22 až 23 %. Dalších 984 mostů s 1 564 konstrukcemi je se zabetonovanými nosníky (ZBN). Střední rozpětí ocelových konstrukcí je kolem 18 m. Průměrné stáří ocelových konstrukcí je 75 let. Všechny údaje jsou k 31. 12. 2010.

Materiál nosné konstrukce



Na dalším grafu je patrné rozdělení ocelových nosných konstrukcí podle konstrukčního uspořádání nosné konstrukce. S převahou na železnici dominují plnostěnné trémové konstrukce.

Typ ocelové nosné konstrukce



Pokud bychom chtěli rozdělit konstrukce podle druhu spojů, zatím stále převládají nýtované a šroubované konstrukce, kterých je více jak trojnásobek než konstrukcí svařovaných.

Aby ocelové konstrukce dobře sloužily požadovanému účelu je jim třeba věnovat pozornost v celém životním cyklu, tedy nejen při projektování, výrobě a montáži, ale i při jejich správě a údržbě.

V současné době technická legislativa nabývá důležitosti vzhledem k okolnosti, kdy se SŽDC postupně stává pouze správcovskou složkou a většina prací i v oblasti údržby se buď již zadává třetím stranám, nebo se jejich zadávání připravuje v nejbližší době.

Dohled nad problematikou ocelových konstrukcí u SŽDC, s.o.

Provádění ocelových konstrukcí bylo regulováno od samého počátku železnice. Např. v roce 1930 vydala Ústřední stavební správa „Zvláštní podmínky pro stavbu ocelových mostů“. Dnes tuto problematiku v oblasti ocelových konstrukcí řeší Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, Kapitola 19 - Ocelové mosty a konstrukce. V současnosti platná kapitola 19 TKP vznikla před několika lety jako reakce na neaktuální stav českých národních norem pro provádění a absenci evropského předpisu. Tato kapitola TKP si v současné době vyžádá jistou úpravu, protože již byla schválena jednotná evropská legislativa, která se zavádí do národního systému. Bude také potřeba zavést nový postup v ověřování odborné způsobilosti firem pro výrobu konstrukcí a dořešit způsobilost firem pro finální montáž a osazení konstrukcí na stavbě. Dosud se techničtí experti SŽDC podílí spolu s certifikačními orgány na ověřování způsobilosti těchto firem.

Vývoj návrhu ocelových železničních mostů

Vývoj ocelových železničních mostních konstrukcí byl výrazně ovlivněn celou řadou faktorů.

Jedním z nich je kvalita materiálu. Při navrhování nejstarších ocelových mostů se upřednostňovaly obloukové nosné systémy. Důvodem pro volbu uvedeného konstrukčního statického systému byly materiálové vlastnosti litiny, z nichž se první mosty vyráběly. Postupně, s přechodem od litiny k svářkovému železu a následně plávkové oceli, a současně s nárůstem kvality oceli v důsledku zdokonalování technologie její výroby, se začaly objevovat postupně progresivnější typy mostních konstrukcí.

Klasické obloukové mosty ustoupily trémovým mostním konstrukcím, přičemž na začátku 20. století dominují zejména příhradové trémové mosty. Plnostěnné nýtované trámy začaly však velmi rychle konkurovat příhradovým mostům zejména při menších rozpětích a vytlačily je do oblasti použití pro střední rozpětí. Z hlediska spojů se z počátku uplatňovaly prakticky výhradně nýtové spoje.

Podle konstrukčních typů plnostěnných mostních konstrukcí se nejčastěji setkáváme s mosty bez mostovky, které představují nejjednodušší a nejehospodárnější ocelovou nosnou konstrukci pro malá rozpětí do 25,0 m. Mosty se zapuštěnou mostovkou a mosty s mostovkou dolní se však vyskytují s téměř stejnou četností.

K mohutnému rozvoji plnostěnných trémových mostů dochází zejména po druhé světové válce pod vlivem obnovování válkou zničených mostů a s nástupem svařování jako moderního způsobu spojování prvků. Opět se aplikují tradiční typy plnostěnných mostů s prvkovými mostovkami, které se používaly v nýtovaném provedení, avšak více se uplatňují mosty s dolními mostovkami. Tyto typy mostů jsou i v současnosti perspektivní ocelovou mostní konstrukcí pro rozpětí do 35,0 m vzhledem k malé stavební výšce.

K plnostěnným mostním konstrukcím řadíme i nosné konstrukce s dvojčítými hlavními nosníky. Vzhledem ke svojí velmi nízké stavební výšce se především na regionálních tratích a u mostních provizorií uplatňují dodnes.

Pro střední a větší rozpětí až do 80,0 m se používají velmi efektivní příhradové mosty různých soustav. Z počátku byla velmi oblíbená soustava násobná či základní se svislicemi, později i bez nich. Důvodem byly, mimo jiné, i tehdejší možnosti výpočtu, který byl prováděn „ručně“.



Kláštorec nad Ohří (starý stav) – příhradová konstrukce s násobnou soustavou a prvkovou mostovkou

Pro přemostění ještě větších překážek se v podmínkách našich železnic často aplikují obloukové mosty v provedení jako tuhé trámy ztužené volnými oblouky, známější pod názvem Langerovy trámy.

V zásadě se však až do 70. let 20. století všeobecně aplikují plnostěnné, příhradové i obloukové mosty s otevřenými prvkovými mostovkami (případně bez mostovky), přičemž se postupně zdokonalují konstrukční detaily otevřené prvkové mostovky (spojení podélníků s příčníky, připojení příčníků na hlavní nosníky apod.) i v souvislosti se zavedením třecích spojů do mostního stavitelství a s již zmíněným rozvojem svařování.

Do vývoje mostního stavitelství v oblasti ocelových mostů významně zasáhl i rozvoj výpočetní techniky, a s tím spojený vývoj výpočetních programů. To umožnilo přechod od „ručního“ výpočtu, charakterizovaného postupným počítáním jednotlivých prvků mostní konstrukce za využití řady zjednodušujících předpokladů (podélníky, příčníky, hlavní nosníky), k výpočtům prostorovým. Při nich je celá konstrukce počítána najednou s respektováním jejího prostorového působení.

Nemalý vliv mělo i zvyšování rychlosti na železnici, zvyšující se požadavky na komfort jízdy a snaha co nejméně obtěžovat okolí železnice hlukem. Prvkové mostovky jsou proto dnes ve většině případů nahrazeny mostovkami umožňujícími zřízení železničního svršku s kolejovým ložem na mostě.

Velkého rozvoje především v posledních dvaceti letech přitom dosáhly konstrukce ocelobetonové kombinující výhody obou použitých materiálů. Jde především o deskové konstrukce se zabetonovanými nosníky a o spřažené konstrukce ocel x beton, kde je zpravidla železobetonová deska mostovky spřažena s ocelovými hlavními nosníky ať již plnostěnnými či příhradovými.

Železobetonové desky se zabetonovanými nosníky (tuhými vložkami) patří mezi již dlouhá léta používané konstrukce. Zpočátku se jako tuhé vložky používaly kolejnice, které byly později nahrazeny plnostěnnými nosníky. Až do roku 1971 se přitom beton desek nezapočítával do posouzení konstrukce v podélném směru. S rozvojem norem a výpočetních metod se jeho vliv ve výpočtu začal zohledňovat, což vedlo k dalšímu z hospodárnění těchto spolehlivých, na údržbu nenáročných konstrukcí.

Nové normy a výpočetní metody, které byly zavedeny v souvislosti s rozvojem výpočetní techniky, vedly i k rozšíření používání spřažených mostů. Byly vyřešeny problémy souvisící s výpočtem spřažení, vlivem smršťování a dotvarování betonu, výpočet trhlin, atd. To, mimo jiné, umožnilo navrhovat spřažené konstrukce nejen jako prosté nosníky, ale i jako nosníky spojitě o poměrně velkých délkách nosné konstrukce.



Klášterec nad Ohří (nový stav) – spřažená konstrukce s železobetonovou mostovkou s kolejovým ložem

Zvětšování délek konstrukcí ve vazbě se zvyšováním rychlostí a spolupůsobením koleje (především bezстыkové) s mostními konstrukcemi s sebou přináší nutnost řešit celou řadu problémů, kterými se dříve nebylo nutné zabývat. Ať již se jedná o nárůst vodorovných sil, které se přenášejí do ložisek a spodní stavby, či problémy související se zředňováním kolejového lože.

Svůj nezanedbatelný vliv při návrhu konstrukcí mají i nové možnosti montáže, kdy především v oblasti silničních jeřábů došlo k velkému pokroku. K dispozici je celá řada nových mobilních strojů s velkou nosností a vyložením. Přitom doby jejich vystrojení se zkrátily na minimum. To má samozřejmě přímý dopad na návrh montáže v projektech, zvláště na velikost a hmotnost montážních dílců a s tím souvisící omezení rozsahu svařování či šroubování na montáži.

Vliv mají i ekonomické aspekty, kdy na rozdíl od dřívějších dochází k evidentnímu odklonu od navrhování konstrukcí s co nejmenší spotřebou materiálu, ale výrobně pracných, ke konstrukcím ne tak materiálově úsporným avšak výrobně jednodušším. Souvisí to se stoupající cenou lidské práce nutné například na případné odstupňování průřezů pásnic nosníků tak, aby byl optimálně vykryt průběh návrhového ohybového momentu po délce nosníku a materiál byl všude pokud možno plně využit.

V poslední době se stále častěji na železnici uplatňují i tenkostěnné ocelové konstrukce z profilovaných plechů připomínající skořepiny a využívající spolupůsobení konstrukce s okolním zemním tělesem. U SŽDC se pro tyto konstrukce zažilo označení „FLOK – flexibilní ocelové konstrukce“.

Závěr

Nakonec je třeba konstatovat, že přes rozvoj a nástup nových stavebních materiálů mají ocelové konstrukce stále důležité místo v železniční infrastruktuře a dozajista tomu tak bude i v budoucnu. Nic na tom nemění ani současné přibrzdění stavební činnosti vyvolané nepříznivou hospodářskou situací. V závěru roku 2010 bylo dokončeno několik významných železničních mostů, jako je most přes Labe v Kolíně či most v Ropicích u Českého Těšína. Rovněž již nyní je připravena celá řada projektů ocelových, případně spřažených železničních mostů. U některých z nich již bylo rozhodnuto, že přes omezení výdajů na dopravní stavby bude jejich výstavba v roce 2011 či 2012 zahájena. Jako příklad lze uvést estakádu v Ústí nad Orlicí nebo přemostění Bečvy v Přerově. Další mosty jsou projekčně připraveny, jejich výstavba je však závislá na zajištění finančních prostředků. To platí například pro mosty navrhované v rámci přestavby uzlu Brno, III. a IV. koridoru a další.