

Milan Kučera¹

Požadavky na provádění a materiál železničních ocelových mostů

Klíčová slova: *ocel, dodací podmínky, železniční mosty, odborná způsobilost, dokumenty kontroly*

Úvod

Dynamicky namáhané ocelové konstrukce železničních mostů kladou velké nároky na kvalitu návrhu i provedení. U mostů je požadována vysoká bezpečnost a v porovnání s ostatními ocelovými konstrukcemi i velmi dlouhá doba spolehlivé životnosti – návrhová životnost mostních konstrukcí je 100 let. Že tomu tak skutečně je možno dokladovat na řadě případů plně funkčních ocelových mostních konstrukcí z konce předminulého století. Průměrné stáří ocelových mostních konstrukcí v síti státních drah provozovaných ČD je 68 let.

Prokazování odborné způsobilosti pro provádění drážních ocelových mostních konstrukcí

Pro získání a udržování odborné způsobilosti pro výrobu ocelových konstrukcí se provádí ověřování výrobců, vydávání průkazů způsobilosti a prováděním důsledných přejímek na dílně. Požadavky na odbornou způsobilost organizací, v souladu s platnými normami pro navrhování a provádění ocelových konstrukcí, stanovují Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah (dále TKP) v kapitole 19 Ocelové mosty a konstrukce [16]. V tabulce 1 a 2 TKP 19 jsou rozpracovány požadavky na způsobilost zhotovitele pro jednotlivé druhy konstrukcí a výrobní skupiny.

Způsobilost zhotovitele se dokládá průkazem způsobilosti, a to: Malým průkazem způsobilosti (M), Velkým průkazem způsobilosti (V) a Rozšířeným velkým průkazem způsobilosti (VR) ve smyslu Změny 2 ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí [1].

V oblasti provádění ocelových konstrukcí železničních mostů, kde je vyžadována nejvyšší odborná způsobilost, řeší vydávání Rozšířeného velkého průkazu způsobilosti (VR) Závazná pravidla ČD č.OK/02/97 – Prokazování způsobilosti k provádění ocelových mostních konstrukcí pro ČD. Způsobilost je ověřována akreditovanými certifikačními orgány za spoluúčasti drážních technických expertů. České dráhy a.s. zajišťují tuto expertní činnost na základě dohody pro vlastníka dráhy, kterým je státní organizace Správa železniční dopravní cesty (SŽDC s.o.).

Průkaz způsobilosti vydává certifikační orgán akreditovaný podle příslušných metodických pokynů, které vydává Český institut pro akreditaci. Tento certifikační orgán musí být uveden v seznamu certifikačních orgánů uváděných a pravidelně aktualizovaných ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, nebo případně v příloze Věstníku Ministerstva hospodářství České republiky.

¹ Ing. Milan Kučera, narozen v roce 1954, absolvent konstrukčně-dopravního odboru stavební fakulty ČVUT Praha. V současné době pracuje ve funkci vedoucího skupiny oddělení železničních staveb odboru stavebního a provozu infrastruktury GŘ Českých drah a.s.

V současné době je navázána spolupráce s těmito certifikačními orgány:

- Český lodní a průmyslový registr,
- Český svářečský ústav, s.r.o.
- Stavcert Praha, spol. s r.o.
- SVV Praha, s.r.o., (Svářečský vývojový a výukový ústav),
- RWTÜV Praha spol. s r.o.
- Technický a zkušební ústav stavební Praha
- Výzkumný ústav pozemních staveb, CS, s.r.o.
- Technický dozorčí spolek Brno
- TÜV CZ s.r.o.
- VÚPS CS s.r.o.

Seznam odborně způsobilých firem pro výrobu a montáž ocelových mostních konstrukcí je zveřejňován ve zpravodaji Železniční mosty a tunely, vydávaném O13 ČD a.s. V současné době je certifikováno kolem 40 firem. Ostatní stupně způsobilosti, tj. Malý a Velký průkaz vydávají samostatně akreditované certifikační orgány ve smyslu normy pro provádění ocelových konstrukcí. Současný počet způsobilých firem je možno považovat za dostatečný, i když proces prověřování dalších firem pokračuje. Způsobilost v oblasti provádění ocelových mostních konstrukcí je chápána poněkud šířeji než jen samotné svařování. Jde i například provádění šroubových třecích spojů z vysokopevnostních šroubů. Dále o nýtování za tepla pro opravy starých mostních konstrukcí a podobně. V oblasti vlastního svařování se počítá s postupným přechodem na ověřování způsobilosti s využitím norem řady ČSN EN 729 [2]. V případě dynamicky namáhaných mostních objektů jsou předepisovány tzv. „vyšší“ požadavky na jakost svařování.

Vzhledem k dosavadním zkušenostem ze staveb státních drah jsou požadavky kladené na odbornou způsobilost zhotovitele v rámci obchodních soutěží jedním ze základních předpokladů realizace kvalitního díla.

Doložení odborné způsobilosti zhotovitelů ocelových konstrukcí vyžadují mimo drážních předpisů (Technické kvalitativní podmínky, dále TKP) i další obecně závazné předpisy (např. o zadávání veřejných prací, Stavební a technický řád drah č. 177/1995 Sb., stavební zákon č. 50/1976 Sb. ve změně novely č. 83/1998 Sb., zákon o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb. a příslušná nařízení vlády pro stavební výrobky ap.). Nedodržení stanovených požadavků může přinášet problémy při uvádění staveb do provozu ze strany stavebních úřadů.

V současné době se v praxi potýkáme s nejednotným výkladem ze strany státních orgánů (např. ČOI) ve vztahu k Zákonu 22/1997 Sb. a vládnímu nařízení 163/2002 Sb. ve znění VN 312/2005 Sb. Jedná se o to, zda dílec mostní konstrukce vyráběný podle samostatně vypracované a schvalované projektové dokumentace odborně způsobilou firmou ve smyslu ČSN 73 2601 je či není stanoveným stavebním výrobkem a zda je pro něj, jako stanovený výrobek, nutno požadovat vystavení prohlášení o shodě. Převládá názor, že mostní konstrukce, respektive její dílce vyráběné na dílně stavebním výrobkem jsou. Podporou tohoto názoru je i návrh - draft, nové evropské normy EN 1090-1 [3] pro provádění ocelových konstrukcí, jejíž přílohou jsou již i vzory prohlášení o shodě CE. Paradoxně tato úprava se netýká staveništní montáže ocelových konstrukcí, neboť tyto práce se provádí již na stavbě a nejedná se tedy o stavební výrobek ve smyslu uvedeného VN.

Odbornou způsobilost je nutno obdobně vyžadovat i u firem podílejících se na stavbách cizích investorů na dráze. Zejména je to u staveb přímo ovlivňujících bezpečnost železničního provozu jako jsou silniční nadjezdy, lávky ap.

Dále vedoucí prací fyzických a právnických osob zhotovitelů vstupujících do právního vztahu při činnostech na dopravní cestě musí mj. splňovat odbornou způsobilost v rozsahu předpisu ČD Ok 2/2 Výcvikový a zkušební řád ČD a.s. Jedná se o případy provádění montážních prací mimo výrobní závod zhotovitele, kdy může dojít ke styku s provozovanou kolejí ČD. Stykem s provozovanou kolejí se rozumí jednak činnost pracovníků, při níž může dojít k ohrožení jejich bezpečnosti (např. přístupy na pracoviště), jednak možné ohrožení bezpečnosti železničního provozu vlivem montážní či jiné pracovní činnosti v blízkosti provozované koleje.

Požadavky na základní ocelový materiál ve smyslu návrhových norem

Je nesporné, že kvalita použitého základního materiálu hraje u mostního díla podstatnou roli. Úroveň projektu z hlediska stanovení požadavků na základní materiál je možno do jisté míry ovlivnit v rámci připomínkového a schvalovacího řízení a vzděláváním projektantů. Porovnáním jednotlivých projektů v praxi se setkáváme s rozdílnými přístupy. Někdy jsou formulovány požadavky nedostatečné, jindy naopak neúměrně náročné. Pokud se jedná o základní požadované zkoušky materiálu, stanoví je norma ČSN 73 6205 Navrhování ocelových mostů [4].

Jako základní zkoušky jsou požadovány:

- **chemické složení** v rozsahu pro určení uhlíkového ekvivalentu (CEV)

Chemické složení se zpravidla prokazuje pomocí analýz taveniny u každé jednotlivé tavby. Pokud předložená analýza není doložena nebo je nekompletní, je chemické složení tavby prokazováno chemickým rozbohem provedeným z hotového výrobku. Chemické složení se v dokumentu kontroly uvádí vždy v rozsahu prvků potřebném pro výpočet uhlíkového ekvivalentu CEV.

- výsledky **zkoušky tahem** podle ČSN EN 10002-1[5]
 - mez kluzu,
 - mez pevnosti
 - tažnost
- výsledky zkoušky rázem v ohybu podle ČSN EN 10045-1 [6] (při stanovené teplotě musí být dodržena min. hodnota přetvárné práce) ověřují **vrubovou houževnatost**
- zkoušení pomocí ultrazvuku pro **zjištění vnitřních vad**

Plechý (ploché výrobky), které se používají při stavbě mostních konstrukcí jako hlavní nosné prvky, musí být při jmenovitých tloušťkách 10 mm a větších objednávány a dodávány jako celkově plošně zkoušené ultrazvukem (UT) pro zjištění vnitřních nečelivostí. Zkoušení se provádí průběžně po liniích čtvercového rastru s délkou strany 200 mm nebo rovnocenným postupem pro automatickou kontrolu. Pro plošné zkoušení, pokud nejsou stanoveny projektovou dokumentací vyšší požadavky, musí být dodržena kritéria přípustnosti třídy S1 podle ČSN EN 10160 [7]. Tento požadavek se uplatňuje jako volitelný požadavek normových dodacích podmínek. Zkoušky okrajových hran (určených ke svařování) se zpravidla provádějí až ve výrobně ocelových konstrukcí (mostárně). U okrajů plochých výrobků, pokud nejsou stanoveny projektovou dokumentací vyšší požadavky, musí být dodržena kritéria přípustnosti třídy E1 podle ČSN EN 10160[7].

Válcované profily (dlouhé výrobky, nosníky) se v běžných případech použití, například při častém užití jako tuhých vložek pro konstrukce se zabetonovanými nosníky, na vnitřní vady pomocí ultrazvuku (UT) nezkouší, vyjma přímo namáhaných částí hlavního nosného systému mostů. Pokud se zkouška realizuje, provádí se podle ČSN EN 10306 [8]. Pro zkoušení ocelových tyčí ultrazvukem platí norma ČSN EN 10308 [9].

- **zkouška lámavosti** – se provádí u zakřivených prvků, ohýbaných za studena v malém poloměru – např. trapézové, korýtkové výztuhy
- **lamelární praskavost** – zlepšené deformační vlastnosti ve směru tloušťky – vyžadují se, pokud přichází v úvahu při namáhání napříč tloušťky. Norma ČSN EN 10164 [10] uvádí tři jakostní třídy oceli Z15, Z25 a Z35.
- u plechů pro železniční mosty větší tloušťky než 30 mm se dále požaduje ve smyslu drážních předpisů také **zkouška ohybová návarová**.

To však nejsou všechny požadavky které je nutno respektovat při objednávkách materiálu. Další požadavky, které je nutno uvádět v projektové specifikaci se týkají svařitelnosti, jakosti povrchu a způsobu odstraňování vad, toleranci rozměrů, vhodnosti ohýbání za studena, vhodnosti k žárovému pozinkování a podobně.

Nové normy pro základní ocelový materiál

V roce 2004 byla zásadně inovována část evropských norem pro ocelové výrobky a v září roku 2005 přeložena a vydána jako **ČSN EN 10025 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí** [17].

Tato norma má nově 6 částí:

Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky

- v příloze ZA zavádí systém prokazování shody a stanoví podmínky pro přidělení evropské značky shody CE ve vztahu ke směrnici Evropského společenství o stavební výrobě (89/106/EEC). Norma je s touto směrnicí harmonizována. V České republice je tato směrnice zavedena nařízením vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE, ve znění nařízení vlády č. 251/2003 Sb. a nařízení vlády č. 128/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Další části normy 2 až 6 nahrazují následující normy (uvedeny roky vydání EN) takto:

Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli nahrazuje:

- EN 10025:1990 + A1:1993 Výrobky válcované za tepla z nelegovaných konstrukčních ocelí – Technické dodací podmínky,

Část 3: Technické dodací podmínky pro normalizačně žíhané/normalizačně válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli nahrazuje:

- EN 10113-1:1993 Výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrných konstrukčních ocelí – Část 1: Všeobecné dodací podmínky,
- EN 10113-2:1993 Výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrných konstrukčních ocelí – Část 2: Dodací podmínky pro normalizačně žíhané nebo normalizačně válcované oceli,

Část 4: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované svařované jemnozrné konstrukční oceli nahrazuje normu:

- EN 10113-3:1993 Výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrných konstrukčních ocelí – Část 3: Dodací podmínky pro termomechanicky válcované oceli,

Část 5: Technické dodací podmínky na konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi nahrazuje:

- EN 10155:1993 Konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi – Technické dodací podmínky,

Část 6: Technické dodací podmínky na ploché výrobky s vyšší mezí kluzu pro zušlechťování nahrazuje normy:

- EN 10137-1:1995 Plechy a široká ocel z konstrukčních ocelí, s vyšší mezí kluzu, v zušlechtěném nebo vytvrzeném stavu – Část 1: Všeobecné dodací podmínky,

- EN 10137-2:1995 Plechy a široká ocel z konstrukčních ocelí, s vyšší mezí kluzu, v zušlechtném nebo vytvrzeném stavu – Část 2: Dodací podmínky pro zušlechtné oceli.

Vzhledem k datu vydání září 2005 platí tato norma po dobu 12-ti měsíců současně s národními normami. Po této době, tedy od 1. září 2006, končí období současné platnosti a národní normy musí být staženy - viz obrázek 1. Tento termín se týká i povinného zavedení označování výrobků značkou CE.

Obrázek

10025 v



1 - Postup zavádění EN ČR

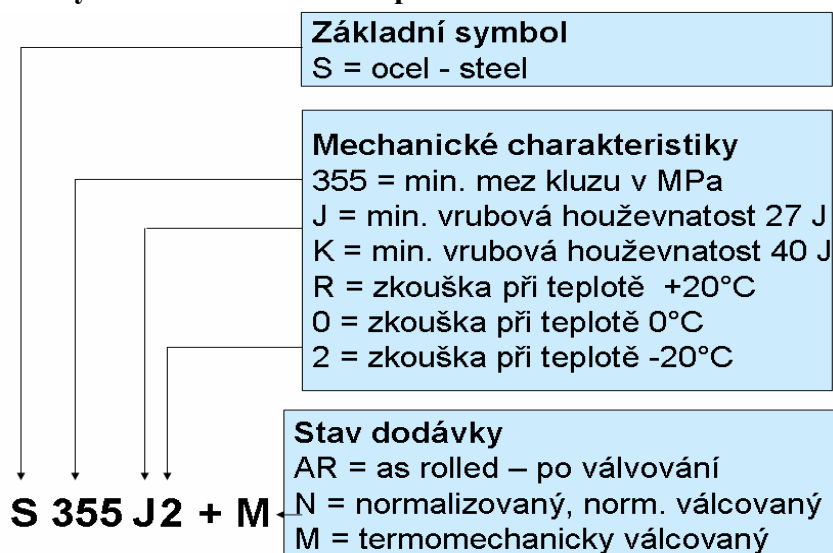
- DAV (datum vydání v CEN, v ČR k dispozici angl.verze)
- DApp (datum zavedení EN v ČR)
- DoW (datum stažení národních norem)

První část normy ČSN EN 10025 obsahuje 14 kapitol a přílohy, další části 2 až 6 mají 13 kapitol:

- Předmět normy
- Normativní odkazy
- Termíny a definice
- Klasifikace a označování
- Údaje pro objednávání
- Způsob výroby
- Požadavky
- Kontrola
- Příprava zkušebních vzorků a zkušebních těles
- Zkušební metody
- Značení, popisování a balení
- Reklamace
- Volitelné požadavky
- Posuzování shody (jen v části 1) a následující přílohy:
 - Normativní přílohy: Umístění vzorků a zkušebních těles, Posuzování shody a Seznam národních norem, které odpovídají citovaným EURONORM
 - Přílohu ZA: Rozsah a důležité vlastnosti, Postupy potvrzování shody u za tepla válcovaných stavebních ocelových výrobků a Označení CE a značení
 - Bibliografii

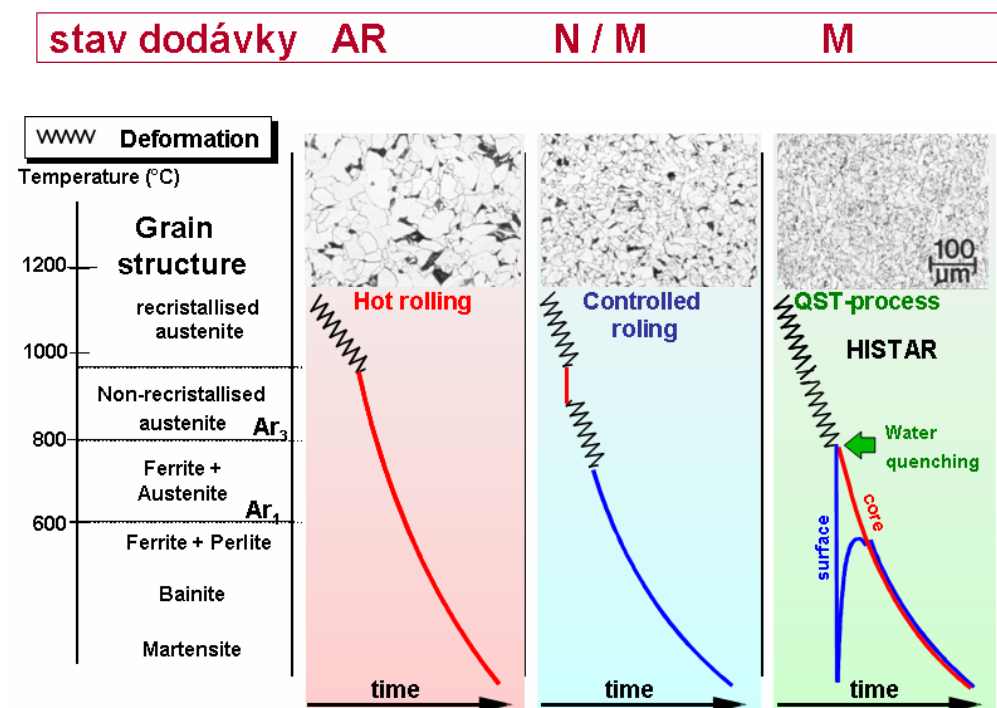
Jednotlivé části 2 až 6 normy doplňují část 1 o technické dodací podmínky pro ploché výrobky, dlouhé výrobky a předvalky. Pro tyto výrobky z jakostních ocelí vyráběných podle značek ocelí a jakostních stupňů uvádí v tabulkách požadavky na chemické složení a na mechanické vlastnosti. EN 10025-2 např. upravuje počet jakostních stupňů ocelí, snižuje maximální obsah P a S. V označení oceli se dále již neuvádí údaje o deoxydaci G1/G2 a o stavu dodání formou označení G3/G4. Nový způsob označování podle značek a jakostních stupňů ocelí uvádí obrázek 2.

Obrázek 2 - Systém označování oceli podle ČSN EN 10025-2



Stav dodání se v dokumentu kontroly uvádí označením +AR, +N nebo +M. Na obrázku 3 je uveden válcovací postup u jednotlivých stavů dodávky podle materiálů f. Arcelor.

Obrázek 3 - Způsob výroby podle stavu dodání u dlouhých výrobků f. Arcelor



- Označení **+AR** (po válcování, as-rolled) označuje stav dodávky bez jakéhokoliv zvláštního válcování a/nebo tepelného zpracování.
- Označení **+N** se označuje normalizační válcování (normalizing rolling). To je válcování, při němž se provádí konečná deformace v určité teplotní oblasti, což vede ke stavu materiálu ekvivalentnímu stavu získanému po normalizačním žihání tak, že požadované hodnoty mechanických vlastností zůstávají zachovány i po následném normalizačním žihání.
- Symbolem **+M** je označován stav dosažený po termomechanické válcování (thermomechanical rolling), při němž konečná deformace se provádí v určité teplotní oblasti, která vede ke stavu materiálu o určitých vlastnostech, které nemohou být dosaženy nebo nahrazeny samotným tepelným zpracováním.

Norma také nově uvádí požadavky na chemické složení z hlediska vhodnosti pro žárové pozinkování ponorem – příklad v tabulce 1.

Tabulka 1 — Třídy vhodnosti pro žárové pozinkování založené na rozboru tavby

Třída	Prvek v hmotnostních %		
	Si	Si+2,5P	P
Třída 1	≤ 0,030	≤ 0,090	—
Třída 2 ^{a)}	≤ 0,35	—	—
Třída 3	0,14 ≤ Si ≤ 0,25	—	≤ 0,035

^{a)} Třída 2 se používá pouze na speciální zinkové slitiny.

Volitelné požadavky

Většinu požadavků na materiál stanovuje projektant v jednotlivých úrovních projektové dokumentace. Pro ocelové konstrukce se volí jakost oceli podle technických dodacích podmínek obsažených v technických normách a předpisech. Pro jednotlivé konstrukční prvky a části musí specifikovat projektant takzvané volitelné požadavky. Volitelné požadavky jsou uvedeny v kapitole 13 jednotlivých částí normy. V předchozí verzi normy ČSN EN 10025+A1 bylo těchto možností volby 27. V nové normě je volitelných požadavků od 21 do 32.

U standardních ocelí podle ČSN EN 10025-2 takzvaně „povinných“ požadavků, které je nutno požadovat pro mostní konstrukce, je 11 až 12. V Tabulce 2 jsou označeny písmenem A. Další „nepovinné“ požadavky, označené písmeny B, se uplatňují podle způsobu použití konkrétního prvku a předpokladů projektové specifikace.

Tabulka 2 - Příklad přehledu volitelných a doplňujících požadavků pro železniční mosty

Přehled volitelných a doplňujících požadavků pro železniční mosty dle ČSN EN 10025-1 a ČSN EN 10025-2			
Č.	Zkrácený popis	Platnost	Poznámka
Volitelné požadavky podle EN 10025-1, kapitola 13			
VP1	Oznámení způsobu výroby oceli	B	
VP2	Provedení chemického rozboru hotového výrobku; počet zkušebních vzorků a prvků, které mají být stanoveny, se musí dohodnout	B	Platí mezní hodnoty podle ČSN EN 10 020
VP3	Provéření vlastností zkouškou rázem v ohybu u jakostního stupně JR	A	Min. hodnota 27 J

VP4	Požadavek na zlepšování deformační vlastnosti ve směru kolmém k povrchu výrobku podle EN 10164 u výrobků odpovídající kvality	B	U konkrétních prvků stanoví projektant v PD - zejména u tahu napříč tloušťky, kriteria ČSN EN 1993-1-10
VP5	Vhodnost výrobků pro žárové pozinkování ponorem	B	U prvků určených k pozinkování ponorem
VP6	Prověření nepřítomnosti vnitřních vad podle EN 10160 u plochých výrobků tlouštěk ≥ 6 mm	A	S1 u tl. ≥ 10 mm
VP7	Prověření nepřítomnosti vnitřních vad podle EN 10306 u tyčí průřezu H s paralelními přírubami a u IPE profilů	B	
VP8	Prověření nepřítomnosti vnitřních vad u tyčí podle EN 10308	B	
VP9	Kontrola stavu povrchu a rozměrů musí být ověřena u výrobce odběratelem	A	Přejímka pověřeným zástupcem - ČD TÚČD Dokument kontroly 3.2
VP10	Požadování způsobu značení	A	
Volitelné požadavky podle EN 10025-2, kapitola 13			
VP11	Vhodnost k ohýbání, ohraňování, obrubování a lemování za studena bez vzniku trhlin u plechů, pásů, široké oceli a ploché oceli (šířky < 150 mm) a jmenovité tloušťky ≤ 30 mm	B	Pokud pro daný prvek připadá v úvahu např. u korýtkových výztuh
VP12	Vhodnost pro výrobu profilů válcováním za studena s poloměry ohybu uvedenými v tabulce 13 u plechů a pásů jmenovité tloušťky ≤ 8 mm	B	Pokud pro daný prvek připadá v úvahu
VP13	Ověření vlastností zjišťovaných zkouškou rázem v ohybu u plochých výrobků jakostních stupňů J2 a K2 každého původního plechu (rozuměj vývalku) nebo svitku	A	Pro oceli S355 a jakostnější
VP14	Ověření vlastností zjišťovaných zkouškou rázem v ohybu a zkouškou tahem u plochých výrobků jakostních stupňů J2 a K2 každého původního plechu (vývalku) nebo svitku	A	Pro oceli S355 a jakostnější určené jako hlavní nosné části mostních konstrukcí
VP15	Stanovení dovolených povrchových necelistvostí a dovození oprav povrchových vad broušením a/nebo svařováním jiné třídy než třídy A, skupiny 1 podle EN 10163-2 u plechů a široké oceli	A	Třída B, skupina 2
VP16	Stanovení dovolených povrchových necelistvostí a dovození oprav povrchových vad broušením a/nebo svařováním jiné třídy než třídy C, skupiny 1 podle EN 10163-3 u profilů	A	
VP17	Stanovení dovolených povrchových necelistvostí a dovození oprav povrchových vad broušením a/nebo svařováním jiné třídy než třídy A, podle EN 10221 u tyčí a válcovaného drátu	A	
VP18	Požadování jiných mezních úchylek než třídy A podle EN 10029 u plechů válcovaných za tepla	B	
VP19a	Požadování dodacích podmínek +N nebo +AR	A	
VP19b	Požadování dodacích podmínek +AR spolu s ověřením mechanických vlastností na normalizačně žíhaných zkušebních vzorcích	A	
VP20	Požadování obsahu mědi od 0,25 % do 0,40 % v rozboru tavby a od 0,20 % do 0,45 % v rozboru hotového výrobku u ocelí S235, S275 a S355	B	
VP21	Ověření velikosti zrna výrobků jakostních stupňů J2 a K2 jmenovité tloušťky < 6 mm	--	
VP22	Vhodnost tyčí pro tažení za studena	--	
VP23	Dodání prohlášení o shodě s objednávkou u oceli S185	--	
VP24	Ověření mechanických vlastností u jakostního stupně JR a ocelí E295, E335 a E360 musí být provedeno na skupině nebo tavbě	A	
VP25	Dohodnout přípravu zkušebních vzorků u předvalků, když objednávka předepisuje požadavky na zkoušení mechanických vlastností navíc ke stanovení chemického složení	--	
VP26	Stanovení maximálního obsahu uhlíku u profilů s jmenovitou tloušťkou > 100 mm	--	
VP27	Zvýšení max. obsahu S u dlouhých výrobků pro zlepšení opracovatelnosti na 0,015 %, pokud je ocel zpracovávána tak, aby upravila morfologii sulfidů a obsah vápníku při chemickém rozboru je min. 0,020 % Ca	--	
VP28	Stanovení minimální hodnoty nárazové práce u profilů	--	

jmenovité tloušťky > 100 mm		
Vysvětlivky ke značkám ve sloupci platnost VP: A Volitelný požadavek platí vždy u dodaných výrobků B Volitelný požadavek se uplatňuje u konkrétní dodávky pro daný prvek podle způsobu použití, podmínky stanoví projektová specifikace (PD, VVOK, TKP 19, ZTKP apod.) nebo objednatel		

Volba oceli z hlediska křehkého lomu

Základní ocelový materiál pro ocelové mosty kromě pevnosti musí vykazovat dostatečnou lomovou houževnatost, aby se zabránilo vzniku křehkého lomu při nejnižší provozní teplotě očekávané během životnosti konstrukce. Podle národní metodiky je to v ČR pro ocelové konstrukce $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pro ocelobetonové spřažené konstrukce $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podle evropské legislativy bude referenční teplota v místě potenciální trhliny pravděpodobně vyšší.

Obecně lze konstatovat, že hlavní veličiny, na nichž nebezpečí křehkého lomu záleží, jsou zejména:

- mez kluzu závisující na tloušťce materiálu $f_y(t)$
- houževnatost oceli dané jakostním stupněm (houževnatost stoupá od jakosti JR, J0, J2, K2 až k jemnozrnným ocelím NL)
- stav napjatosti dílce (tah, víceosá napjatost, pnutí od svařování = vyšší riziko křehkého lomu)
- velikost a tvar nevyhnutelné počáteční vady (trhlina, vrub = vyšší riziko)
- teplota dílce (nižší teplota = vyšší riziko)
- tloušťka materiálu (větší tloušťka = vyšší riziko)
- rychlosti zatěžování (rázové zatížení, náhlé deformace = vyšší riziko)
- úroveň reziduálního pnutí
- tváření za studena (tváření, rovnání = vyšší riziko křehkého lomu)
- interval mezi prohlídkami a podobně

Metoda výpočtu odolnosti proti křehkému lomu je obsažena v Eurocode 3 [11]. Aby nebylo nutno tento výpočet vždy provádět, obsahují návrhové normy tabulky s přehledem materiálů podle tlouštěk, které vykazují dostatečnou odolnost proti křehkému lomu při nejnižší provozní teplotě. Při použití tabulky a splnění podmínek uvedených v poznámkách k tabulce není třeba provádět posudek křehkolomových vlastností základního materiálu.

Dnes se věnuje volbám maximální tloušťky materiálu z hlediska křehkého lomu nová norma EN 1993-1-10 [12], v závěru roku 2006 můžeme očekávat vydání české verze. Obdobné požadavky uvádí i normy pro železniční mosty DS či Ril 804 [13] platné v Německu. Informativní přehled požadavků různých norem a předpisů je uveden pro značky a jakosti oceli uveden v tabulce 3.

Dokumenty kontroly dokladující jakost oceli

Změny v úrovni předkládaných dokladů – atestů, přinesla také novela normy pro dokumenty kontroly ČSN EN 10204 **Kovové výrobky - Druhy dokumentů kontroly** [14] vydaná v roce 2005. Norma nově definuje termíny jako je výrobce, zprostředkovatel a předpis na výrobek. Termín zkoušení byl nahrazen termínem kontrola (například ve spojení

specifikovaná kontrola). Dosud používaný termín atest nespécifický 2.2 byl nahrazen zkušební zprávou 2.2.

Dále byl zrušen atest specifický 2.3, inspekční certifikát 3.1 nahradil inspekční certifikát 3.1.B a inspekční certifikát 3.2 nahradil inspekční certifikáty 3.1.A a 3.1.C a i protokol o přejímce 3.2.

Novelizovaná norma tedy rozeznává tyto úrovně dokumentů kontroly:

- U nespécifikované kontroly:
 - **Prohlášení o shodě s objednávkou 2.1** - výrobce potvrzuje soulad s objednávkou bez zkoušek.
 - **Zkušební zpráva 2.2** - výrobce potvrzuje soulad s objednávkou a uvádí výsledky zkoušek výrobků, které nemusí být součástí dodávky.
- U specifikované kontroly:
 - **Inspekční certifikát 3.1** - výrobce potvrzuje soulad s objednávkou a uvádí výsledky zkoušek dodávaného výrobku, dokument potvrzuje oprávněný zástupce výrobce nezávislý na výrobních útvarech.
 - **Inspekční certifikát 3.2** - dokument připravený oprávněným zástupcem výrobce a potvrzený oprávněným zástupcem odběratele nebo inspektorem, potvrzuje soulad s objednávkou a uvádí výsledky zkoušek dodávaného výrobku.

Pro hlavní nosné části železničních mostů se ve smyslu TKP staveb státních drah požaduje dokument kontroly v úrovni 3.2 (dříve 3.1.C popř. 3.2). Jako oprávněný zástupce odběratele je pověřena Technická ústředna Českých drah (TÚČD). Ověřování jakosti či přejímky v hutích, ať již je provádí TÚČD či jiná pověřená organizace (DB, LR ...), nenahrazují jakostní a množstevní přejímku výrobce a jeho odpovědnost za kvalitu.

V dubnu 2006 vyšla také norma, která umožňuje lepší orientaci v předkládaných dokumentech kontroly, zejména zahraničních. Jedná se o normu **ČSN EN 10168 Ocelové výrobky – Dokumenty kontroly – Přehled a popis údajů [15]**.

Závěr

Příspěvek seznamuje se systémem prokazování odborné způsobilosti při provádění ocelových mostních konstrukcí. Dále uvádí část změn a problémů, které je nutno brát v úvahu při volbě základního materiálu pro železniční ocelové konstrukce. Na tyto změny musí reagovat i podniková technická legislativa železniční infrastruktury a to jak na straně SŽDC s.o. tak i ČD a.s. Proto se v roce 2006 zpracovává zásadní novela kapitoly 19 Ocelové mosty a konstrukce TKP staveb státních drah, která nahradí stávající kapitolu TKP staveb ČD.

Literatura :

- [1] ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí vč. zm. a (10/1990), 2 (08/1994), 3 (03/1998),
- [2] ČSN EN 729 Požadavky na jakost při svařování – Tavné svařování kovových materiálů
- [3] prEN 1090-1 Execution of steel structures and aluminium structures
- [4] ČSN 73 6205 Navrhování ocelových mostů
- [5] ČSN EN 10002-1 Kovové materiály – Zkouška tahem – Část 1 – Zkouška tahem za okolní teploty
- [6] ČSN EN 10045-1 Kovové materiály – Zkouška rázem v ohybu podle Charpyho – Část 1 – Zkušební metoda (V a U vruby)
- [7] ČSN EN 10160 Zkoušení ocelových plochých výrobků o tloušťce 6 mm nebo větší ultrazvukem (odrazová metoda)
- [8] ČSN EN 10306
- [9] ČSN EN 10308 Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení ocelových tyčí ultrazvukem
- [10] ČSN EN 10164 Výrobky z ocelí se zlepšenými deformačními vlastnostmi kolmo k povrchu výrobku
- [11] Eurocode 3 ENV 1993 Navrhování ocelových konstrukcí
- [12] ČSN EN 1993-1-10: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
- [13] Ril 804 Eisenbahnbrücken – planen, bauen und instand halten
- [14] ČSN EN 10204 Kovové výrobky – Druhy dokumentů kontroly
- [15] ČSN EN 10168 Ocelové výrobky – Dokumenty kontroly – Přehled a popis údajů.
- [16] Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah (dříve ČD), Kapitola 19 Ocelové mosty a konstrukce
- [17] ČSN EN 10025 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí:
 - Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky
 - Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
 - Část 3: Technické dodací podmínky pro normalizačně žíhané/normalizačně válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli
 - Část 4: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované svařované jemnozrné konstrukční oceli nahrazuje
 - Část 5: Technické dodací podmínky na konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi
 - Část 6: Technické dodací podmínky na ploché výrobky s vyšší mezí kluzu pro zušlechťování

Další normy, zejména rušené, které jsou uvedeny v textu celým názvem, nejsou v seznamu literatury pro přehlednost uváděny.

V Praze, červen 2006

Lektoroval: Ing. Václav Podlipný
Odbor 13 GR Českých drah a.s.

Tabulka 3 Přehled požadavků norem na jakost oceli a maximální tloušťky prvků v mm z hlediska křehkého lomu

Jakost oceli		Předpis:	ČSN 73 6205: 1984	Předpis RIL 804: 2003 (Stahlbrucken 2003)		ČSN 73 6205: 1999	ENV 1993-2: 1998	prEN 1993-1-10	
Značka oceli	Cenový index	Přetvárná práce / teplota při zkoušce J / °C	Hlavní nosné části mostů železničních	Prvky nesvařované nebo svařované v tlaku	Prvky svařované v tahu	Spražené ocelobetonové k-ce mezní teplota -25 °C	Ocelové konstrukce mezní teplota -35 °C	Tažené prvky mezní teplota -40 °C	Referenční teplota T_{Ed} -40 °C 0,75x $f_x(t)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S 235 JR	100 %	27 J/+20 °C	--	35	20	--	--	--	25
S 235 J0	103 %	27 J/±0 °C	25 (11 378)	50	35	65	55	55	35
S 235 J2	106 %	27 J/-20 °C	60 (11 378)	> 60*	60	90	80	75	50
S 355 JR	107 %	27 J/+20 °C	--	20	--	--	--	--	15
S 355 J0	108 %	27 J/±0 °C	--	40	10	50	40	40	20
S 355 J2	111 %	27 J/-20 °C	25 (11 503)	60	35	70	60	55	35
S 355 K2	113 %	40 J/-20 °C		> 60*	60	85	70	65	40
S 355 N	115 %	40 J/-20 °C		> 60*	60	85	70	65	40
S 355 NL	119 %	27 J/-50 °C	60 (11 503)	> 60*	> 60* (100)	120	100	90	60

* pro tloušťky > 60 mm je potřeba zvl. schválení

- Předpisy: (sloupec 4) ČSN 73 6205:1984 Navrhování ocelových mostů- vydání z roku 1984
(sloupc 5 a6) RIL 804: 2003 Předpis pro železniční mosty a jiné inženýrské stavby
(sloupc 7 a 8) ČSN 73 6205:1999 Navrhování ocelových mostů- vydání z roku 1999
(sloupec 9) ENV 1993-2 Eurokód 3:1998 Navrhování ocelových konstrukcí. Část 2: Ocelové mosty
(sloupec 10) návrh prEN 1993-1-10: 2005 Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou