



OCELOVÉ NÝTOVANÉ MOSTY V PRAZE

Tomáš Rotter
Pavel Ryjáček
Martin Pospíšil

cattacan

OCELOVÉ NÝTOVANÉ MOSTY V PRAZE

Tomáš Rotter
Pavel Ryjáček
Martin Pospíšil

Text © Tomáš Rotter, Pavel Ryjáček a Martin Pospíšil, 2023
Předmluva © Jan Šesták, 2023
Autoři a zdroje ilustrací © 2023 (viz seznam na s. 233)
Vydal © Cattacan, s. r. o., 2023

ISBN: 978-80-88349-51-8



Poděkování

Autoři a nakladatelství Cattacan děkují níže uvedeným firmám a institucím, bez jejichž podpory by tato kniha nemohla být realizována.

BM Construction, spol. s r.o.



BUNG CZ s.r.o.



Cirmon s.r.o.



Fakulta stavební ČVUT v Praze



FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s.



INSET s.r.o.



MaGe Construction, s.r.o.



Metrostav TBR a.s.



Metrostav DIZ s.r.o.



Pontex, spol. s r.o.



Stavby mostů a.s.



SUPER-KRETE CZECH s.r.o.



Valbek, spol. s r. o.



Za archivní, výkresovou a obrazovou dokumentaci, za konzultace a další pomoc autoři a nakladatelství děkují všem poskytovatelům, především Technické správě komunikací hl. m. Prahy, a.s., a správě železnic, státní organizace.

Zvláštní poděkování patří Ing. Janu Šestákovi, Ph.D., řediteli Úseku správy mostních a speciálních objektů Technické správy komunikací hl. m. Prahy, a.s., za jehož podpory tato publikace vznikla.



Obsah

Předmluva	13
1. Úvod	15
2. Ocelové nýtované mosty	19
2.1 Nýtování – nejstarší způsob spojování	19
2.2 Ocelový materiál na hlavní nosnou konstrukci mostu	19
2.2.1 Výroba oceli	19
2.2.2 Svářková ocel	21
2.2.3 Plávková ocel	21
2.2.4 Metalografická zkouška	22
2.2.5 Mostní řády pro mosty	23
2.2.6 ČSN 1510-1948	24
2.2.7 ČSN 73 6205-1969	25
2.2.8 ČSN 73 6205-1984	27
2.3 Ocelový materiál na nýty	29
2.4 Nýtování	29
2.4.1 Tvar nýtů	29
2.4.2 Technologie nýtování	30
2.5 Nýtované plnostěnné ohýbané nosníky	31
2.6 Nýtované příhradové nosníky	32
2.7 Dovolené namáhání oceli	36
2.8 Statický výpočet nýtovaných mostů	40
2.8.1 Spolehlivost nýtované mostní konstrukce	40
2.8.2 Plnostěnné trémové nýtované mosty	42
2.8.3 Příhradové trémové nýtované mosty	43
2.8.4 Statický výpočet nýtového spoje	46
2.9 Životnost nýtovaných mostů	46
2.10 Opravy nýtovaných mostů	47
2.11 Příklady nejstarších nýtovaných mostů v České republice	50
2.12 Závěr	53
3. Železniční mosty pod Vyšehradem	55
3.1 Rozvoj železnic	55
3.2 Pražská spojovací dráha	56
3.3 Železniční most přes Vltavu	56
3.3.1 Most z roku 1871	56
3.3.2 Výměna mostu v roce 1901	57
3.3.3 Most z roku 1901	60
3.3.4 Opravy mostu od roku 1901 do současnosti	71
3.3.5 Průzkumy a posudky mostu	74
3.4 Železniční most na Výtoni	77

3.5	Železniční most přes Vyšehradskou třídu	80
3.6	Tříkolejné řešení mostů pod Vyšehradem	81
3.7	Závěr	82
4.	Čechův most	85
4.1	Úvod	85
4.2	Studie a návrh mostu v letech 1900 až 1905	85
4.3	Popis mostu	88
4.3.1	Spodní stavba	89
4.3.2	Vrchní stavba	91
4.3.3	Statický výpočet	95
4.3.4	Výzdoba mostu	96
4.4	Projekty a opravy mostu prováděné po roce 1945	99
4.5	Závěr	126
5.	Most Bohdalec	129
5.1	Úvod	129
5.2	Popis mostu	130
5.3	Stavba mostu	141
5.4	Opravy mostu	141
5.5	Závěr	150
6.	Most na Císařskou louku	153
6.1	Úvod	153
6.2	Popis mostu	156
6.3	Stavba mostu	161
6.4	Opravy mostu	162
6.5	Závěr	167
7.	Lávka přes Smíchovské nádraží	169
7.1	Úvod	169
7.2	Projekt lávky	170
7.3	Stavba lávky	179
7.4	Opravy a přestavby lávky	179
7.5	Závěr	187
8.	Lávka přes nádraží Hostivař	189
8.1	Úvod	189
8.2	Popis lávky	190
8.3	Opravy lávky	195
8.4	Diagnostický průzkum	197
8.5	Závěr	198
9.	Lávka Slavia	201
9.1	Úvod	201
9.2	Popis mostu	202

9.3	Statický výpočet lávky	209
9.4	Opravy lávky	209
9.5	Závěr	211
10.	Lávka Strašnice	213
10.1	Úvod	213
10.2	Popis lávky	214
10.3	Prohlídky lávky	218
10.4	Závěr	219
11.	Doslov	221
	Autoři	223
	Archivní podklady a použitá literatura	227
	Autoři a zdroje ilustrací	233



Předmluva

Technická správa komunikací hl. m. Prahy je správcem okolo 700 silničních mostů a lávek na území hlavního města Prahy. Jejím úkolem je zajišťovat jejich údržbu a opravy.

Z hlediska použitého materiálu se jedná o mosty betonové, ocelové i kamenné, rozličného stavu a stáří – od Karlova mostu až po moderní novostavby. Obecně převažují mosty malých a středních rozpětí.

Samostatnou skupinou jsou ocelové nýtované mosty z přelomu 19. a 20. století. Pro ty většího rozpětí byly použity příhradové konstrukce, které jsou složeny z nýtovaných prvků a následně z členěných prutů. Údržba těchto konstrukcí je obtížná a vyžaduje specifické postupy.

V knize, již držíte v rukách, jsou uvedeny mosty nýtované příhradové i ty plnostěnné, které najdete na území Prahy.

Publikace vznikala v letech 2022 a 2023 a v jejich průběhu se o mosty ve správě TSK staralo přes 20 zaměstnanců, přičemž ročně provede úsek Správy mostních a speciálních objektů více než 1 000 mostních prohlídek. Autoři chtějí prostřednictvím této knihy napomáhat správcům k pochopení předmětných konstrukcí a k objevování nebezpečných porušení. Díky získaným informacím tak lze přesně mířit údržbu ocelových nýtovaných konstrukcí na choulostivá místa. Právě u ocelových konstrukcí se nachází nespočet podobných či zcela stejných potenciálně problematických detailů, o které pokud se bude dařit dobře starat, může být konstrukce zachráněna. V opačném případě by systémově vzniklo mnoho poruch stejného rázu.

Ocelové nýtované mosty v Praze mohou sloužit pro rozhodovací činnost vlastníka a správce pražských mostů, projektantům a zhotovitelům oprav ocelových nýtovaných mostů, studentům středních a vysokých škol stavebních a v neposlední řadě pracovníkům zabývajícím se památkovou péčí. Při návrhu budoucích oprav lze využít zkušeností z provedených oprav nýtovaných mostů uvedených v předkládaném textu. Jednotlivé detaily nejsou předmětem pouze dopravních staveb, ale i nýtovaných objektů pozemních staveb, jako jsou věže, hangáry, výstavní haly a další. Záměrem publikace je předávat zkušenosti, vyvolávat debatu na odborné úrovni a posouvat správu všech nýtovaných konstrukcí vpřed.

Ing. Jan Šesták, Ph.D.

*Ředitel Úseku správy mostních a speciálních objektů
Technické správy komunikací hl. m. Prahy, a.s.*

Praha, duben 2023



101-111

1. Úvod

V České republice je dosud v provozu velké množství ocelových nýtovaných mostů. Jsou to hlavně mosty železniční, mosty na pozemních komunikacích a lávky, ve velmi malém množství pak i mosty technologické. V některých případech se jedná o mosty velkých rozpětí vedoucí přes hluboká údolí, které zde vytvářejí nejenom výraznou krajinnou dominantu, ale které jsou i dokladem bohaté průmyslové historie naší země.

Vzhledem k jejich stáří lze tvrdit, že většina z nich již splnila svou funkci z hlediska účelu a životnosti, na kterou byly navrženy. Řada starých nýtovaných mostů však z hlediska svého prostorového uspořádání velmi dobře vyhovuje i současnému provozu. U nich je pak nutné přezkoumat jejich aktuální stavební stav a určit, zda je možné provést jejich opravu nebo rekonstrukci tak, aby bylo dosaženo požadované zatížitelnosti po dobu jejich předem definované zbytkové životnosti. V případě nevyhovujícího stavebního stavu je třeba stanovit, zda je jeho příčinou stav hlavní nosné konstrukce nebo stav mostovky. Přestože je na vině nejčastěji mostovka, pro niž bývá nejvhodnější volbou její zásadní rekonstrukce nebo i výměna, je třeba zvážit zároveň i opravu hlavní nosné konstrukce. Ze zkušeností totiž víme, že hlavní nosná ocelová konstrukce může v mnoha případech sloužit i podstatně déle než původně předpokládaných 100 let; významného prodloužení její zbytkové životnosti je možné dosáhnout pravidelnou údržbou a prováděním specifických a citlivých oprav.

Jak již název napovídá, na stránkách této publikace se věnujeme pouze ocelovým nýtovaným mostům na území hlavního města Prahy. Kromě všeho výše uvedeného se jich dotýkají i další specifické aspekty, jako jsou urbanistická hlediska a v mnoha případech i požadavky památkové ochrany místa zapsaného na seznam světového kulturního dědictví UNESCO. Neklademe si proto za cíl rozhodovat o jejich dalším osudu, pouze shromažďujeme informace o jejich vzniku a stavbě, uvádíme jejich technický popis a údaje o opravách za celou dobu jejich provozu a stavební stav na počátku 20. let 21. století.

Nýtování je nejstarší způsob spojování ocelových prvků. Druhá kapitola proto pojednává o nýtovaných ocelových mostech obecně, najdete v ní shrnutý historický vývoj používaného materiálu pro nosné konstrukce a popsanou technologii nýtování, předkládáme i přehled historických plnostěnných a příhradových konstrukčních systémů včetně zásad statického výpočtu nýtovaných mostů v závislosti na tehdejších platných předpisech a normách. Je zde také doplněno krátké pojednání o jejich životnosti a opravách. V závěru celé kapitoly pak najdete příklady nejstarších ocelových nýtovaných mostů v ČR.

V kapitolách 3 až 10 jsou zařazeny ocelové nýtované mosty a lávky spravované pražskou Technickou správou komunikací a Správou železnic, jedná se celkem o čtyři mosty a čtyři lávky na území hl. m. Prahy. Pro kompletnost mezi nimi uvádíme i dvě lávky, které jsou součástí tzv. Drážní promenády, která aktuálně vzniká v katastrech městských částí Vršovice a Strašnice. Popis každého mostu nebo lávky doplňuje jejich historická a materiálová analýza, jejímž výchozím podkladem bylo studium primárních archivních pramenů, předně dokumentů

uložených v archivech jejich správců. Obsahem každé kapitoly jsou historické návrhy mostů nebo lávek, původní statické výpočty a dispoziční a konstrukční výkresy, u nichž jsou uvedeni i jejich zhotovitelé. Dále jsou popsány provedené opravy mostu nebo lávky od uvedení do provozu do dnešních dnů. Každá textová část je průběžně doplněna ilustracemi, převážně kopiemi pocházejícími z archivní dokumentace.

V předkládané knize najdete i výsledky projektu „Analýza stavu ocelových nýtovaných mostů a konstrukcí Technické správy komunikací hl. m. Prahy, návrhy na správu a údržbu“, který na základě objednávky TSK Praha vypracovala Fakulta stavební ČVUT v Praze v roce 2020 [1.1].

Publikace byla vypracována v rámci řešení projektu Ministerstva kultury ČR DG18P02OVV033 „Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví na Fakultě stavební ČVUT v Praze mezi lety 2018–2022 [1.2].

Doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc.

Pedagog Katedry ocelových a dřevěných konstrukcí

Fakulta stavební

České vysoké učení technické v Praze

Praha, duben 2023



2. Ocelové nýtované mosty

2.1 Nýtování – nejstarší způsob spojování

Výchozím materiálem pro výrobu ocelových mostních konstrukcí je hutní materiál válcovaný za tepla. Základním hutním materiálem jsou plechy, široká ocel, tvarové tyče (úhelníky, I průřezy a U průřezy), případně železa Zorés nebo žlabiny (speciálně tvarované profily, dříve často používané na mostovkách silničních a železničních mostů). Tvary a rozměry válcovaných výrobků byly většinou normalizovány. Válcovny vydávaly tzv. válcovní programy, které obsahovaly jednotlivé průřezy, jejich rozměry a statické veličiny. S rozvojem technologie válcování se měnil sortiment válcovaných výrobků a spolu s tím se měnily i válcovní programy.

Nýtování je nejstarší způsob spojování ocelových válcovaných prvků, a to jednak za účelem vytvoření požadovaného průřezu, jednak při výrobě a montáži celé mostní konstrukce. Nýtování se používalo od druhé poloviny 19. století, kdy docházelo k rozvoji železnic na území tehdejší Rakouské monarchie, a tudíž i na území Čech a Moravy, až do konce 50. let 20. století. V 50. letech 20. století bylo nýtování postupně nahrazováno svařováním nebo šroubováním s použitím předpjatých (vysokopevnostních) šroubů. Šroubování s použitím předpjatých šroubů se dnes používá již výjimečně, a to pouze v odůvodněných případech. V moderní době při výrobě ocelových mostů zcela převládlo svařování. Nýtování se v současné době používá při opravách a rekonstrukcích starých nýtovaných mostů z důvodů zachování památkové hodnoty a vzhledu konstrukce.

2.2 Ocelový materiál na hlavní nosnou konstrukci mostu

2.2.1 Výroba oceli

Výroba železa je doložena od 3. tisíciletí př. n. l. na území od Malé Asie přes Mezopotámii až po údolí řeky Indu, na našem území od přibližně poloviny 8. století př. n. l. Kujné železo se vyrábělo v pecích různých typů s použitím dřevěného uhlí, které má přibližně trojnásobnou výhřevnost oproti palivovému dřevu. Teplota tavení pak závisela na výšce pece, ta se pohybovala od cca 4 m v pozdním středověku, což umožňovalo dosáhnout tavicí teploty cca 900 °C, až po 10 m v průběhu 17. století, kdy byla dosahována tavicí teplota již přes 1100 °C. Od roku 1713 se v Anglii datuje výroba koksu, který v roce 1740 použil Abraham Darby i do vysoké pece. Ve Slezsku se koks používal ve vysokých pecích od konce 18. století. Čisté železo (Fe) nemá prakticky žádné technické využití. Technické železo obsahuje řadu prvků, které určují jeho vlastnosti. Největší vliv má uhlík (C) a podle jeho obsahu dělíme technické železo na železa nekujná, obsahující více než 1,75 % C (prakticky více než 2,2 % C), a železa kujná s obsahem uhlíku pod 1,75 % C (prakticky pod 1,5 % C), která se nazývají **ocel**.

Při výrobě oceli ze surového železa se oxidací odstraňují nežádoucí příměsi, zvláště pak C, Si, P a S. Roku 1784 byla Angličanem Cortem zavedena výroba **svářkové oceli**. Výroba probíhala v pudlovací peci, v níž se surové železo a šrot zpracovávají za přístupu vzduchu a stálého míchání (pudlování) v těstovitém stavu. Ocel svářková je značně prostoupena struskou, protaženou válcováním do délky, a je proto vrstevnatá. Svářková ocel má malý obsah uhlíku, je proto měkká. Ve směru válcování má pevnost 330 až 400 MPa a tažnost 12 až 25 %. V příčném směru je pevnost a tažnost podstatně nižší. Svářková ocel je tvárná a kovářsky svařitelná.

Později byla svářková ocel zcela vytlačena **ocelí plávkovou**. Jedná se o souborný název všech ocelí vyrobených v tekutém stavu. Plávková ocel má minimální pevnost v tahu i tlaku 370 MPa, minimální tažnost 20 %, velkou houževnatost a téměř stejné vlastnosti ve všech směrech namáhání. Podle způsobu výroby se rozeznává ocel konvertorová (vynálezci Angličané, roku 1855 Bessemer a roku 1878 Thomas), ocel martinská, resp. siemens-martinská (vynálezci Fridrich a Wilhelm Siemens, patent z roku 1856, funkční konvertor až Émile a Pierre-Émile Martinů roku 1864) a elektrická ocel vyráběná přetavením surové oceli v elektrických pecích, výsledkem jsou ušlechtilé konstrukční oceli uhlíkové nebo legované.

Dále se rozeznává ocel neuklidněná a ocel uklidněná. **Neuklidněná ocel** neobsahuje uklidňující přísady před odlitím do kokil. Při odlévání a tuhnutí unikají z taveniny plyny, což způsobuje, že chemické složení a mechanické vlastnosti se mění podle místa odběru zkušebního vzorku. Většina ocelí vyráběných odléváním do kokil je neuklidněných. **Uklidněná ocel** obsahuje zvláštní přísady, které způsobují, že tuhnutí v kokile probíhá klidně. Uklidněná ocel má stejnoměrnější vlastnosti při odběru zkušebního vzorku z ingotu.

Podle chemického složení se dále rozeznává ocel uhlíková a ocel legovaná. **Uhlíková ocel** je slitinou železa, uhlíku a obvyklých vedlejších prvků jako jsou mangan, fosfor, křemík, síra a měď. **Ocel legovaná** obsahuje ještě různé legující prvky, které zlepšují vlastnosti oceli. Podle legujících prvků se jedná o ocel manganovou, křemíkovou, niklovou, chromniklovou apod. Většinou se jedná o **oceli vyšší pevnosti**, u kterých v průběhu 20. století bylo dosaženo pevností 600 až 700 MPa, s minimální mezí kluzu 390 MPa a při tažnosti 16 až 19 %.

Pro výrobu ocelových konstrukcí se používaly **stavební oceli**, které nezaručovaly stupeň čistoty ve výrobku a chemické složení (na rozdíl od ocelí strojních). Jsou to většinou uhlíkové oceli, v některých případech se zvýšeným obsahem manganu nebo s přísadou určitého množství chromu, molybdenu, mědi apod. Ocelový materiál pro výrobu ocelových konstrukcí, v závislosti na způsobu výroby oceli tak měl v průběhu času různé materiálové vlastnosti. Na ocelové mosty se ocel používala od 2. poloviny 19. století, tj. **v období počátku rozvoje železnic**.

Asi do roku 1895 byla pro výrobu ocelové konstrukce používána ocel svářková. V lednu 1892 byla povolena martinská ocel pro výrobu mostních konstrukcí. Období 1892 až 1904 lze považovat za přechodné, v němž se můžeme setkat s oběma druhy materiálu, výjimečně i po něm. Při rekonstrukci staré ocelové konstrukce je nutno zjistit, zda se jedná o svářkovou nebo plávkovou ocel. To lze učinit na základě chemického složení. Svářková ocel vykazuje vesměs nižší obsah uhlíku a vysoký obsah fosforu.

Pro hodnocení starých ocelových mostů je zapotřebí získat spolehlivé údaje charakterizující materiál. Jedná se především o tyto materiálové charakteristiky:

- stejnorodost a kvalita zpracování (vizuálně, chemický rozbor, rozptyl mechanických vlastností);
- mechanické hodnoty (zejména mez kluzu, mez pevnosti, tažnost, vše včetně příslušného rozptylu);
- vrubová houževnatost (zejména při předpokládaném svařování, namáhání za nízkých teplot, dynamickém namáhání);
- mez únavy u konstrukcí namáhaných střídavým nebo pulzujícím zatížením.

Dále je uveden chronologický přehled materiálových vlastností ocelí používaných na ocelové mosty u nás až do konce 80. let 20. století. V průběhu času docházelo ke změně jednotky napětí. Hodnota pevnosti byla původně uváděna v kg/mm^2 nebo v kg/cm^2 , později v kp/cm^2 a nakonec po zavedení jednotek soustavy SI v MPa. V tabulkách materiálových vlastností a v textu se v této práci uvádějí přepočítané hodnoty v MPa, pro přepočet platí:

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ MPa.}$$

Obdobně se používají současně platné odborné výrazy, např. mez kluzu místo dříve používaného termínu mez průtažnosti nebo zkouška vrubové houževnatosti místo dřívějšího termínu zkouška rázem v ohybu apod.

2.2.2 Svářková ocel

Mechanické vlastnosti svářkové oceli při tahové zkoušce ve směru válcování lze uvažovat následujícími hodnotami:

- mez kluzu: minimální hodnota 210 MPa, v průměru 230 MPa;
- mez pevnosti: 340 až 370 MPa;
- tažnost: kolísá mezi 10 až 20 %.

Při zkouškách ve směru napříč válcováním dochází k poklesu hodnot a zvětšení rozptylu. Hodnoty vrubové houževnatosti a meze únavy jsou v průměru nižší. Vrstevnatost materiálu se projevuje rozdělením, zejména u prvků střídavě namáhaných.

2.2.3 Plávková ocel

Od počátku 20. století se na ocelové mostní konstrukce užívá v celém světě téměř výlučně plávková ocel o minimální pevnosti 370 MPa a tažnosti nad 20 %. Její chemické složení je asi 0,1 až 0,15 % C, 0,01 % Si, 0,4 až 0,5 % Mn, max. 0,07 % P (0,09 % u oceli Thomasovy) a 0,06 % S. Plávková ocel je dobře zpracovatelná, svařitelná a nekalitelná. Pro ocelové mostní konstrukce větších rozpětí se již koncem 1. poloviny 20. století doporučovalo použití oceli vyšší pevnosti (o mezi pevnosti 480 až 580 MPa, s minimální mezi kluzu 290 MPa a s tažností 20 %). Příkladem použití oceli vyšší pevnosti je křemíková ocel o pevnosti minimálně 480 MPa, s mezi kluzu 360 MPa a s tažností 20 %. Chemické složení bylo:

0,08 až 0,18 % C, 0,8 až 1,2 % Si. Prvním mostem zhotoveným z křemíkové oceli pevnosti 480–500 MPa v Československu byl silniční most přes železniční trať v bývalých Škodových závodech v Plzni, most Sever–Jih I z roku 1924. Byl to most s plnostěnnými hlavními nosníky.

Výrobní potíže vedly záhy k částečnému nahrazení vysokého obsahu Si jinými přísadami, hlavně manganem a chromem. Obsah uhlíku u těchto ocelí byl max. 0,2 až 0,25 %. Pro zvýšení odolnosti proti korozi se přidávalo ještě asi 0,2 až 0,3 % mědi. Tak se vyvinuly nové stavební oceli vyznačující se pevností 520 až 640 MPa, vysokou mezí kluzu min. 360 MPa a tažností 20 %. Až od roku 1937 byla u nás pro ocelové mosty zavedena ocel C 52 o minimální pevnosti 520 MPa (viz tab. 1). Oceli C 52 byly použity ve velkém rozsahu, s dobrými výsledky zvláště u nýtovaných mostů větších rozpětí.

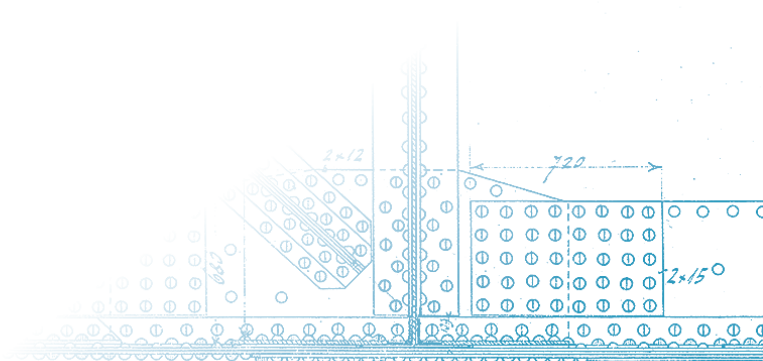
Mechanické vlastnosti plávkové oceli byly již uváděny v soudobých předpisech, takže podle roku výstavby a soudobých předpisů lze vlastnosti použité oceli spolehlivěji předvídat. Všechny oceli vyráběné v současné době jsou oceli plávkové.

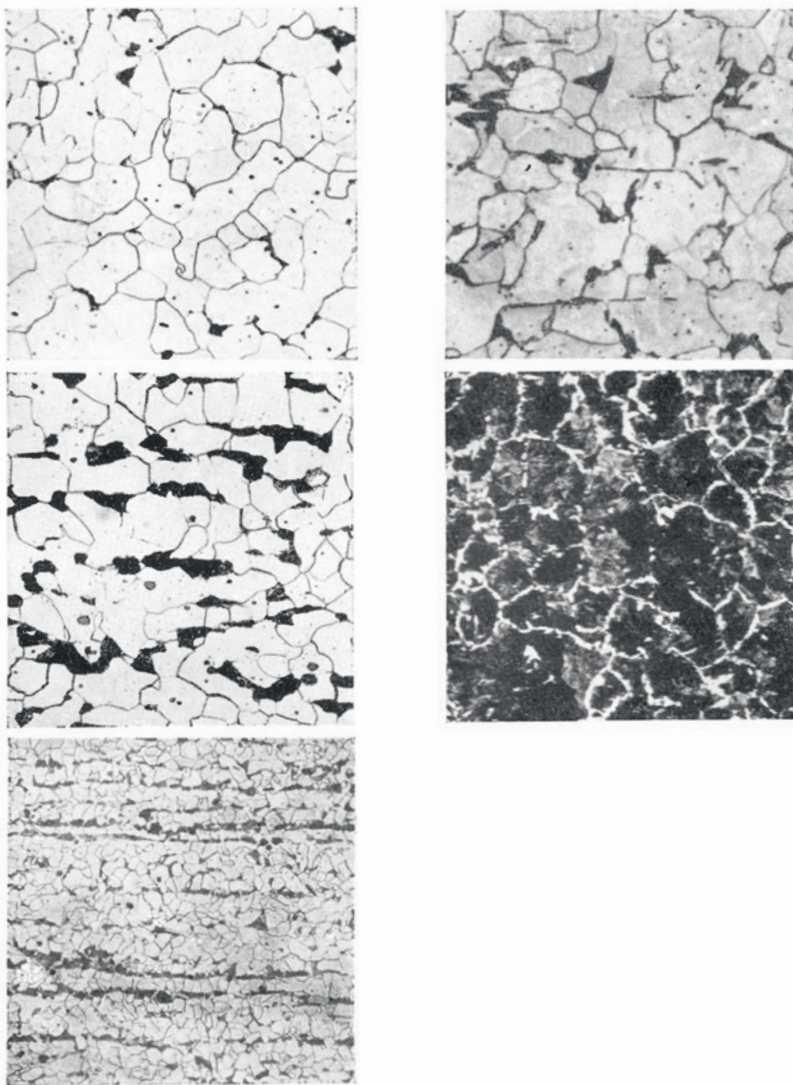
2.2.4 Metalografická zkouška

Mikrostrukturu oceli lze zkoumat na hladce obroušeném a vyleštěném povrchu vzorku. Po případném naleptání se vytvoří na povrchu jemný reliéf krystalických složek, který lze zkoumat mikroskopem. Na obr. 1 je mikrofotografie výbrusu oceli různého obsahu uhlíku:

- ocel o obsahu 0,1 % C; větší krystaly feritu a menší tmavé krystaly perlitu;
- ocel o obsahu 0,15 % C; větší obsah perlitu, méně čistá ocel, odměšeniny protaženy ve směru válcování;
- ocel o obsahu 0,2 % C; znatelně větší obsah perlitu než u a), mírně vyjádřená řádkovitá struktura;
- ocel o obsahu 0,4 % C; velké krystaly perlitu;
- ocel o obsahu 0,2 % C; zřetelná řádkovitá struktura.

Z porovnání obr. 1 a) až 1 d) je zřejmé, jak se mění struktura oceli v závislosti na obsahu uhlíku. Na obr. 1 e) je zřejmá řádkovitá struktura, která je charakteristická pro svárkovou ocel. Svárková ocel je navíc charakteristická nižším obsahem uhlíku než ocel plávková.





Obr. 1: Mikrofotografie výbrusu ocelí různých pevností

2.2.5 Mostní řády pro mosty

Nejstarším předpisem pro kovové mosty je „Mostní řád c. k. ministerstva železnic“ z roku 1887. Podle tohoto předpisu byly navrhovány kovové mosty ze svářkové oceli nebo z litiny až do roku 1904.

Na našem území stále existují ocelové nýtované mosty postavené podle nařízení bývalého rakouského ministerstva železnic z roku 1904 „Nový mostní řád mostů železnicových, nadželeznicových, mostů silnic příjezdných se železnými nebo dřevěnými konstrukcemi nosnými“. Podle tohoto předpisu směla být na mosty používána buď ocel svářková nebo plávková, ale na témže mostě buď jedna nebo druhá.

V roce 1921 byl vydán „Návrh československého mostního řádu pro železniční mosty“ a v roce 1923 obdobný předpis pro silniční mosty. Tímto předpisem bylo nařízeno, že na nové ocelové mosty může být použita pouze plávková ocel.

Normu ČSN 1016-1926 „Uhlíková ocel válená a kovaná, jednotný název ocel“ vydala Československá normalizační společnost. Jednotlivé druhy ocelí se od roku 1926 označovaly písmenem C (uhlíková ocel) a číslem udávajícím minimální předepsanou pevnost v kp/mm^2 , např. C 37 nebo C 52. Viz též Technický průvodce sv. 11 – Mostní stavitelství z roku 1930.

Mostní řád, jako soubor technických předpisů platných vysloveně jen pro mosty, byl až do roku 1937 vydáván jako úřední předpis zvláště pro železniční a zvláště pro silniční mosty. Od roku 1937 pak ve formě ČSN platných pro železniční i silniční mosty. V oboru navrhování mostů byly takto vydány normy:

ČSN 1230-1937 „Jednotný mostní řád – Část I – Navrhování mostů“,

ČSN 1232-1939 „Jednotný mostní řád – Část III – Předpisy pro svařované mostní konstrukce“.

Až od roku 1937 byla pro ocelové mosty zavedena ocel C 52 a současně byla požadována minimální mez kluzu, pro ocel C 37 to bylo 230 MPa a pro ocel C 52 360 MPa (viz tab. 1).

2.2.6 ČSN 1510-1948

Norma ČSN 1510 z roku 1948 „Konstrukční oceli obvyklých jakostí – Stavební oceli“ zavádí proti dřívějším normám podstatné změny. Rozlišují se konstrukční oceli z hlediska jakosti, a to jakost normální a pro mostní konstrukce jakost se zaručenou mezí kluzu nebo jakost se zaručenou mezí kluzu a současně se zaručenou svařitelností. Vlastnosti jednotlivých ocelí byly uváděny v tzv. materiálových listech. Dále bylo zavedeno nové číselné označení ve shodě s označením používaným hutěmi. Číselná značka se skládá ze základního pětimístného čísla a případně ještě z doplňkové číslice oddělené tečkou. První dvojčíslí značí skupinu technického materiálu a chemické složení. Pro stavební ocel to je dvojčíslí 10. Druhé dvojčíslí značí minimální pevnost v kp/mm^2 podle tehdy používaných jednotek ($1 \text{ kp/mm}^2 = 10 \text{ MPa}$). Pátá číslice vyjadřuje význačné vlastnosti, např.:

1 vhodnost ke tváření;

2 zaručená mez kluzu;

3 zaručená mez kluzu a zaručená tavná svařitelnost;

4 zaručená mez kluzu, zaručená tavná svařitelnost a stejnoměrnější složení (uklidněná ocel);

5 zvýšená odolnost proti korozi.

Doplňková číslice značí stav oceli:

0 nežíhaný;

1 normalizačně žíhaný;

2 žíhaný;

6 zušlechtěný.

Na nosné části ocelových mostů se používaly oceli podle tab. 1.