



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Moderní slévárenské technologie

Přednášky pro studijní program Strojírenství

Doc. Ing. Ladislav SOCHA, Ph.D. a kol.

Charakteristika rozdělení a značení ocelí

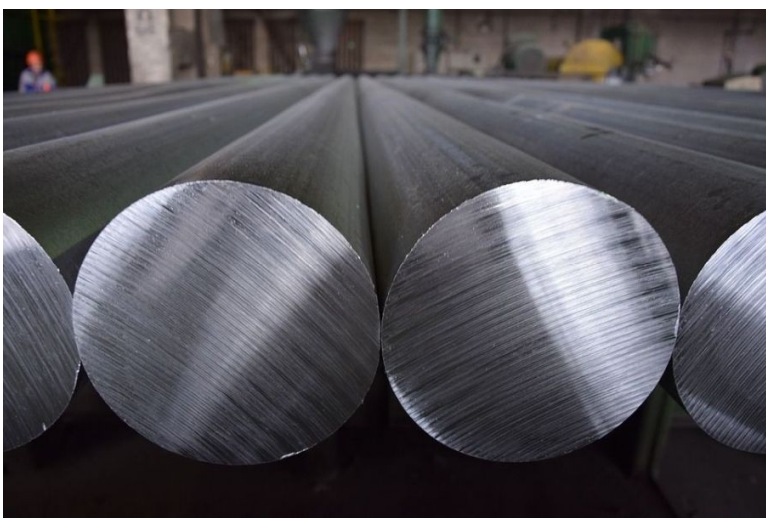
Přednáška č. 2

Charakteristika oceli

- ✓ **Charakteristika oceli je:** slitina železa s uhlíkem a dalších kovových a nekovových prvků, která obsahuje méně než 2,14 hm. % uhlíku
- ✓ Kromě základního prvku představujícího železo obsahuje ocel:
 - *Běžné doprovodné prvky – C, Si, Mn, P, S*
 - *Speciální doprovodné prvky – tyto prvky se do oceli přidávají za účelem získání speciálních vlastností či mechanických hodnot. Patří mezi ně např. Cr, Ni, W, Mo, V, Ti, Nb, Zr, atd.*
 - *Doprovodné prvky ze skupiny neželezných kovů – např. Cu, As, Sb, Sn, Bi, Zn atd. tyto prvky nelze z oceli běžnými postupy odstranit, v oceli působí škodlivě*
 - *Plyny – dusík, vodík, kyslík*
 - *V oceli jsou rovněž přítomny vždy produkty probíhajících reakcí v kovu či reakcí kovu s žárovzdornými materiály (koroze, eroze). Vzhledem k jejich nekovové povaze je označujeme jako nekovové vměstky*
- ✓ Tyto oceli dále rozdělujeme na:
 - **Nelegované oceli**
 - *Nelegované oceli s obsahem Mn nižším než 1,20 % (předepsaný maximální obsah P a S)*
 - *Nelegované oceli s obsahem Mn 1,60 % až 1,80 % (dříve řazeny jako nízkolegované oceli)*
 - **Legované oceli** vznikají přidáním jiným prvků (Mo, Ni, Cr, Si, V aj.) do nízkouhlíkaté oceli

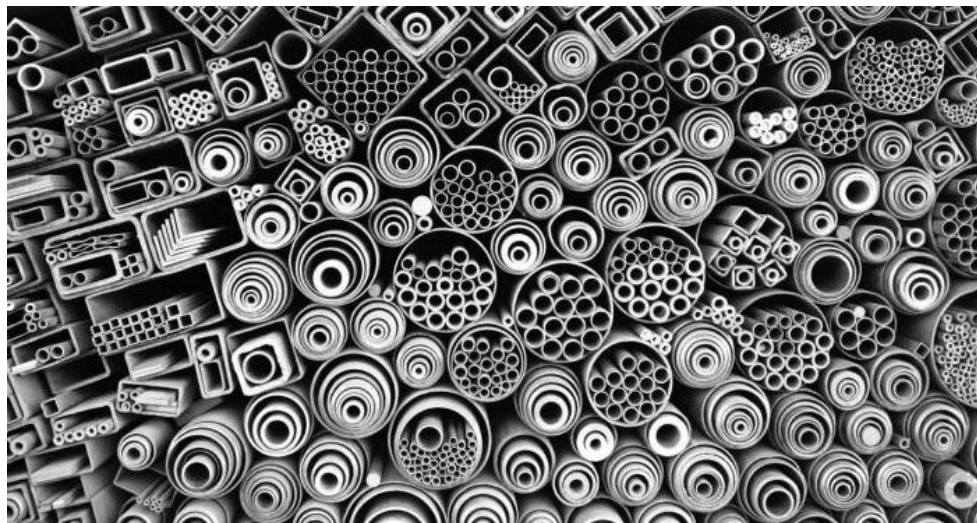
Obsah přísad v legovaných ocelích

Přísada	Obsah min. (%)	Přísada	Obsah min. (%)
Mangan	0,9	Kobalt	0,2
Křemík	0,5	Molybden	0,1
Nikl	0,5	Vanad	0,1
Chrom	0,3	Titan	0,1
Wolfram	0,2	Hliník	0,1



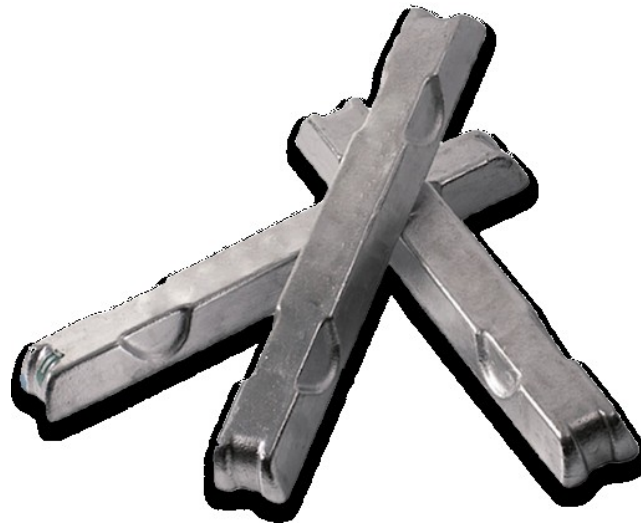
Charakteristika oceli

- ✓ Oceli lze zařadit mezi technické slitiny železa a obsahují celou řadu prvků, které ovlivňují jejich vlastnosti. Z hlediska vlivu prvků a jejich působení na vlastnosti ocelí je lze rozdělit následovně:
 - **Prospěšné (neškodlivé) prvky** – patří sem např. C, Mn, Si, Cr, V, Mo, W, Ti, Al. Všechny tyto prvky mohou pozitivně ovlivňovat určitým způsobem vlastnosti oceli, např. její pevnost, houževnatost, tažnost, tvrdost, obrobitelnost, korozivzdornost, žáruvzdornost a mnohé další
 - **Škodlivé prvky** – patří zde fosfor, síra (obecně škodlivé prvky)
 - **Plyny v oceli** – patří zde kyslík, dusík a vodík
 - **Stopové neželezné kovy** – Cu, Sn, As, Sb, Bi, Zn a Pb. Ve většině případů zhoršují škodlivé prvky technologické a užitné vlastnosti oceli, a proto je snahou udržovat jejich obsah v oceli co nejnižší

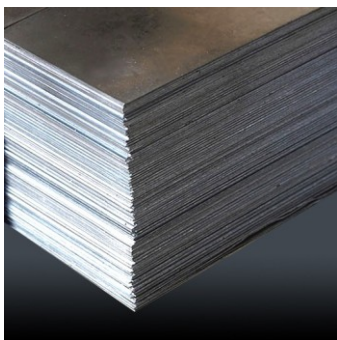


Základní suroviny pro výrobu oceli

- ✓ Základní suroviny pro výrobu oceli představuje surové železo a ocelový odpad. Surové železo je produkt zpracování železných rud ve vysoké peci
- ✓ Ocelářské surové železo obsahuje: C – 4,3 – 4,6 hm. %, Mn – 0,5 – 0,7 hm. %, Si – 0,5 - 0,7 hm. %, P – 0,10 – 0,17 hm. %, S – 0,010 – 0,025 hm. %. Toto chemické složení surového železa odpovídá vysokým pecím v České republice. Surové železo se používá do vsázky primárních agregátů v tekutém stavu. Pokud se sází do elektrických pecí, pak ve formě tuhých cihel
- ✓ Ocelový odpad zanáší do ocelí prvky používané k dezoxidaci a legování oceli i tzv. stopové prvky, které zhoršují vlastnosti oceli i v nepatrných koncentracích (As, Sb, Pb apod.). Ocelový odpad se musí třídít podle přítomných legur
- ✓ **Dezoxidační přísady a legury se do oceli přidávají jako:**
 - *Feroslitiny (FeMn, FeSi, FeMnSi, CaSi, FeTi, FeCr, FeMo, FeVb, FeB, FeV apod.)*
 - *Technicky čisté kovy (Al, Ni atd.)*

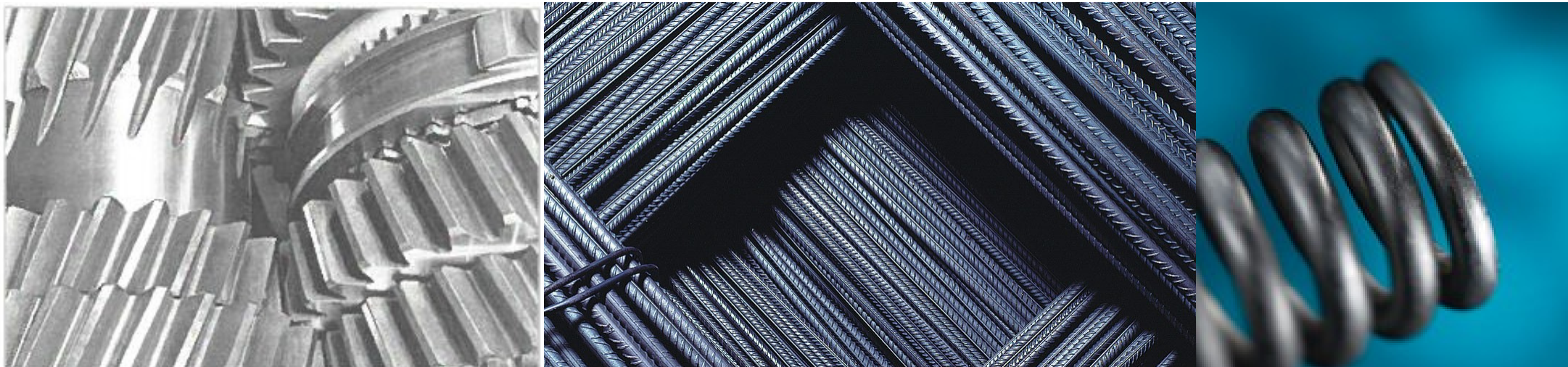


- ✓ Oceli jsou nejčastěji používanými kovovými materiály. Rozdílným způsobem výroby, legováním a kombinací tepelného a tepelně – mechanického zpracování je možno ovlivnit vlastnosti ocelí v širokém rozmezí a tak jejich vlastnosti přizpůsobit zamýšlenému použití
- ✓ Oceli se vyrábí v následujících typech výrobků: ploché výrobky (plechy), dlouhé výrobky (tyče, profily, kolejnice, dráty), speciální výrobky (kotle pro energetický průmysl, autoklávy pro chemický průmysl, trubky pro olejářský průmysl, roury pro dálkovody atd.)



Výrobky z oceli

- ✓ Ocel je materiál, který je pro dnešní dobu nenahraditelný. Je to především z důvodu větší pevnosti a kujnosti než mají jiné materiály
- ✓ Ve strojírenské praxi se z oceli vyrábí například plechy, pásy, tyče, trubky, kolejnice, profily, dráty
- ✓ Ocel se v různých podobách se vyskytuje v mnoha odvětvích jsou to například stavebnictví, doprava, lékařství ale i v potravinářském

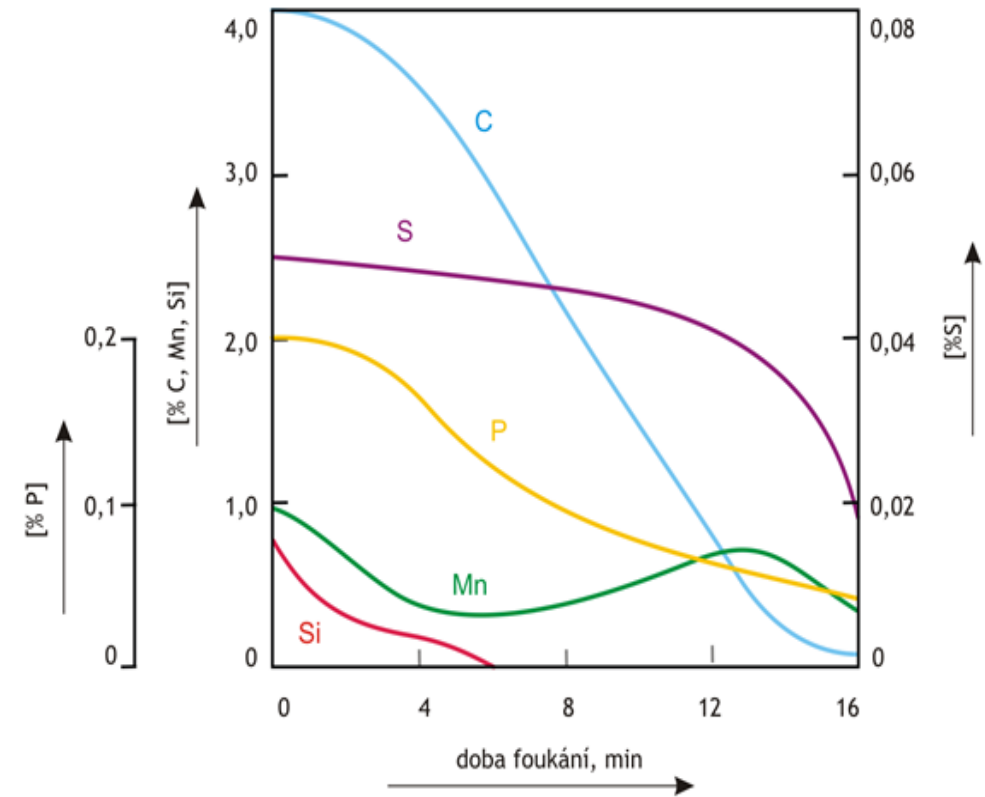


Vliv vybraných škodlivých prvků a plynů na vlastnosti oceli

Prvek	Vliv na vlastnosti oceli	Maximální obsah (ppm)
C	<ul style="list-style-type: none"> hlubokotažnost 	25
S	<ul style="list-style-type: none"> zvýšení náchylnosti k praskání náchylnost k lámavosti za červeného žáru nižší obsah síry zlepšuje svařitelnost 	10–30
P	<ul style="list-style-type: none"> křehnutí struktury (v důsledku segregace při tuhnutí) lámavost za studena 	50–80
O	<ul style="list-style-type: none"> zvýšení citlivosti k lámavosti za studena (tvoří ostrohranné vměstky) ovlivnění kvality povrchu 	10–15
N	<ul style="list-style-type: none"> zvýšení tvrdosti při stárnutí snížení tažnosti a houževnatosti 	20–50
H	<ul style="list-style-type: none"> vodíková křehkost 	1–1,5

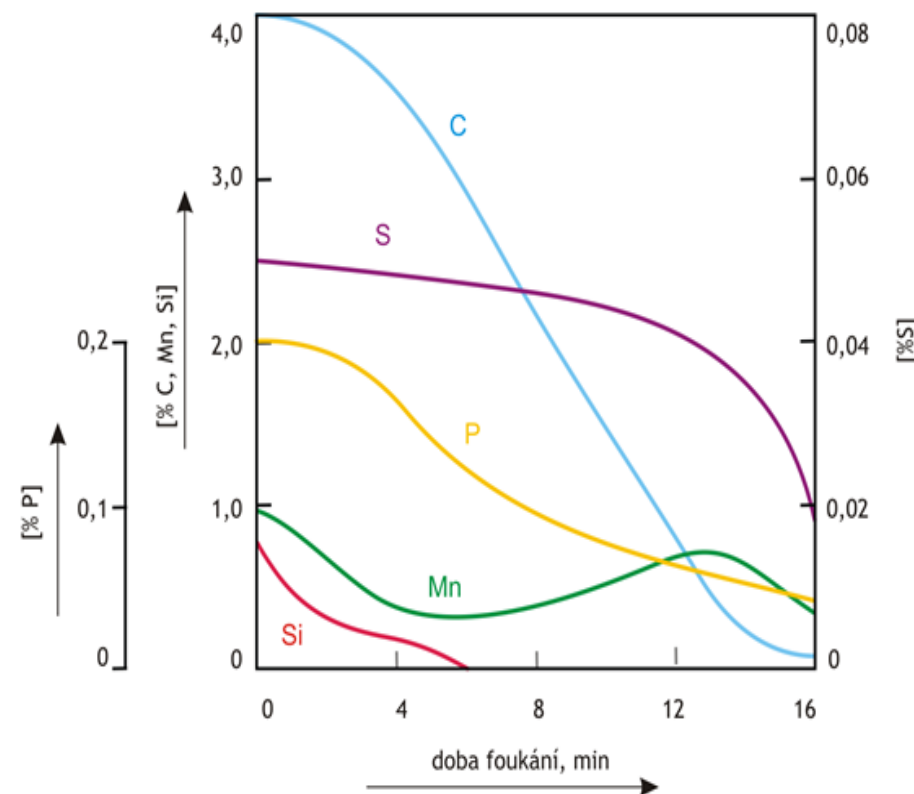
Zkujňování v kyslíkovém konvertoru

- ✓ Surové železo obsahuje cca 4 hm. % uhlíku a nežádoucí nebo příliš velká množství doprovodných prvků. Při přeměně surového železa a ocelového odpadu na ocel je nutno snížit obsah uhlíku a téměř zcela vyloučit nežádoucí složky. Tento proces se nazývá zkujňování a po zkujňování je ocel podrobena dodatečné úpravě. Nejdůležitější metody zkujňování jsou kyslíkové (v kyslíkových konvertorech) a výroba elektrooceli (v elektrických obloukových pecích)
- ✓ Časový průběh zkujňování neboli oxidace doprovodných prvků v kyslíkovém konvertoru probíhá následujícím způsobem. Na vsázku v kyslíkovém konvertoru se dmýchá čistý kyslík a dochází na počátku procesu k intenzivní oxidaci křemíku a manganu, přičemž okysličování uhlíku a fosforu je v této fázi pochodu pozvolnější



Zkujňování v kyslíkovém konvertoru

- ✓ Později v souvislosti s rychlým ohřevem lázně, rychlosti oduhličení a odfosfoření vzrůstají, přitom maximálních hodnot dosahují přibližně v polovině zkujňovací doby. V závěru dmýchání rychlost oduhličení opět klesá. Prakticky v první třetině zkujňovací doby obsah křemíku klesne na nulovou hodnotu, přičemž obsah manganu v posledních dvou třetinách doby foukání se udržuje v určité rovnovážné koncentraci mezi kovem a struskou
- ✓ Uhlík se v průběhu reakcí téměř zcela spaluje na CO a CO₂, které unikají v plynné formě. Při splnění předepsaného chemického složení a požadované teploty surové oceli se provede odpich do licí pánve a následuje zpracování v rámci sekundární metalurgie



Základní suroviny pro výrobu oceli

- ✓ V současném období je mnoho dosud platných ČSN nahrazováno mezinárodně platnými normami ISO a v případě označování materiálů evropskými normami EN. Tento proces bude ještě delší dobu probíhat. Považujeme však za vhodné používat přednostně označování podle ČSN EN (popř. ČSN ISO), a to dle následujících norem:
 - **ČSN EN 10020 Definice a rozdělení ocelí.**
 - **ČSN EN 10027-1 Systémy označování ocelí. Část 1: Systém zkráceného označování. Základní symboly.**
 - **ČSN EN 10027-2 Systémy označování ocelí. Část 2: Systém číselného označování.**

Rozdělení ocelí dle ČSN EN 10020

✓ Oceli obvyklých jakostí:

- *Žádné zvláštní užité vlastnosti*

✓ Nelegované jakostní oceli:

- *Mohou být tepelně zpracovávány a mají zvláštní užité vlastnosti*

✓ Nelegované ušlechtilé oceli:

- *Velmi čisté a po tepelném zpracování vykazují rovnoměrnější hodnoty než jakostní oceli*
- *Určeny k povrchovému zpracování*

✓ Legované jakostní oceli:

- *Např. svařitelné jemnozrnné konstrukční oceli, pružinové oceli, oceli na štetovnice a důlní výztuže aj.*

✓ Legované ušlechtilé oceli:

- *Všechny legované oceli kromě legovaných jakostních ocelí*

✓ Rozdělení ocelí podle stupně legování:

- *Nelegované oceli*
- *Legované oceli*



Rozdělení ocelí ČSN EN 10020

- ✓ Podle použití se oceli dělí na konstrukční a nástrojové oceli
- ✓ Konstrukční oceli jsou buď nelegované nebo legované
- ✓ U nelegovaných konstrukčních ocelí bývá obsah uhlíku max. 0,8 %
- ✓ Konstrukční oceli, které mají obsah uhlíku do 0,25% se nazývají nízkouhlíkové
- ✓ S obsahem od 0,25 – 0,6 % uhlíku se nazývají středně uhlíkové, a nad 0,6 % uhlíku vysokouhlíkové
- ✓ Konstrukční nelegované oceli jsou většinou oceli s vyšším obsahem fosforu a síry
- ✓ Konstrukční legované oceli jsou více čisté, lepší způsob výroby, důkladnější kontrolou a z toho plynou lepší vlastnosti



Rozdělení ocelí ČSN EN 10020

- ✓ Nástrojové oceli jsou nejvíce zastoupené v oblasti nástrojových materiálů. Vlastnosti lze měnit různými chemickými složeními a teplem zpracováním. Dle chemického složení rozeznáváme nástrojové oceli nelegované uhlíkové, legované a rychlořezné. Tyto oceli musejí mít vysokou tvrdost a pevnost, dostatečnou houževnatost, odolnost proti opotřebení, vhodnou prokalitelnost, dobrou obrobitelnost a leštitelnost. Z těchto důvodů je nutné vyrábět pouze z nejkvalitnějších surovin v elektrických obloukových pecích, indukčních pecích
 - Nástrojové oceli nelegované obsahují 0,6 – 1,6 % uhlíku a 0,3 % křemíku a manganu. Obsah uhlíku určuje mechanické vlastnosti i strukturu. Nelegované oceli se používají pro ruční obrábění
 - Nástrojové oceli legované u těchto ocelí jsou legujícími prvky Cr, Mo, W, V přičemž celkový obsah nesmí obsahovat 5%. Výhodou legování je lepší prokalitelnost a tvrdost do teplot 300 °C. Použití těchto ocelí je zejména pro třískové obrábění
 - Předností rychlořezných ocelí je stabilita vlastností za tepla. Řezné vlastnosti jsou stálé až do 650 °C. Legovány jsou prvky W, Cr, V, Co v celkovém množství nad 20%



Mezní obsahy prvků dle ČSN EN 10020

- ✓ Norma ČSN EN 10020 rozděluje oceli na legované a nelegované pokud obsah prvků překročí

Prvek	Limitní obsah [% hm.]
B	0,0008
La, Zr, a ostatní prvky (s výjimkou: C, P, S, N)	0,05
Nb	0,06
Mo	0,08
Al, Bi, Se, Te, V, Co, W	0,1
Ni, Cr	0,3
Cu, Pb	0,4
Si	0,5
Mn	1,65

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1

- ✓ Struktura evropských značek ocelí
- ✓ Značky dle použití, mechanických nebo fyzikálních vlastností podle ČSN EN 10027-1

✓ **Schéma značky:**

Základní symboly		Přídavné symboly pro ocel		Přídavné symboly pro ocelové výrobky
Písmeno	Mech. vlastnost	Skupina 1	Skupina 2	Označení písmeny

- ✓ Všechna písmena a čísla se píší bez mezery, přídavné symboly jsou také bez mezery. V případě, že se jedná o oceli na odlitky, je před základním symbolem písmeno G bez mezery.

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 1

- ✓ Značení ocelí podle jejich použití a mechanických, nebo fyzikálních vlastností

- ✓ Písmeno G charakterizuje oceli na odlitky

- ✓ Symboly podle skupiny 1
 - *S – oceli pro ocelové konstrukce pro všeobecné použití*
 - *P – oceli pro tlakové nádoby*
 - *L – oceli na potrubí*
 - *E – oceli na strojní součásti*
 - *B – oceli na výztuž do betonu, následuje číslo, které odpovídá charakteristické mezi kluzu v N/mm^2*
 - *Y – oceli pro předpínací výztuž do betonu, následuje číslo, které odpovídá minimální pevnosti v tahu v N/mm^2*
 - *R – oceli na kolejnice, následuje číslo, které odpovídá minimální pevnosti v tahu v N/mm^2*
 - *H – ploché výrobky válcované za studena u ocelí k tažení s vyšší pevností, následuje číslo odpovídající minimální mezi kluzu v N/mm (pokud známe pevnost v tahu, uvádí se písmeno T a uvádí se minimální pevnost v tahu)*

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 1

✓ Značení ocelí podle jejich použití a mechanických, nebo fyzikálních vlastností

- *D – ploché výrobky z měkkých ocelí pro tváření za studena, je doplněno některým z dalších uvedených písmen*
- *C – pro ploché výrobky válcované za studena*
- *D – pro ploché výrobky válcované za tepla určené pro bezprostřední zpracování*
- *X – ploché výrobky, pro které není předem stanoven způsob válcování (za tepla nebo za studena)*
- *T – tenké a pocínované plechy a pásy, pochromované plechy a pásy*
- *U jednoduše válcovaných výrobků následuje charakteristické písmeno H a číslo odpovídající střední hodnotě předepsaného rozsahu tvrdosti HR 30 Tm*
- *U dvojnásobně redukovaných výrobků následuje číslo odpovídající jmenovité hodnotě pro mez kluzu v N/mm^2*
- *M – plechy a pásy pro elektrotechniku*

Oceli ČSN EN 10027-1 skupina 1 oceli na potrubí

Základní symboly				Přídavné symboly pro oceli	Přídavné symboly pro ocelové výrobky
L	n	n	n	an ...	+ an + an ...

Písmeno	Vlastnosti	Skupina 1	Skupina 2
L - oceli na potrubí	nnn = minimální mez kluzu (R_e) v N/mm^2 pro nejmenší tloušťku výrobku	M – termomechanicky válcováno N – normalizačně žháno, nebo normalizačně válcováno Q – zušlechtěno	a – třída požadavků, jestliže je to potřebné, následuje jedna číslice



Oceli ČSN EN 10027-1 skupina 1 oceli pro tlakové nádoby

Základní symboly					Přídavné symboly pro oceli	Přídavné symboly pro ocelové výrobky
G	P	n	n	n	an ...	+ an + an ...

Písmeno	Vlastnosti	Skupina 1	Skupina 2
G – ocel na odlitky P – oceli pro tlakové nádoby	nnn = minimální mez kluzu (R_e) v N/mm^2 pro nejmenší tloušťku výrobku	M – termomechanicky válcováno N – normalizačně žháno, nebo normalizačně válcováno Q – zušlechtěno B – láhve na plyny S – jednoduché tlakové nádoby T – trubky	H – vysoké teploty L – nízké teploty R – normální teploty X – vysoké a nízké teploty

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1

✓ Příklady symbolů pro zvláštní požadavky:

- +C *hrubozrnná ocel*
- +F*jemnozrnná ocel*
- +H *se zvláštní prokalitelností*
- +Z15 *minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 15%*
- +Z25 *minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 25%*
- +Z35 *minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 35%*

✓ Kontrakce – největší poměrné trvalé zúžení průřezu zkušební tyče, které se vyjadřuje v %

- ✓ Pozn. Symboly pro zvláštní požadavky jsou od předcházejících symbolů odděleny znaménkem (+) a mají za úkol stanovit požadavky pro oceli. V praxi se tyto symboly spíše využívají jako přídatné symboly pro ocelové výrobky

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Oceli označené podle jejich chemického složení

1. Nelegované oceli se středním obsahem Mn pod 1%

✓ **Značka oceli: charakteristické písmeno C a číslo, které odpovídá stonásobku střední hodnoty předepsaného pro obsah uhlíku**

2. Nelegované oceli se středním obsahem Mn $\geq 1\%$, nelegované automatové oceli a logované oceli s obsahy jednotlivých legujících prvků pod 5%

✓ **Značka oceli je složena z písmen a čísel a to následujícím způsobem:**

➤ *Číslo odpovídající stonásobku střední hodnoty rozsahu předepsaného pro uhlík*

➤ *Chemické symboly pro legující prvky charakteristické pro ocel (řazené podle klesajících obsahů prvků)*

➤ *Čísla, která jsou stanovena podle obsahu charakteristických legujících prvků v daném pořadí (čísla představují střední obsah příslušného legujícího prvku vynásobený koeficientem uvedeným v ČSN EN 10027-1)*

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Oceli označené podle jejich chemického složení

3. Legované oceli s obsahem minimálně jednoho legujícího prvku $\geq 5\%$

✓ Značka oceli se skládá z písmen a čísel v následujícím pořadí:

- *Charakteristické písmeno X*
- *Čísla, která odpovídají stonásobku střední hodnoty rozsahu předepsaného obsahu uhlíku*
- *Chemické symboly pro legující prvky charakterizující ocel*
- *Čísla uvádějící obsahy charakteristických legujících prvků v daném pořadí (jednotlivá čísla představují střední obsah příslušného legujícího prvku zaokrouhlený na nejbližší vyšší celé číslo)*

4. Rychlořezné oceli

✓ Značka se skládá z:

- *Písmen HS*
- *Čísel, která uvádějí obsahy prvků v následujícím pořadí W, Mo, V, Co*

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Nelegované oceli se středním obsahem Mn pod 1%

Základní symboly					Přídavné symboly pro oceli
G	C	n	n	n	an ...

Písmeno	Obsah C	Skupina 1	Skupina 2
G – ocel na odlitky C – uhlík	nnn = stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku	E – předepsaný maximální obsah síry R – předepsaný rozsah pro obsah síry D – pro tažený drát C – pro tváření za studena S – pro pružiny U – nástrojové W – svařovací dráty G – jiné charakteristiky	an = symboly pro další předepsané přídavné prvky

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Nelegované oceli se středním obsahem Mn \geq 1%

Základní symboly				Legující prvky
G	n		n	a ... n-n

Písmeno	Obsah C	Legující prvky	
G - ocel na odlitky	nnn = stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku	a chemické značky legujících prvků charakterizujících ocel	
		n – n čísla, oddělená spojovací čárkou, která odpovídají střednímu obsahu příslušného prvku vynásobenému následujícím koeficientem	
		Prvek	Koeficient
		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
		Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100		
B	1000		

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Legované oceli s obsahem min. jednoho legujícího prvku $\geq 5\%$

Základní symboly					Přídavné symboly
G	X	n	n	n	a ... n – n

Písmeno	Obsah C	Legující prvky
G ocel na odlitky X střední obsah min. jednoho prvku $\geq 5\%$	nnn = stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku	a - chemické značky legujících prvků charakterizující ocel n – n čísla, oddělená spojovací čárkou, která odpovídají střednímu obsahu příslušného prvku zaokrouhlenému na nejbližší vyšší číslo

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Rychlořezné oceli

Základní symboly		Přídavné symboly
H	S	n – n

Písmeno	Legující prvky
HS – rychlořezné oceli	<p>N – n čísla, oddělená spojovací čárkou, která odpovídají obsah legujících prvků v následujícím pořadí:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Wolfram (W) ➤ Molybden (Mo) ➤ Vanad (V) ➤ Kobalt (Co)

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1 skupina 2

✓ Příklad označení oceli:

X5CrNi 18 – 10

- *X – Legovaná ocel procento legur $\geq 5\%$*
- *5 – C = 0,05%*
- *Cr, Ni – hlavní legury*
- *18 a 10 – procenta hlavních legur: Cr – 18% a Ni – 10%*

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-1

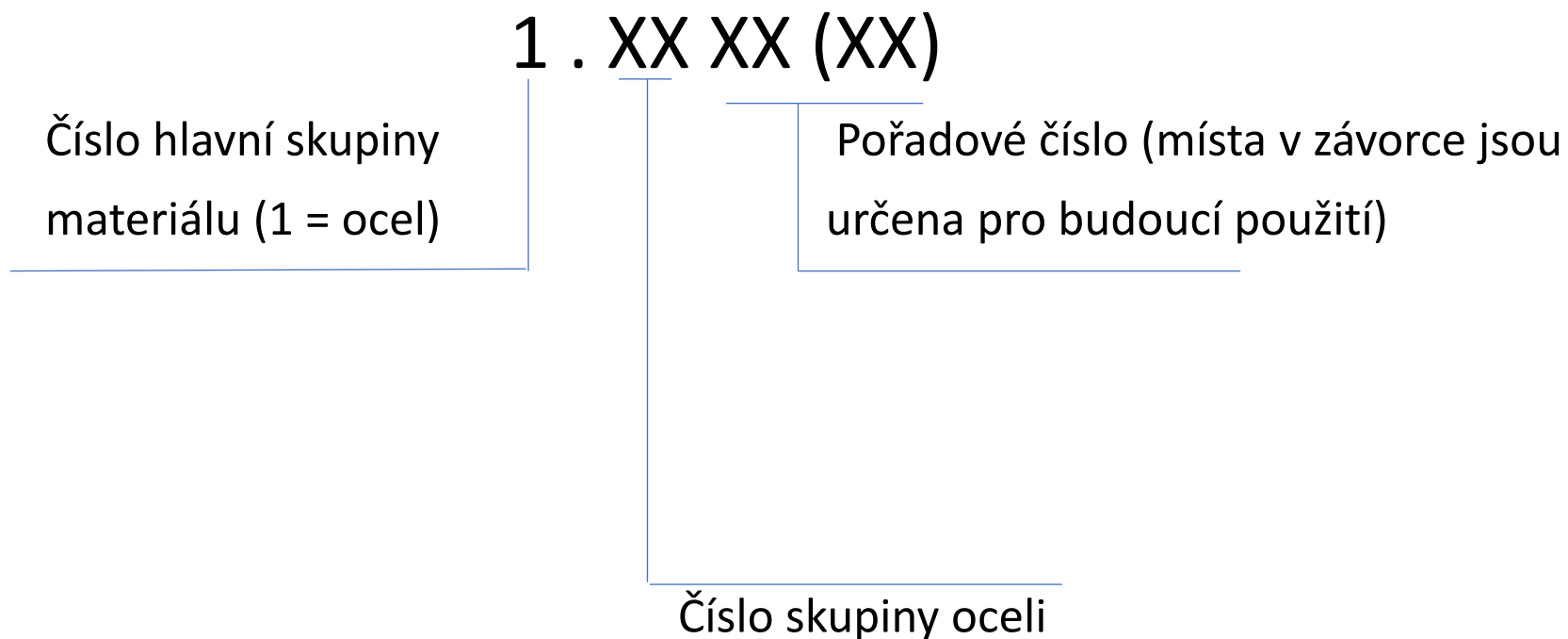
✓ Nové označování ocelí

- Zkratka se skládá z hlavního a pomocného symbolu, které se píší za sebou bez mezery. Značky ocelí podle použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností. Značky ocelí této skupiny začínají charakteristickým písmenem pro účel použití a poskytují základní informaci o oblasti hlavního použití a vlastnostech oceli. Písmenem G označíme ocel určenou na odlitky

Základní symboly			Přídavné symboly	
			skupina 1	skupina 2
G	S	235	JO	W
Charakteristické písmeno pro ocel na odlitky	Charakteristické písmeno pro skupinu oceli	Písmena a číslice např. pro označení: <ol style="list-style-type: none"> Mechanických vlastností Tvrlosti Způsob tváření 	Písmena a číslice, např. pro označení: <ol style="list-style-type: none"> Nárazové práce Tepelného zpracování Použití 	Písmena a číslice přípustné pouze ve spojení se skupinou 1, např. k označení: <ol style="list-style-type: none"> Tvářitelnosti Spec. Použití Vlastností

Označování ocelí dle ČSN EN 10027-2

✓ System číselného značení:



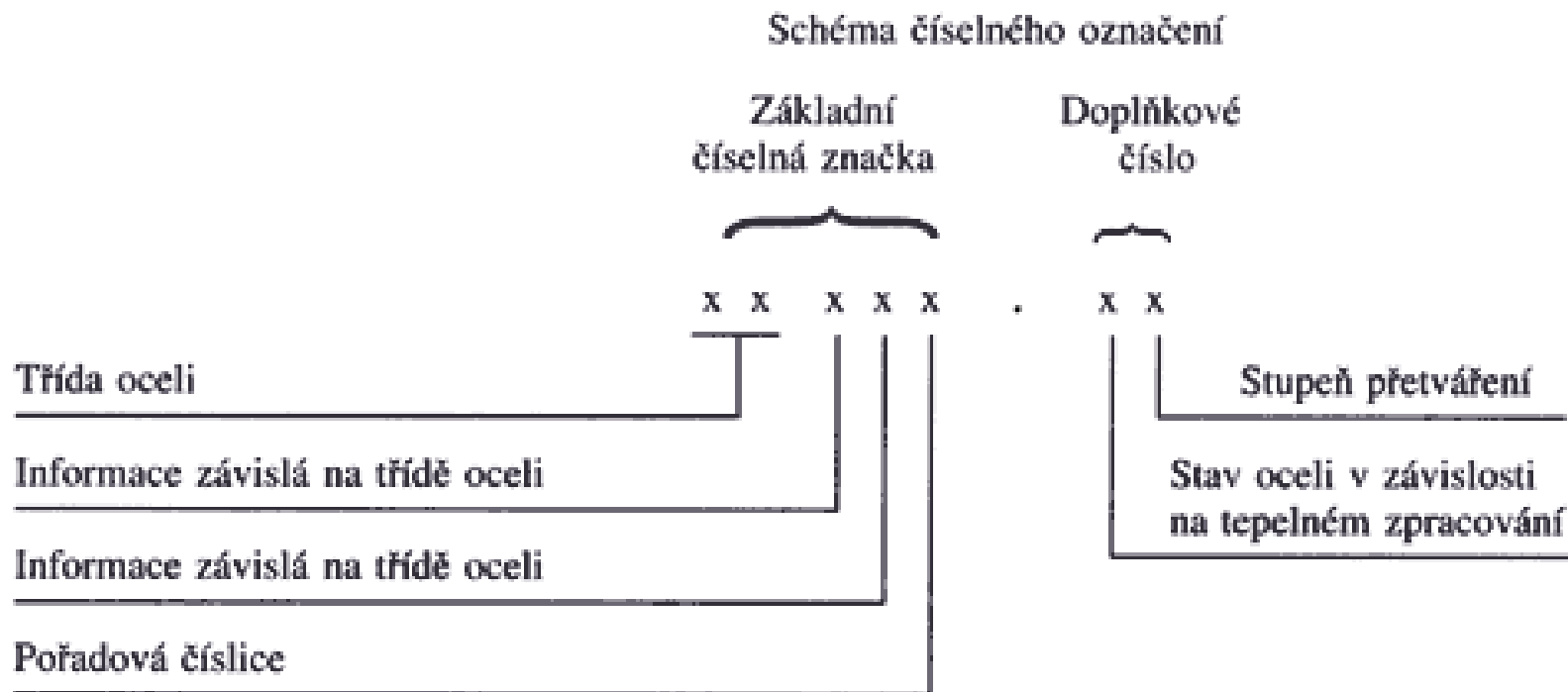


Porovnání značek norem ČSN EN 10027-1 a ČSN 42 0002

ČSN EN 10027-1	ČSN 42 0002	ČSN EN 10027-1	ČSN 42 0002
S185	10 000	P235GH	11 368
S235JRG1	11 373	P265GH	11 418
S235JRH	11 373	P295GN	13 030
S235JRG2	11 375	P355J2G3	11 503
S235J0	11 378		
S275JR	11 443		
S275J2G3	11 448	E295	11 500
S355J2G3	11 503	E335	11 600
S335J0	11 523	E360	11 700

Označování ocelí dle ČSN 42 0002

- ✓ Tato norma je po přechodnou dobu, vedle přednostně používaného označení podle mezinárodních norem platné i označování podle ČSN.
- ✓ Rozdělení a označování tvářených ocelí podle ČSN 42 0002
- ✓ Označování:



Označování ocelí dle ČSN 42 0002

Rozdělení ocelí do tříd – význam prvního dvojčíslí				
Třída oceli	Oceli podle		Charakteristika ocelí	
	použití	stupně legování		
10	Konstrukční	nelegované	Předepsané hodnoty mechanických vlastností, chemické složení složení není předepsáno	
11			Předepsané hodnoty mechanických vlastností a obsah C, P, S, popř. (P + S) a dalších prvků	
12			Předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S, popř. (P + S) i dalších prvků	
13		nízko legované	Legovací prvky: Mn, Si, Mn – Si, Mn – V	
14			Legovací prvky: Cr, Cr – Al, Cr – Mn, Cr – Si, Cr – Mn – Si	
15			Legovací prvky: Mo, Mn – Mo, Cr – Mo, Cr – V, Cr – W, Mn – Cr – V, Cr – Mo – V, Cr – Mo – V, Cr – Si – Mo – V, Cr – Mo – V – W	
16		legované	nízko a středně legované	Legovací prvky: Ni, Cr – Ni, Ni – V, Cr – Ni – Mn, Cr – Ni – V, Cr – Ni – W, Cr – Ni – Mo, Cr – V – W, Cr – Ni – V – W
17			středně a vysoko legované	Legovací prvky: Cr, Ni, Cr – Ni, Cr – Mo, Cr – V, Cr – Al, Cr – Ni – Mo, Cr – Ni – Ti, Cr – Mo – V, Mn – Cr – Ni, Mn – Cr – Ti, Mn – Cr – V, Cr – Ni – Mo – W, Cr – Ni – Mo – Ti, Cr – Ni – V – W, Cr – Ni – W – Ti atd.
19		nástrojové	nelegované	Předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S
			legované (nízko, středně, vysoko)	Legovací prvky: Cr, V, Cr – Ni, Cr – Mo, Cr – Si, Cr – V, Cr – W, Cr – Al, Cr – Ni – W, Cr – Si – V, Cr – Mo – V, Cr – V – W, Cr – Ni – Mo – V, Cr – V – W – Co, Cr – Ni – Mo – W, Cr – Ni – V – W atd.

Označování ocelí dle ČSN

První doplňková číslice	Stav oceli (druh tepelného zpracování)
1XXXX. 0	tepelně nezpracovaný
1XXXX. 1	normalizačně žíhaný
1XXXX. 2	žíhaný (s uvedením způsobu žíhání)
1XXXX. 3	žíhaný na měkko
1XXXX. 4	kalený nebo kalený a popouštěný při nízkých teplotách, po rozpouštěcím žíhání (jen u austenitických ocelí)
1XXXX. 5	normalizačně žíhaný a popouštěný
1XXXX. 6	zušlechtěný na dolní pevnost obvyklou u příslušné oceli
1XXXX. 7	zušlechtěný na střední pevnost obvyklou u příslušné oceli
1XXXX. 8	Zušlechtěný na horní pevnost obvyklou u příslušné oceli
1XXXX. 9	Stavy, které nelze označit číslicemi 0 až 8

Použití oceli

- ✓ Ocelové polotovary se zpracovávají na dráty, plechy, nosníky, kolejnice, profily. Hlavní využití je v průmyslu a ve stavebnictví jako součást železobetonu nebo ke konstrukci například Eiffelovy věže
- ✓ Využití ve stavebnictví je velmi široké. Používá se jako armovací ocel k výrobě železobetonu. Ocel se dává do betonu, aby byl beton pružnější a pevnější





Použitá literatura

- ✓ SKÁLOVÁ, Jana, Jaroslav KOUTSKÝ a Vladislav MOTYČKA. *Nauka o materiálech*. 4. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-244-0.
- ✓ FISCHER, Ulrich. *Základy strojnictví*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-09-5
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <http://www.almakmakina.net/hakkimizda/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://dnepr.info/uk/news/chp-dubovik-predlagaet-metalloprokat-izgotovlennyj-po-peredovym-tehnologiyam/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <http://www.a-one-seimitsu.co.jp/20210820.pdf>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.justdial.com/Gonda/HSS-Cutting-Tools?hheader=1&hdtxt=Recommended%20Products&srcterm=HSS-Cutting-Tools>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://dutch.alibaba.com/product-detail/cast-iron-pig-iron-rawiron-steelmaking-60266609762.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/met-si-metal-silicon-3303-1600229724728.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://eshop.wuerth.de/Produktkategorien/DIN-103-Stahl-5-blank/14013512122501.cyid/1401.cgid/de/DE/EUR/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://novaenergyecco.com/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.vykov.cz/produkt/ceske-budejovice/ocelovy-profil-t-25x25x3-5-s235jr>



Zdroje obrázků

- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://discount.onlinestores2021.ru/category?name=okroglo%20svetlo%20vle%C4%8Deno%20%C5%BEelezo%204mm>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.alibaba.com/countrysearch/CN/24-metal-pipe.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: https://www.maptechsal.com/index.php?main_page=product_info&products_id=325665
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.nejlevnejsicihly.cz/eshop/produkt/196-kari-sit-ferona-4mm-10x10-3x2m.html#desc>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.jenprocestovatele.cz/fakta-o-eiffelovo-vezi-co-jste-mozna-nevedeli-o-oblibene-turisticke-atrakci/>
- ✓ ČSN EN 10 020: Definice a rozdělení ocelí. Ostrava: 2000
- ✓ ČSN EN 10 027 – 1: Systémy označování ocelí – Část 1: Stavba značek oceli. Brusel: 2016
- ✓ ČSN EN 10 027 – 2: Systémy označování ocelí – Část 2: Systém číselného označování. Brusel: 1994