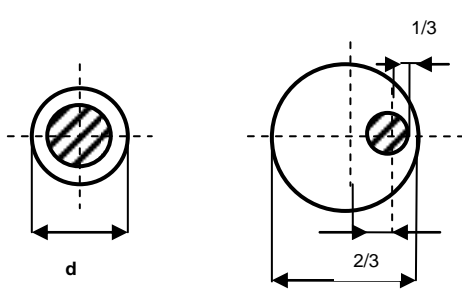
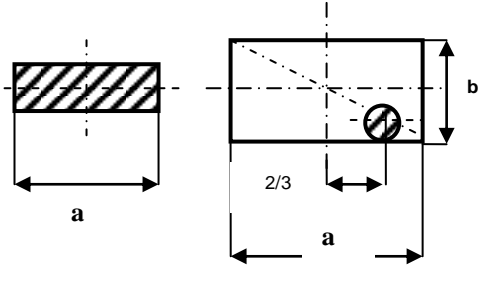
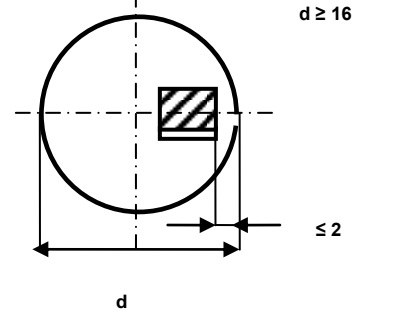
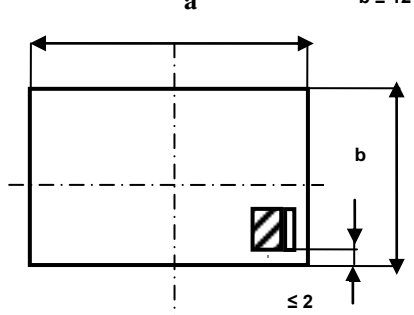
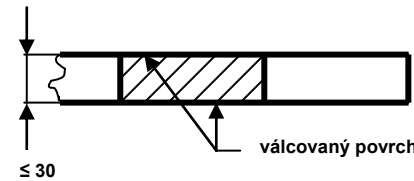
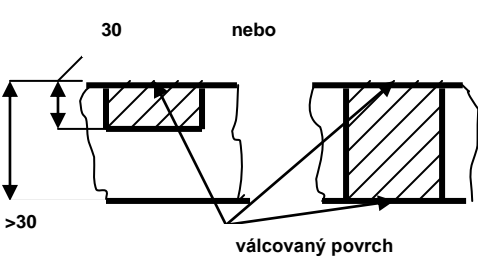
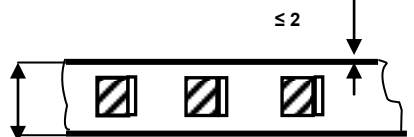


## Uživatelský komentář k normě ČSN EN 10025-2: 2005 a k vlastnostem nelegovaných konstrukčních ocelí

<b>Předmět normy</b>	Tato část doplňuje část 1 (všeobecné technické dodací podmínky). Stanovuje požadavky na dlouhé a ploché výrobky válcované za tepla z nelegovaných jakostních ocelí. Norma se nevztahuje na výrobky z nelegovaných ocelí pro které existují jiné normy jako jsou na př. svařitelné jemnozrné oceli, oceli odolné proti atmosférické korozi, oceli pro stavbu plavidel, a pod.																					
<b>Použití ocelí uvedených v normě</b>	Svařované, šroubované a nýtované konstrukce na příklad pro stavbu hal, budov, mostů, jeřábů a pod. Méně namáhané strojní díly a nosné konstrukce strojů. Oceli nejsou určeny k tepelnému zpracování vyjma normalizačního žíhání.																					
<b>Klasifikace ocelí a jakostní stupně</b>	<p>Oceli podle této normy jsou klasifikovány jako nelegované jakostní oceli.</p> <p>Klasifikace podle mechanických hodnot:</p> <p>značky : S185, S235, S275, S355, S450 E295, E335, E360 se liší mezi kluzu a pevností v tahu (číslo za písmenem S udává minimální mez kluzu v MPa pro tloušťky ≤ 16 mm).</p> <p>Jakostní stupně se liší zaručovanými hodnotami nárazové práce :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Oceli S235 a S275</td> <td>se dodávají v jakostních stupních JR, J0 a J2</td> </tr> <tr> <td>Ocel S355</td> <td>se dodává v jakostních stupních JR, J0, J2 a K2</td> </tr> <tr> <td>Ocel S450</td> <td>se dodává v jakostním stupni J0</td> </tr> </table> <p>Rozlišení jakostních stupňů podle svařitelnosti :</p> <p>Všeobecné požadavky pro svařování ocelí jakostních stupňů JR, J0, J2 a K2 jsou uvedeny v normě EN 1011-2 (oboustranné svařování feritických ocelí).</p> <p>Tato norma neposkytuje žádné informace týkající se svařitelnosti oceli S180, E295, E335 a E360, poněvadž u těchto ocelí není předepsáno chemické složení.</p> <p>Rozlišení jakostních stupňů podle hodnot nárazové práce při zkoušce rázem v ohybu KV:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Teplota zkoušení °C</th> <th colspan="2">Jakostní stupně podle hodnot nárazové práce (EN 10027)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>27 J</td> <td>40 J</td> </tr> <tr> <td>+ 20</td> <td>JR</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>J0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>- 20</td> <td>J2</td> <td>K2</td> </tr> </tbody> </table>	Oceli S235 a S275	se dodávají v jakostních stupních JR, J0 a J2	Ocel S355	se dodává v jakostních stupních JR, J0, J2 a K2	Ocel S450	se dodává v jakostním stupni J0	Teplota zkoušení °C	Jakostní stupně podle hodnot nárazové práce (EN 10027)			27 J	40 J	+ 20	JR	-	0	J0	-	- 20	J2	K2
Oceli S235 a S275	se dodávají v jakostních stupních JR, J0 a J2																					
Ocel S355	se dodává v jakostních stupních JR, J0, J2 a K2																					
Ocel S450	se dodává v jakostním stupni J0																					
Teplota zkoušení °C	Jakostní stupně podle hodnot nárazové práce (EN 10027)																					
	27 J	40 J																				
+ 20	JR	-																				
0	J0	-																				
- 20	J2	K2																				
<b>Způsob výroby oceli</b>	<p>Způsob výroby oceli volí výrobce. Vyjma oceli S185 musí být na požadavek odběratele výrobcem oznámen způsob výroby.</p> <p>Vyjma oceli S185 je závazný způsob desoxidace :</p> <p>U jakostních stupňů JR, J0 vyjma oceli S450J0 není neuklidněná ocel dovolena (FN).</p> <p>U jakostních stupňů J2, K2 a u S450J0 se připouští pouze ocel plně ukladněná (FF).</p> <p>Plně ukladněná ocel obsahuje prvky, které vážou dusík. Obsah těchto prvků v tavbě musí být dostatečný pro vázání dusíku, např. Al min. 0,020%.</p>																					
<b>Dodávaný stav</b>	<p>Dlouhé výrobky a kontinuálně válcované ploché výrobky se dodávají ve stavu : válcovaném (+AR), normalizačně žíhaném nebo normalizačně válcovaném (+N) nebo termomechanicky válcovaném (+M) podle volby výrobce.</p> <p>Dodávaný stav u plechů kvarto může být pouze +AR nebo +N podle volby výrobce.</p> <p>Pokud je požadován dokument kontroly, musí být uveden stav dodávky (+N, +AR nebo +M).</p> <p>Jsou-li výrobky objednány ve stavu +N nebo +AR musí být označení oceli doplněno symboly +N nebo +AR. Toto označení se pak uvádí i u čísla oceli.</p>																					
<b>Vlastnosti charakterizující značku oceli</b>	<p>Chemické složení : norma uvádí pro každou značku chemické složení tavby a hotového výrobku. Dále dodatečné požadavky, které lze při objednávce dohodnout (volitelné požadavky). Např. uvedením obsahu doprovodných prvků, uhlíkový ekvivalent CEV (vypočte se podle vzorce, který je uveden v ČSN EN 10025-1), omezení obsahu C a obsah Cu od 0,25 do 0,40% v rozboru tavby.</p> <p>Mechanické vlastnosti : norma uvádí mez kluzu (Re), pevnost v tahu (Rm), min. tažnost (A) a nárazovou práci KV. Hodnoty jsou platné pro dodávaný stav po válcování případně po normalizačním žíhání v závislosti na průměru resp. tloušťce.</p> <p>Pokud to bylo dohodnuto při objednávce, musí výrobky jakostních stupňů J2 a K2 vyhovět jednomu z požadavků uvedených v EN 10164, které se týkají zlepšených deformačních vlastností kolmo k povrchu (z dlouhých výrobků se to týká pouze široké oceli a tvarové oceli).</p> <p>Technologické vlastnosti:</p> <p>Svařitelnost:</p> <p>S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí pevností se mohou vyskytnout trhliny za studena. Příčinou je kombinace následujících činitelů :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- množství vodíku schopného difundovat do svarového kovu;</li> <li>- křehká struktura v tepelně ovlivněné oblasti;</li> <li>- výrazná koncentrace tahového napětí ve svarovém spoji.</li> </ul> <p>Lze doporučit podmínky svařování v závislosti na tloušťce výrobku, použité energii svařování, požadavcích konstrukce, výkonnosti elektrod, postupech svařování a vlastnostech svarového kovu. Doporučení jsou uvedena v normě EN 1011-2 popř. ECSC IC 2.</p> <p>Tvařitelnost za studena :</p> <p>Oceli a jakostní stupně vhodné pro tváření za studena a oceli na strojní součásti vhodné pro tažení za studena se musí označit příslušnou značkou oceli zahrnující symbol C nebo GC.</p> <p>Pokud je to předepsáno v objednávce, musí být tyto vhodné k tažení za studena. Týká se to ocelí: S235, S275, S355 všech stupňů jakosti (příklad S235J2C) a ocelí E295GC, E335GC a E360GC.</p> <p>Vhodnost k mechanickému obrábění:</p> <p>Všechny značky ocelí a jakostní stupně jsou vhodné pro běžné operace mechanického opracování. U jakostních stupňů JR, J0, J2 a K2 se vlivem dobré tažnosti mohou projevit problémy při lámání třísek a v kvalitě konečného povrchu.. Všeobecně vyšší obsah S zvyšuje vhodnost k obrábění.</p>																					
<b>Jakost povrchu</b>	<p>Plechý a široká ocel: pro dovolené necelistvosti povrchu a odstraňování povrchových vad vybroušením a/nebo zavařováním platí EN 10163 část 1 a 2. Použije se třída A a podskupina 1 v EN 10163-2, není-li dohodnuto jinak.</p> <p>Tyče tvarové: pro dovolené necelistvosti povrchu a odstraňování povrchových vad vybroušením a/nebo zavařováním platí EN 10163 část 3. Použije se třída C a podskupina 1 v EN 10163-3, není-li dohodnuto jinak.</p> <p>Tyče válcované za tepla: pro dovolené necelistvosti povrchu a odstraňování povrchových vad vybroušením a/nebo zavařováním platí EN 10221 část 3. Použije se třída A podle EN 10221, není-li dohodnuto jinak.</p>																					

<b>Vnitřní jakost</b>	Výrobky musí být prosty vnitřních vad, které vylučují použití pro daný účel.	
<b>Volitelné požadavky</b>	Norma obsahuje výčet volitelných požadavků. Pokud odběratel volitelné požadavky neuvede v objednávce, dodavatel dodá výrobky podle základní specifikace. Ve výčtu se požadavky týkají buď všech výrobků na které se norma vztahuje nebo pouze plochých a dlouhých výrobků.	
<b>Kontrola a zkoušení</b>	<p>Výrobky se dodávají se specifikovanou nebo nspecifikovanou kontrolou a zkoušením tak, aby vyhověly objednávce a této normě. Výrobce obdrží od zákazníka požadavek, který dokument kontroly podle EN 10204 má vystavit. V tomto dokumentu kontroly budou obsaženy skupiny údajů podle normy EN 10168.</p> <p>Specifikovaná kontrola: pro tuto kontrolu se provádějí následující zkoušky:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rozbor tavby u všech výrobků;</li> <li>- zkouška tahem u všech výrobků;</li> <li>- zkouška rázem v ohybu u všech výrobků jakostních stupňů JO, J2 a K2.</li> </ul> <p>Při objednávání mohou být dohodnuty další zkoušky v rámci volitelných požadavků.</p> <p>Zkušební výběr: prověření mechanických vlastností musí být provedeno podle skupin (20t a méně) nebo podle taveb. Výběr jen podle taveb se provádí pro jakostní stupně JO, J2 a K2.</p> <p>Zkušební jednotka musí obsahovat výrobky stejného tvaru, značky oceli a jakostního stupně, stejných dodacích podmínek a rozsahu tloušťek pro danou hodnotu meze kluzu;</p> <p>zkušební jednotky se dělí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- podle skupin: 20 t nebo méně;</li> <li>- podle taveb: 40 tun nebo méně;</li> <li>60 tun nebo méně pro profily s hmotností &gt; 100kg/m;</li> <li>80 tun nebo méně pro všechny profily, pokud hmotnost tavby překračuje 200 tun.</li> </ul>	
<b>Umístění zkušebních vzorků a zkušebních těles u tyčí:</b>  <b>pro zkoušku tahem</b>  <sup>1)</sup>	<p><b>Výrobky s kruhovým příčným průřezem</b></p> <p><math>d \leq 25</math> <sup>1)</sup>      <math>d &gt; 25</math> <sup>2)</sup></p> 	<p><b>Výrobky s obdélníkovým příčným průřezem</b></p> <p><math>b \leq 25</math> <sup>1)</sup>      <math>b &gt; 25</math> <sup>2)</sup></p> 
<b>Umístění zkušebních vzorků a zkušebních těles u tyčí:</b>  <b>pro zkoušku rázem v ohybu</b> <sup>3)</sup>	<p><math>d \geq 16</math></p> 	<p><math>a</math>      <math>b \geq 12</math></p> 
<p><sup>1)</sup> U výrobků s malými rozměry (<math>d</math> nebo <math>b \leq 25</math> mm) je zkušební těleso prakticky tvořeno neobrobeným výrobkem.</p> <p><sup>2)</sup> U výrobků průměru nebo tloušťky <math>\leq 40</math> mm může výrobce použít buď:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zásady stanovené pro výrobky průměru nebo tloušťky <math>\leq 25</math> mm, nebo</li> <li>- odebrat zkušební těleso v místě, které se nachází blíže středu než je vyznačeno v obrázku.</li> </ul> <p><sup>3)</sup> U výrobků kruhového příčného průřezu, je podélná osa přibližně ve směru průměru; u výrobků s obdelníkovým příčným průřezem je osa vrubu kolmá k největšímu válcovanému povrchu.</p>		

Umístění zkušebních vzorků a zkušebních těles u plochých výrobků	Druh zkoušky	Tloušťka výrobku	Orientace zkušebních těles pro šířky výrobků		Vzdálenost zkušebního tělesa od válcovaného povrchu
			< 600	≥ 600	
	tahem <sup>1)</sup>	≤ 30	podélně	příčně	
		> 30			
	rázem v ohybu <sup>2)</sup>	> 12 <sup>3)</sup>	podélně	podélně	

<sup>1)</sup> V případě pochybnosti nebo rozporu se použijí pro výrobky tloušťky ≥ 3 mm přiměřená zkušební tělesa měřené délky  $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ . Pro výrobky tloušťky > 30 mm lze použít kruhová zkušební tělesa s podélnou osou v  $\frac{1}{4}$  tloušťky. Z důvodu úspornosti lze použít zkušební tělesa konstantní měřené délky. Výsledek tažnosti po přetržení se pak přepočte podle uznávané rovnice (viz EN ISO 2566-1).

<sup>2)</sup> Osa vrubu je kolmá k povrchu výrobku. <sup>3)</sup> Při použití zkušebních vzorků šířky < 10 mm (týká se výrobků tloušťky ≤ 12 mm), budou min. naměřené hodnoty zmenšeny úměrně k ploše průřezu zkušebního vzorku.

Porovnání označení podle jednotlivých norem	EN 10025-2 2004	EN 10025 1990+A1:1993	EN 10025 1990	DIN 17100	ČSN řada 41..
	S185	S185	Fe 310-0	St 33	10 000, 10 004
	S235JR	Fe 360 B	St 37-2		
	S235JRG1	Fe 360 BFU	USt 37-2		
S235JR	S235JRG2	Fe 360 BFN	RST 37-2	11 375	
S235J0	S235J0	Fe 360 C	St 37-3 U	11 378	
	S235J2G3	Fe 360 D1	St 37-3 N		
S235J2	S235J2G4	Fe 360 D2			
S275JR	S275JR	Fe 430 B	St 44-2	11 443	
S275J0	S275J0	Fe 430 C	St 44-3 U		
	S275J2G3	Fe 430 D1	St 44-3 N		
S275J2	S275J2G4	Fe 430 D2		11 448	
S355JR	S355JR	Fe 510 B			
S355J0	S355J0	Fe 510 C	St 52-3 U	11 523	
	S355J2G3	Fe 510 D1	St 52-3 N		
S355J2	S355J2G4	Fe 510 D2		11 503	
	S355K2G3	Fe 510 DD1			
S355K2	S355K2G4	Fe 510 DD2			
S450J0					
E295	E295	Fe 490-2	St 50-2	11 500	
E335	E335	Fe 490-2	St 60-2	11 600	
E360	E360	Fe 690-2	St 70-2	11 700	

**Zařazení ocelí uvedených v ČSN EN 10025-2**  
Oceli podle EN 10025-2 s mezí kluzu (Re) ≤ 355 MPa ve stavu po válcování nebo normalizačním žhání, lze zařadit do skupiny ocelí s normální pevností.  
Oceli s Re > 355 MPa se řadí k ocelím vysokopevnostním, které se používají ve stavu normalizovaném popř. termomechanicky zpracovaném.  
Výrobci s ohledem na požadavky svařitelnosti a tvažitelnosti (především za studena), používají pro úplnou desoxidaci a zjemnění zrna přísady dalších prvků (Nb, Ti, V), které se účinně projevují při termomechanickém válcování.

**Mechanické vlastnosti ve vztahu k namáhání**  
Při statickém namáhání slouží k výpočtu konstrukcí mechanické vlastnosti ocelí zjišťované při jednoosém namáhání zkouškou tahem. Základem pro výpočet je mez kluzu (Re). Ocelové konstrukce a strojní díly jsou však často vystaveny víceosému provoznímu namáhání. Použití určitého materiálu se za těchto podmínek se určuje z výpočtu tzv. srovnatelného napětí v nejkritičtějším místě víceosého namáhání podle určující pevnostní hypotézy. K němu se při výpočtu konstrukce přiřadí zjištěné hodnoty Re použité oceli

<b>Mechanické vlastnosti ve vztahu k namáhání</b>	<p>pro jednoosý tah. Při pevnostním výpočtu staticky namáhaných konstrukcí se vzhledem k zaručovaným mechanickým vlastnostem, uplatňuje ještě jejich snížení o tzv. bezpečnostní koeficient. Střídavé namáhání konstrukcí a strojních dílů vyžaduje, aby oceli vykazovaly určitou míru odolnosti proti vzniku a šíření únavových trhlin. Únavová mez pevnosti je přitom podstatně nižší než pevnost v tahu při statickém namáhání. Převážná většina porušení konstrukcí vzniká z únavových lomů. Bylo zjištěno, že únavové trhliny jsou většinou způsobeny konstrukčními vadami, přetížením a povrchovými vadami použitých výrobků. Odolnost proti šíření křehkých lomů : chování materiálu proti šíření křehkých lomů u vysoce namáhaných konstrukcí se hodnotí podle toho, zda materiál dokáže rychle se šířící trhlinu zachytit či zda dojde k úplné destrukci. Schopnost zachycovat šířící se trhlinu souvisí s houževnatostí oceli. Porovnatelnou charakteristikou jsou hodnoty nárazové práce při zkoušce rázem v ohybu. Při hodnocení odolnosti proti křehkému lomu a šíření trhlin vychází konstruktér ze stavu provozního napětí, z nejnižší provozní teploty, tloušťky materiálu a z případného zpevnění za studena.</p>																								
<b>Tvařitelnost za studena</b>	<p>Při ohýbání, ohraňování, lemování popř. lisování dochází s rostoucím stupněm deformace ke zpevnění materiálu za současného úbytku houževnatosti. Tváření za studena může vyvolat i následné stárnutí oceli doprovázené poklesem houževnatosti. Zhoršení vlastností materiálu po tváření za studena lze částečně napravit žháním proti pnutí. Žhánění však není vždy proveditelné a proto již výchozí houževnatost materiálu musí být dostatečně vysoká.</p>																								
<b>Svařitelnost</b>	<p>Svařitelností se hodnotí možnost vytvářet bezvadné svarové spoje, které vykazují stejné mechanické vlastnosti jako základní materiál. Chemické složení základního popřípadě přídavného materiálu je voleno tak, aby tepelným ovlivněním nedocházelo k poklesu pevnosti, ke zkřehnutí tepelně ovlivněné zóny a ke vzniku trhlin. Svařitelnost oceli se zhoršuje se stoupajícím obsahem uhlíku v oceli. Svařitelnost ovlivňuje též způsob výroby oceli, zejména způsob desoxidace, čistota oceli a velikost zrna. Pro svařování větších průřezů proto není vhodná neuklidněná ocel. Při obsazích C kolem 0,25 % se v oblasti sváru mohou již vyskytovat zákalné struktury a po ochlazení vznikají tzv. trhliny za studena. Jejich vznik ovlivňuje i přítomnost dalších prvků (Mn, Cr, Mo, V, Cu, Ni). Pro hodnocení náchylnosti ke vzniku trhlin za studena lze použít výpočet tzv. uhlíkového ekvivalentu – CEV podle vzorce: <math>CEV = C + Mn:6 + (Cr+Mo+V):5 + (Ni+Cu):15</math> kde prvky označují jejich % obsah v tavební analýze. V EN 10025-2 jsou uvedeny přípustné hodnoty CEV pro jednotlivé značky ocelí v závislosti na tloušťce materiálu. Záruka hodnoty CEV patří k volitelným požadavkům.</p>																								
<b>Chování oceli při vypalování</b>	<p>Všechny oceli uvedené v EN 10025-2 jsou vhodné pro zhotovování výpalků z plochých výrobků. Kritickým místem je povrch oceli v blízkosti vypalované mezery. Zde může docházet ke změnám vlastností materiálu především vlivem nauhličení. Uhlík difunduje do materiálu ze strusky vznikající při pálení. Takto se i původně nízký obsah C v oceli může několikanásobně zvýšit. Důsledkem je potenciální výskyt trhlin na hranách výpalku, které mohou vzniknout již během pálení nebo i s časovým odstupem. Nauhličování a jeho důsledkům lze zabránit vhodným technologickým postupem při vypalování. Náchylnost ke vzniku trhlin vzrůstá s obsahem uhlíku a s tloušťkou vypalovaného materiálu.</p>																								
<b>Povrchové úpravy</b>	<p>Vhodnost oceli k povrchovým úpravám na př. pozinkování zajišťuje výrobce na základě požadavku v objednávce. Tloušťku povrchové vrstvy Zn ovlivňuje chemické složení oceli. Tloušťka vzrůstá úměrně s obsahem Si a Mn. Slitina Fe-Zn je však křehká a proto mohou silnější vrstvy na př. při tváření za studena oprýskávat.</p>																								
<b>Nejčastěji používané nelegované konstrukční oceli uvedené v ČSN EN 10025-2</b>	<table border="1" data-bbox="416 887 1426 1043"> <thead> <tr> <th>Značka oceli</th> <th>Číselné označení</th> <th>Dřívější označení podle EN 10025:1990+A1:1993</th> <th>Označení podle ČSN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S235JR</td> <td>1.0038</td> <td>S235JRG2</td> <td>11 375</td> </tr> <tr> <td>S355JO</td> <td>1.0553</td> <td>S355J0</td> <td>11 523</td> </tr> <tr> <td>S355J2</td> <td>1.0570</td> <td>S355J2G4</td> <td>11 503</td> </tr> <tr> <td>E295</td> <td>1.0050</td> <td>E295</td> <td>11 500</td> </tr> <tr> <td>E335</td> <td>1.0060</td> <td>E335</td> <td>11 600</td> </tr> </tbody> </table>	Značka oceli	Číselné označení	Dřívější označení podle EN 10025:1990+A1:1993	Označení podle ČSN	S235JR	1.0038	S235JRG2	11 375	S355JO	1.0553	S355J0	11 523	S355J2	1.0570	S355J2G4	11 503	E295	1.0050	E295	11 500	E335	1.0060	E335	11 600
Značka oceli	Číselné označení	Dřívější označení podle EN 10025:1990+A1:1993	Označení podle ČSN																						
S235JR	1.0038	S235JRG2	11 375																						
S355JO	1.0553	S355J0	11 523																						
S355J2	1.0570	S355J2G4	11 503																						
E295	1.0050	E295	11 500																						
E335	1.0060	E335	11 600																						