

# QSTE...

*vysokopevné ocelové  
plechy valcované za  
tepla na tvárnenie  
za studena podľa  
EN 10 149*

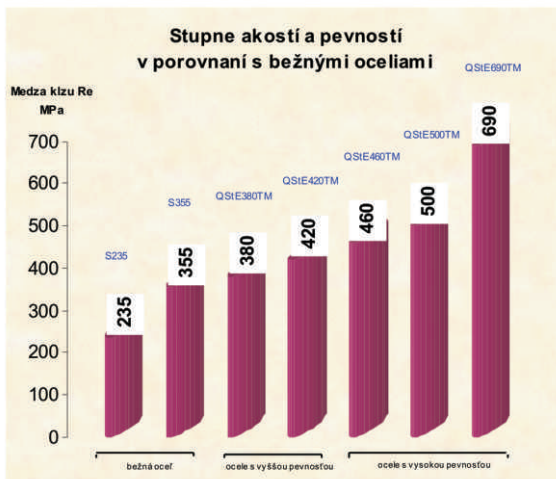


**WINFA**  
S.r.o.

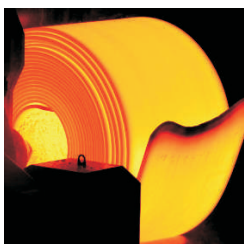
# QStE – vysokopevné ocelové plechy valcované za tepla na tvárnenie za studena

Ocele s označením QStE tvoria triedu jemnozrnných mikrolegovaných termo-mechanicky valcovaných (TM) ocelí, ktoré sú svojou zvýšenou pevnosťou vhodné na ohýbanie za studena.

Označovanie týchto ocelí sa mení podľa výrobcu (tab. č.1). Môžu byť označené ako ALFORM355M až ALFORM650M, S355MC až S700MC, RAEX355MC OPTIM až RAEX 700MC OPTIM, DOMEX355 MC až DOMEX700MC, YMPRESS E355 až YMPRESSE690, KODUR355 až KODUR550 a pod. s príslušným označením medze klzu Re.



Označovanie akostí ocelí triedy QStE zodpovedá trojčísliu, ktoré vyjadruje hodnotu minimálnej medze klzu Re meranej kolmo na smer valcovania, ktoré je v rozmedzí od 380MPa až po 690MPa podľa normy EN 10 149-2. Vid' tab. č.2.



Všetky tieto mechanické vlastnosti, ktoré robia ocele triedy QStE lepšou a kvalitnejšou oproti oceliam bežných akostí, vznikajú vďaka termomechanickému valcovaniu, pridávaním mikrolegovacích prvkov (Nb, V, Ti) a veľmi presnému nastaveniu valcovacích parametrov. Pozri tabuľku chemického zloženia (tab. č.3)

Všetky ocelové plechy, ktoré vychádzajú z výroby, musia spĺňať parametre, ktoré sú zakotvené v norme podľa EN 10 149-2. Ocele triedy QStE (za tepla valcované) sa vyrábajú v hrúbkach od 2mm do 12mm vo forme pásov plechov alebo tabúl.

## Použitie

Využitie ocelí triedy QStE je naozaj rôzne. Úspešne boli odskúšané napr. pri:

- žeriavových ramenách
- ramenách výložníkov
- konštrukciách šasí
- kontajneroch
- poľnohospodárskych strojoch a pod.



Prednosťou ocelí triedy QStE je použitie veľmi malého množstva prísad a legujúcich prvkov vo výrobnom procese (hlavne S a F), čo pozitívne vplýva na:

- výrazne nižší uhlíkový ekvivalent ( $C_{EV} > 0,39$ ), čo má za následok zlepšenie zvariteľnosti ocele
- vynikajúcu tvarovateľnosť aj do veľmi malých rádiusov a vysokú húževnatosť ocele
- vysoká vrubová húževnatosť KV pri nízkych teplotách
- vhodnosť na rezanie pomocou laseru.

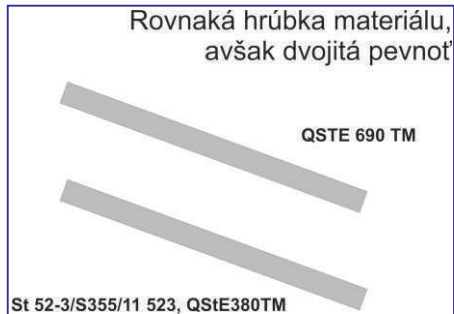
## Výhody použitia

- nižšia hmotnosť
- ľahšia zvariteľnosť
- zjednodušená výroba
- silnejšia konštrukcia
- menej zaťažené životné prostredie
- lepšia konkurencieschopnosť
- úspora v rámci ekonomiky

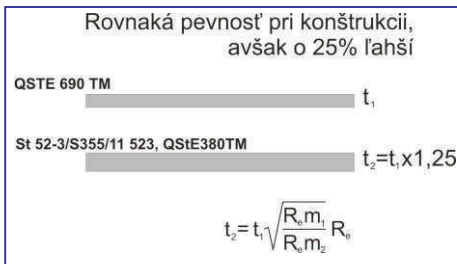
## Výhody

Použitím vyššej alebo najvyššej akosti ocelí triedy QStE, konkrétne QStE690TM, môžeme oproti použitiu plechu s označením QStE380TM doceliť nasledovné:

- pri rovnakej hrúbke materiálu môže mať nová konštrukcia až 2x vyššiu pevnosť, t.j. môže niesť 2x väčšiu hmotnosť, prípadne vydrží 2x väčšie zaťaženie a pod.



- ak chceme zachovať rovnakú pevnosť konštrukcie, môžeme použiť tenší plech, čo bude mať za následok zníženie hmotnosti celej konštrukcie až o 25%, čo môže spôsobiť veľa pozitívnych zmien pri navrhovaní nových oceľových konštrukcií.



- ocele triedy QStE sa vyznačujú vynikajúcou tvarovateľnosťou za studena aj do veľmi malých polomerov ohybu, čo môže byť rozhodujúce pri navrhovaní použitia podobných materiálov pre ekonomiku, pracnosť a statiku výrobku.



## Ohýbanie

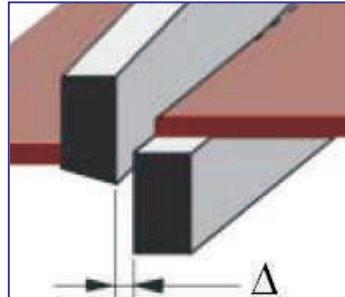


V oceliach triedy QStE sa navzájom skĺbuje vysoká pevnosť a dobrá ohýbateľnosť ocele. Pre nízky obsah uhlíka a síry sa plech môže ohnúť

do ostrých uhlov bez prasklín bez ohľadu na to, či je ohyb v smere alebo kolmo na smer valcovania (tab. č.4).

## Strihanie

Ocele triedy QStE sú mimoriadne vhodné na strihanie. Platí pravidlo, že čím je vyššia pevnosť ocele v ťahu, tým je vyššia sila potrebná na prestrihnutie materiálu. Samozrejme, so zvyšujúcou sa pevnosťou v ťahu sa zvyšuje aj opotrebenie nástroja. Nože by mali byť tvrdé a ostré, hrany by mali byť mierne zaoblené. Dôležité pri strihaní sú 2 parametre: strižná medzera  $\Delta l$  a uhol čela noža. Pozri tab. č.5.



## Rezanie

Rezanie ocelí triedy QStE laserom je mimoriadne vhodná metóda delenia materiálu a vzhľadom na ich chemické zloženie si nevyžaduje žiadne špeciálne parametre. Rezanie pomocou plazmového oblúka možno použiť v podstate bez obmedzení.



## Obrábanie

Ocele triedy QStE sú vďaka svojmu chemickému zloženiu, ktoré obsahuje veľmi málo legovacích prvkov obrobiteľné vo všetkých svojich akostiach. Pri najnižších akostiach, konkrétne QStE380TM je obrobiteľnosť zhodná s ocelou bežných akostí S235 a S355. Pri najvyšších akostiach QStE690TM je nutné použiť nástroje z rýchloreznej ocele s označením HSS, ktoré zaručia bezproblémový chod nástroja do materiálu. Konkrétne pri vŕtaní, závitovaní, frézovaní a pod. ale nie je potrebné upravovať rýchlosti otáčok, ani rýchlosť posuvu. Možno ich teda opracovávať ako bežný materiál.



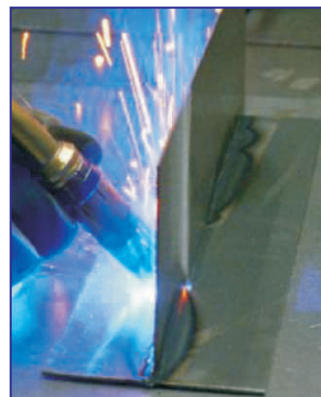
## Tolerancie

Všetky kósti ocelí triedy QSTE sú vyrábané podľa normy EN 10 051, ktorá hovorí o tolerancii na hrúbke materiálu, o tolerancii v rozmeroch materiálu a o tolerancii rovinnosti materiálu. Všetky materiály sú dodávané spolu a osvedčením o skúškach mechanických parametrov materiálu – atest podľa normy EN 10 204, 3.1B

## Zváranie

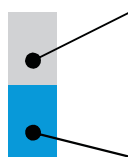
Zvariteľnosť ocelí triedy QStE je vďaka chemickému zloženiu vynikajúca aj pri najvyšších akostiach ocelí (QStE690 TM) a dajú sa pri nej použiť všetky metódy zvarovania. Keďže tieto ocele majú veľmi málo prímiesí, nepodliehajú praskaniu za tepla ani za studena a preto nie je potrebné použiť predhrev ani dohrev ocelí. Použitím správneho prídavného materiálu môžeme bez problémov dosiahnuť pevnosť zvaru zrovnateľnú ako má oceľ samotná.

Tiež je možné použiť aj prídavné materiály, ktoré nie sú optimálne - napr. pri zváraní menej namáhaných miest alebo pri zváraní ocele s vysokou pevnosťou a mäkkou oceľou. Pre presný výber prídavných materiálov pozri tabuľku nižšie.



Zvarový kov R <sub>p</sub> [MPa]	Prídavný materiál (triedy AWS)							
	MMA Ručné oblúčkové zvarovanie		SAW Zváranie drôtom pod tavivom		MIG/MAG Zváranie drôtom v ochrannej atmosfére		FCAW Zváranie trubičkovým drôtom	
690			AWS A5.23	F11AXEX	AWS A5.28	ER 110S	AWS A5.29	E 11XT
550	AWS A5.5	E 11018						
	AWS A5.5	E 11018	AWS A5.23	F10AXEX	AWS A5.28	ER 100S	AWS A5.29	E10XT
500	AWS A5.5	E 9018	AWS A5.23	F9AXEX	AWS A5.28	ER 90S	AWS A5.29	E9XT
	AWS A5.5	E 8018	AWS A5.23	F8AXEX	AWS A5.28	ER 80S	AWS A5.29	E 8XT
460	AWS A5.5	E 8016	AWS A5.23	F7AXEX				
	AWS A5.5	E 7028	AWS A5.17	F7AXEX	AWS A5.18	ER 70S	AWS A5.20	E 7XT
380	AWS A5.5	E 7018						
	AWS A5.1	E 7016	AWS A5.17	F7AXEX	AWS A5.18	ER 70S	AWS A5.20	E 7XT
	AWS A5.1							

QStE380TM  
QStE460TM  
QStE500TM  
QStE550TM  
QStE690TM



Doporučená pevnosť zvarového kovu pre tupé zvary v prípade, kedy sa požaduje vysoká nosnosť priečne k zvarovému spoju

Pevnosť zvarového kovu pre ostatné zvarované spoje

Tab. č.1 Porovnanie označovania ocelí

<b>Porovnanie označovania ocelí podľa výrobcov</b>					
SEW 092 <sup>1</sup>	EN 10 149 <sup>2</sup>	EN 10 149 <sup>2</sup>	EN 10 149 <sup>2</sup>	EN 10 149 <sup>2</sup>	EN 10 149 <sup>2</sup>
QStE 380 TM	ALFORM 355M	S355MC	RAEX 355 MC OPTIM	DOMEX 355 MC	-
QStE 460 TM	ALFORM 460M	S460MC	RAEX 460 MC OPTIM	DOMEX 460 MC	-
QStE 500 TM	ALFORM 500M	S500MC	RAEX 500 MC OPTIM	DOMEX 500 MC	CORUS RQT 501
QStE 550 TM	ALFORM 550M	S550MC	RAEX 550 MC OPTIM	DOMEX 550 MC	CORUS RQT 601
QStE 690 TM	ALFORM 700M	S700MC	RAEX 700 MC OPTIM	DOMEX 700 MC	CORUS RQT 701

1) Re sa meria v smere kolmom na smer valcovania

2) Re sa meria v smere pozdĺžnom na smer valcovania

Tab. č.2 Vybrané hodnoty typických mechanických vlastností podľa EN 10 149-2

<b>Mechanické vlastnosti</b>					
akosť	Re [MPa]	Rm [MPa]	A5 [%]	KV	
				[°C]	[J]
QStE 380 TM	355	430 – 550	23	-40	40
QStE 460 TM	460	520 – 670	17	-40	40
QStE 500 TM	500	550 – 700	14	-40	27
QStE 550 TM	550	600 – 760	14	-40	27
QStE 690 TM	700	750 – 950	12	-40	27

Tab. č.3 Typické hodnoty chemického zloženia podľa EN 10 149-2

<b>Chemické zloženie</b>											
akosť	C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Nb [%]	V [%]	Ti [%]	Mo [%]	B [%]
QStE 380 TM	0,12	1,5	0,5	0,025	0,02	0,015	0,09	0,2	0,15	-	-
QStE 460 TM	0,12	1,6	0,5	0,025	0,015	0,015	0,09	0,2	0,15	-	-
QStE 500 TM	0,12	1,7	0,5	0,025	0,015	0,015	0,09	0,2	0,15	-	-
QStE 550 TM	0,12	1,8	0,5	0,025	0,015	0,015	0,09	0,2	0,15	-	-
QStE 690 TM	0,12	2,1	0,6	0,025	0,015	0,015	0,09	0,2	0,22	0,5	0,005

Tab. č.4 Ohýbanie podľa EN 10 149-2

<b>Ohýbanie materiálu</b>			
akosť	min. R ohybu		
	h < 3mm	h = 3 – 6mm	h > 6mm
QStE 380 TM	0,25 x h	0,5 x h	1,0 x h
QStE 460 TM	0,5 x h	1,0 x h	1,5 x h
QStE 500 TM	1,0 x h	1,5 x h	2,0 x h
QStE 550 TM	1,0 x h	1,5 x h	2,0 x h
QStE 690 TM	1,5 x h	2,0 x h	2,5 x h

\* niektoré materiály majú min. polomer ohybu až o 50% menší

Tab. č.5 Parametre strihania

<b>Parametre strihania</b>		
akosť	strižná medzera Δl [%t]	uhol čela noža [°]
QStE 380 TM	7 – 9	1 – 4
QStE 460 TM	7 – 9	1 – 4
QStE 500 TM	7 – 9	1 – 4
QStE 550 TM	8 – 11	2 – 4
QStE 690 TM	11 – 14	2 – 4

Senica  
Trstín



Hlohovec

Bratislava  
Senec

Bratislava  
Žilina  
Nitra



**WINFA, s.r.o.**  
Skladová 2/A  
917 00 TRNAVA  
Slovak Republic

Trstínska cesta  
917 00 TRNAVA

tel: +421 33 / 53 43 411  
53 43 414  
53 43 420  
fax: +421 33 / 53 43 413

web: [www.winfra.sk](http://www.winfra.sk)  
e-mail: [winfa@winfa.sk](mailto:winfa@winfa.sk)