


Kontakt: SSAB Swedish Steel spol. s r.o., Spartakovců 3, 708 00 Ostrava – Poruba, tel.: +420 596 939 487, fax: +420 596 939 486, e-mail: ivan.mika@ssab.com, www.ssab.cz  Xxx

## Hardox – otěruvzdorný plech

Co je to Hardox? Jaké má vlastnosti? Liší se od ostatních otěruvzdorných ocelí? Kam směřuje jeho vývoj? Na tyto otázky neexistuje krátká a jednoduchá odpověď, přesto se v článku pokusíme alespoň podat základní informace.

V první řadě je nutno zdůraznit, že Hardox není jedinou ocelí, ale celou řadou otěruvzdorných ocelí, které se snaží zápat s abrazy.



### V současné době existují tyto oceli Hardox:

#### Hardox 400

Otěruvzdorný plech s vysokou úrovní houževnatosti a s natolik příznivými technologickými vlastnostmi, že může být používán jako otěruvzdorný a konstrukční plech současně. Tvrdost 370–430 HB, houževnatost KV = 45 J. Houževnatost všech plechů Hardox se uvádí při -40 °C a pro typickou tloušťku 20 mm (vyjma oceli Hardox HiTuf, kde se jedná o tloušťku 40–100 mm).

#### Hardox 450

Tento ocelový plech byl původně vyvinut jako odpověď na požadavky výrobců koreb, kteří chtěli vyšší tvrdost než Hardox 400, ale při zachování příznivých technologických vlastností. V současné době se stává novým standardem pro otěruvzdorné oceli. Tvrdost 425–475 HB, houževnatost KV = 40 J. Zvýšení tvrdosti o 50 HB (oproti původnímu standardu „400 HB“) přináší významné zvýšení životnosti, zejména

ve středně a výše tvrdých horninách a minerálech. Houževnatost této oceli je vyšší než houževnatost jiných otěruvzdorných ocelí tvrdosti 400 HB. Je to ocel, která umožnila konstrukci bezvýztuhových koreb.

#### Hardox 500

Ocel pro aplikace, kde vyžadujeme vysokou otěruvzdornost, případně tam, kde tvrdost abraziva přesahuje cca 800 HB. Cenou za vyšší otěruvzdornost je větší, nicméně stále velmi přijatelná, technologická náročnost. I tuto ocel můžeme v menších tloušťkách použít jako konstrukční a otěruvzdornou současně. Tvrdost 470–530 HB, houževnatost KV = 30 J.

#### Hardox 600

Je pokusem vstoupit s kaleným plechem do oblastí speciálních chromových nebo niklových otěruvzdorných slitin. Při dodržení technologických zásad jeho zpracování lze tento pokus považovat za úspěšný. Tvrdost 570–640 HB, houževnatost KV = 20 J. Vzhledem k tvrdosti 600 HB odolává i v prostředí křemene.

**HARDOX®**  
WEAR PLATE

Ve většině případů může Hardox 600 úspěšně konkurovat i 12 % Mn oceli.

#### Hardox 550

Tento otěruvzdorný plech možná nahradí v budoucnu stávající oceli o tvrdosti 500 HB. Jeho tvrdost je 525–575 HB a houževnatost KV = 30 J je stejná jako u oceli Hardox 500! V současnosti se uplatňuje v recyklačním průmyslu a při výrobě kladiv či při drcení minerálů a recyklátů, kde úspěšně nahrazuje 12 % Mn ocel. Podobně jako u plechu Hardox 450 jde o pokus nabídnout vyšší tvrdost než je stávajících 500 HB u oceli Hardox 500, ale při zachování jejich přijatelných technologických vlastností.

#### Hardox HiTuf

Je otěruvzdornou ocelí, která ve větších tloušťkách nabízí extrémně vysokou houževnatost. Tato ocel je odpovědí na situace, kde jsou otěruvzdorné díly vystaveny velkým rázům a současně se jedná o díl vyrobený z tlustšího plechu (nad cca 40 mm) s množstvím svarových spojů. Tvrdost 310–370 HB, houževnatost KV = 70 až 95 J.



## Co rozhoduje o tom, jak úspěšná bude konkrétní aplikace z ořezavzdorných ocelí?

Nejenom tvrdost rozhoduje o tom, jak úspěšná bude konkrétní aplikace z ořezavzdorných ocelí. Kromě tvrdosti a stejně důležité houževnatosti mohou hrát podstatnou úlohu i vlastnosti jako jsou svařitelnost, tolerance vlastností, rovinnost, ale třeba i dostupnost daného materiálu.



### Tvrdost

Výše tvrdosti v podstatě určuje výši ořezavzdornosti dané oceli. Vztah mezi tvrdostí a ořezavzdorností není sice lineární a existuje několik výjimek, nicméně se dá říct, že ořezavzdornost oceli roste s její tvrdostí. Plechy Hardox mají tvrdost od 350 HB (Hardox HiTuf) až po 600 HB (Hardox 600).



### Houževnatost

Houževnatost je minimálně stejně důležitou vlastností ořezavzdorné oceli jako její tvrdost. Stejně jako tvrdost, často i houževnatost rozhoduje o životnosti oceli. Není účelné zvolit ořezavzdornou ocel vysoké tvrdosti, pokud její nedostatečná houževnatost způsobí vznik

trhlin nebo lom daného dílu během doby jeho provozu. Jestliže tvrdost definuje dobu, kterou ocel v daném prostředí vydrží, pak houževnatost definuje odolnost proti vzniku trhlin nebo případným provozním haváriím. Díky čistotě oceli a jejímu zpracování dosahují oceli Hardox výrazně vyšší vrubové houževnatosti než jiné oceli stejné tvrdosti.

### Svařitelnost

Je nejdůležitější technologickou vlastností ořezavzdorných ocelí. Dobrá svařitelnost neboli nízké hodnoty uhlíkového ekvivalentu rozhodují spolu s houževnatostí oceli o odolnosti svarového spoje při dynamickém namáhání daného dílu. U oceli Hardox se hodnoty uhlíkového ekvivalentu „CEV“ pohybují od 0,33 pro tenký plech Hardox 400 až po cca 0,82 pro Hardox 600.

### Tolerance

Garantovaný rozsah vlastností (mechanických vlastností, tloušťky plechů, ...) se stává ve spoustě aplikací důležitým parametrem rozhodujícím o kvalitě dané oceli. Pokud se má vyrábět korba z ořezavzdorné oceli tloušťky 8 mm, je rozdíl jestli skutečná tloušťka plechu je 7,9 mm nebo 9,2 mm.

Ačkoliv jsou obě tloušťky podle příslušné normy akceptovatelné, nejsou větší akceptovatelné (například z hlediska hmotnosti korby) pro její uživatele. Také je rozdíl, jestli je například hodnota tvrdosti v rozmezí  $\pm 25$  HB, nebo  $\pm 40$  HB. Užší tolerance tvrdosti je důležitá například při ohýbání nebo obrábění ořezavzdorných ocelí.

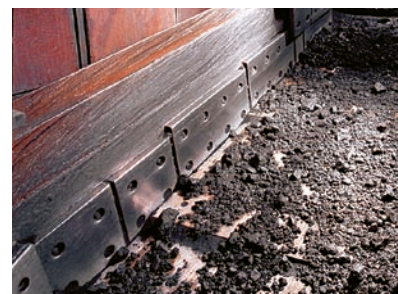
Většina ocelí Hardox má garantovanou tvrdost v toleranci  $\pm 30$  HB, oceli Hardox 450 a Hardox 550 pak  $\pm 25$  HB. Taktéž u tolerancí tlouštěk garantují plechy Hardox výrazně užší rozmezí než příslušná norma. Jestliže norma pro tloušťku plechu 8 mm říká, že tolerance jsou  $-0,5$  mm  $+1,2$  mm, pak Hardox garantuje  $\pm 0,5$  mm, případně po dohodě  $\pm 0,3$  mm.

### Dostupnost

Dostupnost v případě plechů Hardox znamená, že zákazník může dostat vagón plechů vyválcovaných na míru přímo z hutě, kamión plechů z centrálního skladu v Oxelosundu, plech nebo jeho část z lokálních skladů v ČR, obdělání např.  $10 \times 360 \times 1120$  mm nebo např. obrobený polotovár se zahlučenými dírami od našich partnerských firem.

### Rovinnost

Kvalita povrchu a rovinnost se stávají u ořezavzdorných plechů v některých aplikacích důležitými vlastnostmi. Ačkoliv většinou nemají žádný vliv na užitnou hodnotu výrobku, může být kvalita povrchu v mnoha případech předmětem diskuse při přejímání příslušného dílu nebo výrobku. Tento trend je zřejmý u uživatelů koreb a „žluté“ techniky obecně. Všechny plechy Hardox ze skladu mají tryskaný a primerovaný povrch a jejich rovinnost je výrazně lepší, než vyžaduje příslušná norma.



### Závěrem

Hardox by neměl být jen konkrétní ořezavzdorný plech. Hardox je určitým konceptem jak zviditelnit nebo alespoň bojovat s abrazí.

Samotný konkrétní plech nebo díl z oceli Hardox by měl být až poslední částí řešení, jíž by mělo předcházet zodpovězení otázek „jaký Hardox zvolit pro danou aplikaci (případně zda je Hardox pro daný účel vůbec vhodný), jak ho zpracovat, je-li efektivnější daný díl vyrábět nebo si ho nechat vyrobit, jakou technologii případně zvolit, aby nebyla ovlivněna funkčnost dílu“.

	Tvrdost* HBW	Vrubová houževnatost** KV, -40°C	Mez kluzu** Re	Mez pevnosti** Rm	Uhlíkový ekvivalent**		Tloušťka plechu mm
					CEV	CET	
Hardox HiTuf***	310–370	95 J	950 MPa	980 MPa	0,55	0,36	40-120
Hardox 400	370–430	45 J	1000 MPa	1250 MPa	0,37	0,27	3,2-130
Hardox 450	425–475	40 J	1200 MPa	1400 MPa	0,48	0,35	3,2-80
Hardox 500****	470-530	30 J	1300 MPa	1550 MPa	0,62	0,41	4,0-80
Hardox 550	525–575	30 J	1400 MPa	1700 MPa	0,72	0,48	10-50
Hardox 600	570–640	20 J	1650 MPa	2000 MPa	0,73	0,55	8,0-50

\*Garantované hodnoty. \*\*Typické hodnoty pro tloušťku plechu 20 mm (vyjma oceli Hardox HiTuf). \*\*\*Typické hodnoty pro tloušťku plechu 40–70 mm. \*\*\*\*Garantované hodnoty tvrdosti pro tloušťku plechu 4–32 mm. Pro tloušťku 32, 1–80 mm je garantováno 450–540 HBW.