



Mehanska obdelava jekel Strenx in Hardox

Vrtanje, grezenje, vrezovanje navojev, struženje in rezkanje

Visokotrdnostno jeklo Strenx in obrabno obstojno jeklo Hardox sta jekli, ki se lahko obdelujeta s hitroreznimi (HSS) ali karbidnimi trdinami (HM). Brošura podaja naša priporočila za rezalne parametre (pomike in hitrosti) in izbrana orodja. Analizirani so tudi drugi faktorji, ki jih je potrebno upoštevati pri obdelavi.

Priporočila so nastala na osnovi lastnih testiranj orodij različnih proizvajalcev in v sodelovanju z vodilnimi proizvajalci orodij.

TIPIČNE LASTNOSTI ZA STRENX IN HARDOX

	Strenx 700	Strenx 900/960	Strenx 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
Natezna trdnost Rm (N/mm ²)	-860	-1040	-1350	-940	-1250	-1400	-1550
Trdota [HBW]	-260	-320	-430	-350	-400	-450	-500

Vrtanje

Za vrtanje se lahko uporabijo tako HSS-svedri kot tudi z HM-svedri. Stroj, ki je na razpolago, in njegova stabilnost določata vrsto svedrov, ki jih je treba uporabiti, vendar ne glede na tip vrtnega stroja je vitalnega pomena, da se čim bolj zmanjšajo vibracije.

Radialni ali stebrni vrtni stroji

Priporočila za zmanjšanje vibracij in povečanje vzdržnosti svedrov:

- zmanjšanje razdalje med vretenom in obdelovancem,
- izogibajte se lesenim podlog,
- stabilno vpetje kosov in vrtanje čim bližje podlogi,
- zmanjšanje razdalje med konico svedra in ramo vrtnega stroja z uporabo kratkih držal ter kratkih svedrov,
- tik preden sveder prodre skozi material, zaustavite pomik za kakšno sekundo, sicer lahko zračnost in elastičnost stroja odlomita konico svedra,
- zagotovite močno hlajenje svedra z emulzijo.



HSS
HSS-E
HSS-Co



Posamezne luknje se lahko izvirajo z normalnimi HSS-svedri. Za racionalnejšo proizvodnjo se priporočajo bodisi mikrolegirani HSS-E ali svedri, legirani s kobaltom.

HSS-Co



Uporabljajte HSS-Co (8 % Co) svedre z majhnim kotom konice svedra in robustnim steblom, ki lahko zdrži velike momente.

	Strenx 700	Strenx 900/960	Strenx 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
v_c [m/min]	-18	-15	-7	-12	-9	-7	-5
D [mm]	pomik, f [mm/obrat] / hitrost n [obrati]						
5	0.10/1150	0.10/950	0.05/445	0.07/760	0.05/570	0.05/445	0.05/320
10	0.10/575	0.10/475	0.09/220	0.10/380	0.10/290	0.09/220	0.08/130
15	0.16/400	0.16/325	0.15/150	0.16/250	0.16/190	0.15/150	0.13/85
20	0.23/300	0.23/235	0.20/110	0.23/190	0.23/150	0.20/110	0.18/65
25	0.30/240	0.30/195	0.25/90	0.30/150	0.30/110	0.25/90	0.22/50
30	0.35/200	0.35/165	0.30/75	0.35/130	0.35/90	0.30/75	0.25/45

Stabilnejši stroji, kot so vrtni stroji in rezalni stroji

Na modernih in stabilnih strojih se lahko izkoristijo prednosti svedrov iz karbidne trdine za povečanje produktivnosti.

Na voljo so trije tipi svedrov za vrtnje s (HM) karbidno trdino. Izbira tipa svedra je odvisna od stabilnosti stroja, vpetja obdelovanca, premera luknje in zahtevanih toleranc. Uporabljajte najkrajše možne svedre.

- uporabljajte hladilno emulzijo, namenjeno za vrtnje:
- grobo pravilo za vrtnje z notranjim hlajenjem: volumen hladilne emulzije (l/min) = premer svedra (mm).

HM-svedri:

- premeri od 3 mm,
- ozke tolerance (visoka natančnost),
- možno ponovno brušenje svedrov,
- svedri, občutljivi na vibracije.



Svedri z lotanim HM:

- premeri od 10 mm,
- ozke tolerance (visoka natančnost),
- možno ponovno brušenje svedrov,
- manj občutljivi na vibracije.



Svedri z rezalnimi ploščicami:

- premer svedrov od 12 mm
- svedri omogočajo visoko produktivnost,
- širše tolerance kot drugi (slabša natančnost),
- dobra ekonomičnost.



		Strenx 700	Strenx 900/960	Strenx 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
Rezalna hitrost, v_c [m/min] in pomik, f [mm/obrat]								
HM-svedri	v_c	70–100	50–80	30–50	45–80	40–70	35–65	30–60
	f	0.10–0.25	0.10–0.20	0.08–0.18	0.10–0.30	0.10–0.25	0.08–0.18	0.08–0.15
Svedri z lotanim HM	v_c	40–60	40–50	30–40	40–50	35–45	30–40	20–30
	f	0.12–0.18	0.12–0.18	0.10–0.15	0.10–0.15	0.10–0.15	0.10–0.15	0.08–0.12
Svedri z rezalnimi ploščicami	v_c	75–140	70–130	60–100	70–130	60–120	60–100	50–70
	f	0.08–0.18	0.08–0.18	0.06–0.14	0.04–0.16	0.04–0.16	0.04–0.16	0.04–0.14

Parametre za vrtnje Hardox 550 in Hardox 600 lahko najdete v publikaciji TechSupport št. 40 in 23. Za več informacij se obrnite na vašega tehničnega svetovalca.

Kadar je premer svedra manjši, izberite manjši pomik znotraj podanega območja

Formule:

Formula za izračun hitrosti vrtnja iz priporočene rezalne hitrosti:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f \times n$$

v_c = rezalna hitrost [m/min] D = premer svedra [mm] n = hitrost [obrat/min]

π = 3.14

v_f = pomik [mm/min] f = pomik [mm/obrat]

Primer: za premer svedra $D=15$ mm in rezilno hitrost $v = 80$ m/min

$$\text{Hitrost, } n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3.14 \times 15} = 1698 \text{ cca } 1700 \text{ obratov}$$

Vrtanje

Če se pojavijo problemi ...

Deformirana konica HSS-svedra.

Deformirana konica svedra iz karbidne trdine.

Obraba na zunanjem delu svedra

Prevelike/premajhne izvrtine

Formiranje ostružkov

Vibracije.

Majhne poškodbe na robovih svedra (okrušeni robovi).

Asimetrične izvrtine.

Majhna vzdržnost HSS orodja.

Majhna vzdržnost orodij iz karbidne trdine.

Ukrepi in rešitve

Upravljajte nastavitve svedra

Povečajte pretok hladilnega sredstva, očistite filter ter odprtine za hlajenje na svedru.

Izberite bolj žilavo varianto: glej sliko na strani 8, zmanjšajte pomik

Povečajte pomik.

Izboljšajte stabilnost z bolj varnim vpetjem obdelovanca.

Upravljajte stabilnost z varnejšim vpetjem ali skrajšajte razdaljo med svedrom in obdelovancem..

Preverite priporočene vrednosti za vrtanje.

Preverite, ali je bila uporabljena prava kvaliteta HSS ali karbidna trdine.

Povečajte rezalno hitrost.

Zmanjšajte rezalno hitrost.

Grezenje

Cilindrične in konične poglobitve se najbolje izdelajo z grezili, ki imajo izmenljive HM-ploščice in rotacijsko pilotno vodilo.

Uporabljajte hlajenje.

Grezilo z rezalnimi ploščicami in rotacijskim pilotnim vodom



Konično grezilo z rezalnimi ploščicami in rotacijskim pilotnim vodom



Opozorilo

1. Pri koničnem grezilu zmanjšajte rezilne hitrosti za 30 %.
2. Vedno uporabljajte rotacijsko pilotno vodilo.

	Strenx 700	Strenx 900/960	Strenx 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
v_c (m/min)	70–100 ²	40–80 ²	20–50 ²	30–80 ²	25–70 ²	20–50 ²	17–50 ²
pomik, f (mm/obrat)	0.10–0.20	0.10–0.20	0.10–0.20	0.10–0.20	0.10–0.20	0.10–0.20	0.10–0.20
D (mm)	Hitrost n (obrti)						
19	1175–1675	670–1340	335–840	500–1340	420–1175	335–840	285–840
24	930–1325	530–1060	265–665	400–1060	330–930	265–665	225–665
34	655–935	375–750	185–470	280–750	235–655	185–470	160–470
42	530–760	300–600	150–380	230–600	190–530	150–380	130–380
57	390–560	225–440	110–280	170–440	140–390	110–280	95–280

- 1) Če nastopijo problemi z lomljenjem ostružkov, grezite stopenjsko v korakih po 2 mm.
- 2) Če je moč stroja majhna, izberite spodnje vrednosti rezalnih hitrosti v priporočenem območju.

Parametre za vrtanje in grezenje v Hardox 550 ter 600 najdete v brošuri TechSupport št. 40 in 23. Za več informacij se obrnite na vašega tehničnega svetovalca v podjetju Damatech d.o.o..

HSS-grezila s tremi rezalnimi robovi, opremljena s pilotnim vodom, se lahko uporabljajo za jekla Strenx. Zahtevano je intenzivno hlajenje.

		Strenx 700	Strenx 900/960
v_c (m/min)		-8	-7
D (mm)	Pomik, f (mm/obrat)	Hitrost (obrti)	
15	0.05–0.20	170	150
19	0.05–0.20	130	120
24	0.07–0.30	100	90
34	0.07–0.30	70	70
42	0.07–0.30	60	50
57	0.07–0.30	40	40



Vrezovanje navojev

Če je uporabljen ustrezen navojni sveder, se lahko vrezujejo navoji v vse vrste jekel Hardox in Strenx. Priporočamo navojne svedre s štiri rezalnimi robovi, ki lahko zdržijo visoke momente, ki nastanejo pri vrezovanju navojev v trde materiale. Med vrezovanjem navojev v jekla Hardox in Strenx, se za mazanje priporoča uporaba rezalnega olja ali paste.

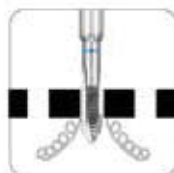
Pri aplikacijah, kjer trdnost navojev ni kritična, lahko predhodno izvrtate 3 % večjo luknjo, kot je standardno predpisana in, na ta način zmanjšate obremenitev na navojni sveder. S tem boste povečali življenjsko dobo navojnih svedrov, predvsem pri vrezovanju navojev v Hardox in Strenx 1100.

OPOZORILO

- Če se uporabljajo navojni svedri brez prevleke, se morajo parametri rezanja zmanjšati za 30 %.
- Če se navoji vrezujejo na NC-strojih, se lahko navoji rezkajo.



Navojni sveder za
za slepe luknje
Strenx 700
Strenx 900/960



Navojni sveder
za odprte luknje



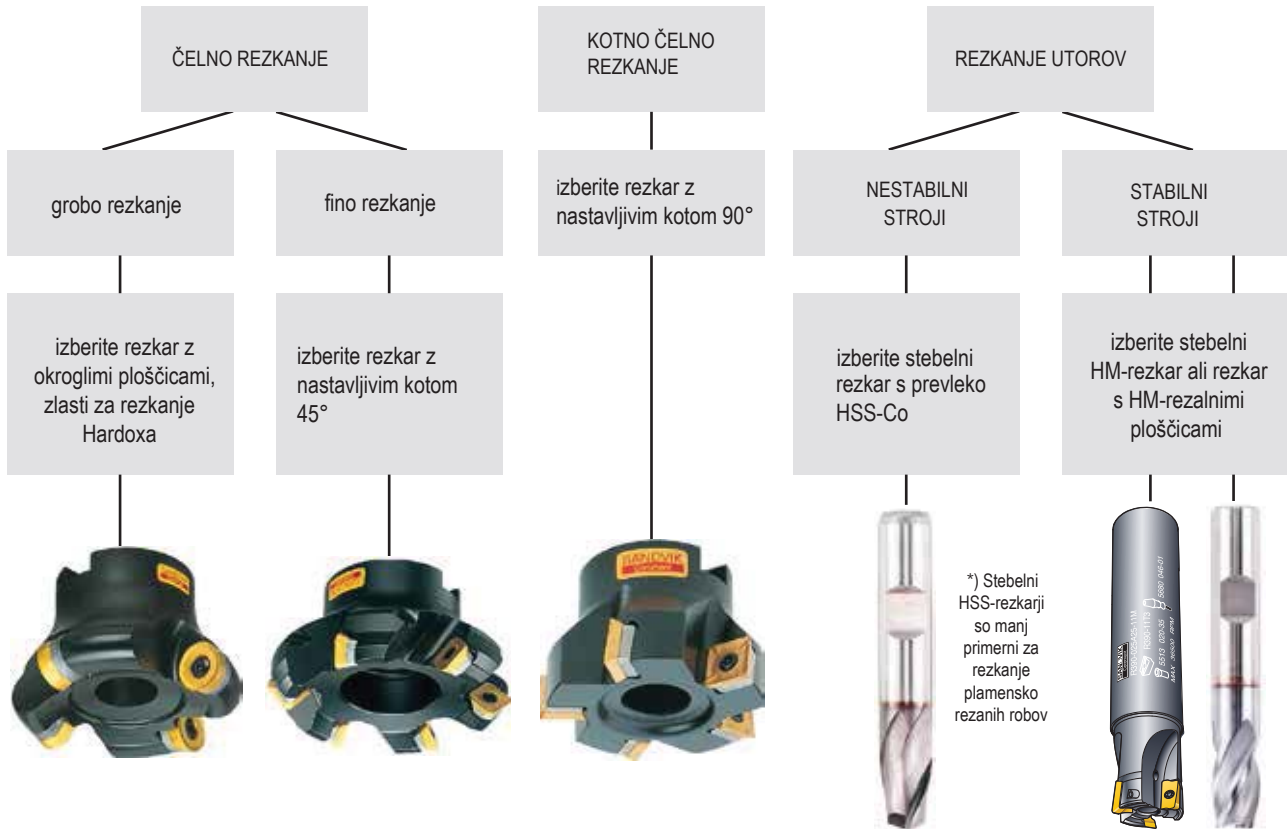
	HSS-Co (HSS-E) TiN ali TiCN prevleka						
	Strenx 700	Strenx 900/960	Strenx 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
v_c (m/min)	10	8	3	6	5	3	2.5
Size	Hitrost, n (obrti)						
M10	320	255	95	190	160	95	80
M12	265	210	80	160	130	80	65
M16	200	160	60	120	100	60	50
M20	160	125	45	90	80	45	40
M24	130	105	40	80	65	40	30
M30	105	85	32	60	50	32	25

Parametri rezanja za rezkanje navojev v Hardox 550 in Hardox 600 so na voljo v brošuri TechSupport št. 40 in 23. Za več informacij se obrnite na vašega tehničnega svetovalca v podjetju Damatech d.o.o..

Režkanje

IZBIRA METODE REZKANJA IN REZALNIH PLOŠČIC

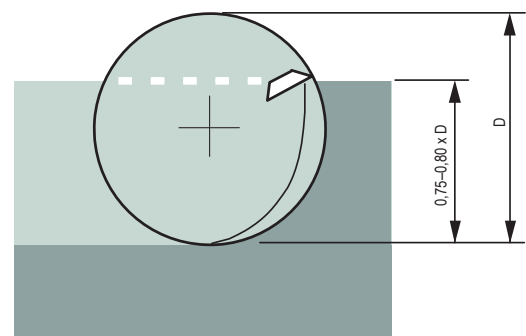
Za zagotovitev racionalne proizvodnje se priporoča (HM) rezalne ploščice iz karbidne trdine.



*) Stebelni HSS-rezkarji so manj primerni za rezkanje plamensko rezanih robov

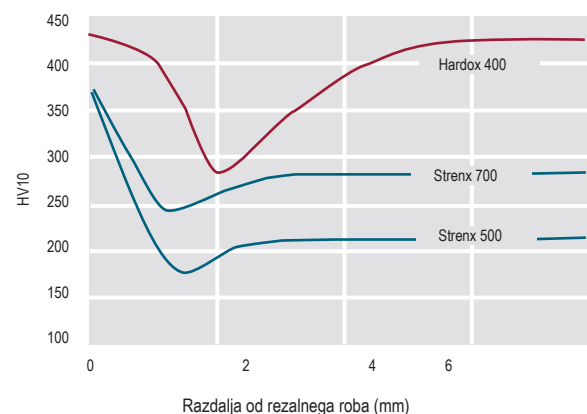
Pri rezkanju je treba upoštevati naslednje faktorje:

- Prepričajte se, da je obdelovanec stabilno vpet.
- Če moč stroja majhna, uporabljajte rezkanje s širšo delitvijo zob.
- Če je možno, se izogibajte univerzalnim rezkalnim glavam, ker slabijo pritrditev orodij in prenos moči.
- Širina ploskovnega rezkanja mora biti 75–80 % premera rezkalne glave (glej sliko na desni strani).
- Kadar se rezka ploskve, ki so ožje, kot je premer rezkalne glave, mora biti rezkalna glava postavljena ekscentrično, tako da je v oprijemu z materialom čim več zob.
- Kadar se rezkajo plamensko rezani robovi, mora biti globina rezkanja najmanj 2 mm, da se izognemo trdi zakaljeni površini na rezanem robu (glej graf)



Priporočena širina rezkanja pri ploskovnem rezkanju

Profil trdote plamensko na zraku rezanega roba



	PLOSKOVNO REZKANJE				KONČNO REZKANJE			
	HM s prevleko		Cermet (keramika+kovina)	HM s prevleko	HM			HSS-Co
Vrsta orodja	P40/CS	P25/C6	P20/C6-C7	K20/C2	K10/C3- brez prevleke	K10/C3- s prevleko	P10/C7- izmenljive ploščice	TiCN- s prevleko
Pogoji	nestabilni	povprečni	stabilni	stabilni	stabilni	stabilni	stabilni	nestabilni
Pomik (f _z)	0.1–0.2–0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.02-0.10	0.02-0.20	0.05-0.15	0.03-0.09
Vrsta jekla	Rezalna hitrost v _c (m/min)							
Strenx 700	195–150–95	220–180–150	240–200	–	100	180	195–150	40
Strenx 900/960	95–75–50	200–160–130	220–170	–	90	130	140–120	18
Strenx 1100	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	–
Hardox HiTuf	–	170–150–140	170–150	–	90	100	110–90	–
Hardox 400	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	–
Hardox 450	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	–
Hardox 500	–	120–110	120–100	120–100	50	80	90–70	–

Pri večjih pomikih zmanjšate rezalno hitrost.

Rezalni parametri za ploskovno rezkanje jekel Hardox 550 in Hardox 600 so na voljo v brošuri TechSupport št. 40 in 23.

Za več informacij se obrnite na tehnično pomoč podjetja Damatech d.o.o..

Formule:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = rezalna hitrost (m/min)

D = premer rezkarja (mm)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = hitrost (obrti)

π = 3,14

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$$

v_f = pomik (mm/min)

f_z = pomik na zob (mm/zob)

$$v_f = f_z \times n \times z$$

z = število rezalnih zob

Če pride do težav ...

Obraba proste ploskve.

Zareza na rezalnem robu.

Obraba na cepilni ploskvi.

Plastična deformacija

Nalepeh na rezalnem robu

Temperaturne razpoke

Poškodba na rezalnem robu (krhanje)

Lom rezalne plošče.

Vibracije.

Slaba kvaliteta površine.

Krajša življenjska doba HSS orodij.

Kaj storiti => rešitve za težave

Zmanjšaj rezalno hitrost.

Povečaj hitrost rezanja.

Zmanjšaj pomik na zob.

Povečaj pomik na zob.

Uporabi bil obrabno obstojno ploščico.

Uporabi bolj žilavo ploščico.

Uporabi rezkar s široko delitvijo.

Zamenjaj pozicijo rezkanja.

Brez hlajenja.

Preidi iz HSS na ploščico iz trde kovine.

Preveri pozicijo in vpetje ploščic.

Struženje

Rezalni parametri spodaj veljajo za žilave vrste karbidne trdine. Te so potrebne za delovne operacije, pri katerih lahko pride do udarcev, npr. pri struženju kosov pločevine, s plamensko odrezanimi robovi.

Vrsta HM	P25/C6	P35/C6-C7	K20/C2
Pomik f_n (mm/obrat)	0.1–0.4–0.8	0.1–0.4–0.8	0.1–0.3
	Rezalna hitrost, v_c (m/min)		
Strenx 700	285–195–145	230–150–100	–
Strenx 900/960	130–90–70	105–65–45	–
Strenx 1100	130–90–70	105–65–45	–
Hardox HiTuf	130–90–70	105–65–45	–
Hardox HiTuf	130–90–70	105–65–45	–
Hardox 450	130–90–70	105–65–45	–
Hardox 500	–	–	100–80

Formule:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = rezalna hitrost (m/min)
 D = premer obdelovanca
 n = hitrost (obrti)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$\pi = 3,14$

$$v_f = f_n \times n$$

v_f = pomik (mm/min)
 f_n = pomik (mm/obrat)

Pri večjih pomikih zmanjšajte rezalno hitrost.

Material orodja/vrste HM (karbidne trdine)



Ta brošura je nastala v sodelovanju s Sandvik Coromat AB, Dormer Tools AB in Emuge Franken AB. Granlund Tools AB je prispeval slike in rezalne parametre za poglavje o grezenju.

Za nadaljnje informacije stopite v stik z oddelkom za tehnično pomoč kupcem.

Brošura o mehanski obdelavi je vključena v več publikacijah z nasveti in priporočili za delo s ploščami Hardox in Strenx.

Drugi dve brošuri v seriji sta Upogibanje in Varjenje.