

**HARDOX<sup>®</sup>**  
**WELDOX<sup>®</sup>**

# bearbetning

**SSAB**  
OXELÖSUND

Börning  
Försänkning  
Gängning  
Svarvning  
Fräsning

HARDOX slitplåt och WELDOX extra höghållfasta konstruktionsplåt kan bearbetas med spånskärande verktyg av snabbstål (HSS) eller hårdmetall (HM). I denna broschyr ger vi förslag till skärdata och verktygsval. Även andra faktorer som bör beaktas vid skärande bearbetning behandlas. Förslagen är framtagna genom egen provning av verktyg av olika fabrikat och i samråd med ledande verktygstillverkare.

#### TYPISKA DATA FÖR WELDOX OCH HARDOX

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Brottgräns, $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	~ 550	~ 620	~ 860	~ 1040	~ 1350	~ 1250	~ 1400	~ 1550
Hårdhet [HBW]	~ 180	~ 200	~ 260	~ 320	~ 430	~ 400	~ 450	~ 500

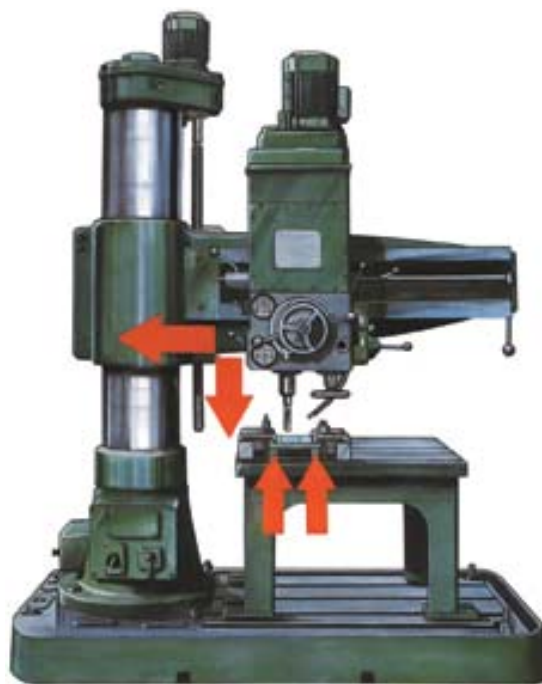
## Borrning

Borrning kan utföras med snabbståls- eller hårdmetall-borr. Tillgänglig maskin och dess stabilitet avgör vilken borrar typ som bör väljas. Oberoende av maskintyp är det viktigt att minimera vibrationer.

### Radial- eller pelarborrmaskin

Rekommendationer för att minska vibrationer och öka borrens livslängd:

- Minimera avståndet från borren till pelaren.
- Undvik distansklossar av trä.
- Spänn fast arbetsstycket ordentligt och borra så nära distansklossarna som möjligt.
- Minimera avståndet mellan borrar spets och arm genom att använda kort maskinspindel och kort borrar.
- Strax före genomslag bör matningen vara urkopplad under någon sekund. Maskinglapp och fjädring i maskinen kan annars knäcka borrar spetsen. Koppla åter in maskinmatningen när glappet/fjädringen upphört.
- Använd rikligt med skärvätska.



HSS  
HSS-E  
HSS-Co

Borrning av enstaka hål kan ske med vanlig HSS-borrr. För rationell produktion rekommenderas en mikro-legerad (HSS-E) borrr eller en koboltlegerad (HSS-Co) borrr.



HSS-Co

Använd en HSS-Co-borrr (8% Co) med liten spiralvinkel och kraftig kärna, vilken tål höga vridmoment.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
$v_c$ [m/min]	~ 26	~ 22	~ 18	~ 15	~ 7	~ 9	~ 7	~ 5
D [mm]	Matning, f [mm/varv] / Varvtal, n [varv/min]							
5	0,14 / 1700	0,12 / 1520	0,10 / 1150	0,10 / 950	0,05 / 445	0,05 / 570	0,05 / 445	0,05 / 320
10	0,17 / 860	0,15 / 760	0,10 / 575	0,10 / 475	0,09 / 220	0,10 / 290	0,09 / 220	0,08 / 130
15	0,18 / 570	0,17 / 500	0,16 / 400	0,16 / 325	0,15 / 150	0,16 / 190	0,15 / 150	0,13 / 85
20	0,28 / 430	0,26 / 380	0,23 / 300	0,23 / 235	0,20 / 110	0,23 / 150	0,20 / 110	0,18 / 65
25	0,30 / 340	0,30 / 300	0,30 / 240	0,30 / 195	0,25 / 90	0,30 / 110	0,25 / 90	0,22 / 50
30	0,38 / 280	0,36 / 250	0,35 / 200	0,35 / 165	0,30 / 75	0,35 / 90	0,30 / 75	0,25 / 45

## Stabila maskiner som arbormverk och bäddfräsar

I moderna och stabila maskiner bör hårdmetallborrhars fördelar utnyttjas för ökad produktivitet.

Det finns tre huvudtyper av borrar med skär av hårdmetall. Valet av borrhyp är beroende på stabilitet i maskinen, uppspanning, håldiameter och toleranskrav. Använd kortast möjliga borrh.

### Skärvätska

- Använd skärvätska avsedd för borrhning.
- Tumregel för borrhning med interna kylkanaler : Skärvätskevolym [l/min]  $\approx$  Borrhens diameter [mm]

### Solid hårdmetallborrh

- Diametrar från  $\sim 3$  mm
- Snäv tolerans (hög precision)
- Omslipningsbar
- Vibrationskänslig



### Lödd hårdmetallborrh

- Diametrar från  $\sim 10$  mm
- Snäv tolerans (hög precision)
- Omslipningsbar
- Mindre vibrationskänslig än solid HM.



### Vändskärsborrh

- Diameter från  $\sim 12$  mm
- Hög produktivitet
- Vidare tolerans än övriga (lägre precision)
- God ekonomi



		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Skärhastighet, $v_c$ [m/min] resp. Matning, $f$ [mm/varv]									
Solid hårdmetall	$v_c$	50–70	50–70	50–70	40–50	30–40	35–45	30–40	25–35
	$f$	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Lödd hårdmetall	$v_c$	50–70	40–60	40–60	40–60	30–40	35–45	30–40	20–30
	$f$	0,12–0,20	0,12–0,20	0,12–0,18	0,12–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Vändskär	$v_c$	160–180	110–130	100–120	70–90	50–70	60–80	50–70	40–60
	$f$	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,12

Om borrhdiametern är liten, välj en låg matning inom angivet intervall.

Så här beräknar man varvtalet utifrån rekommenderad skärhastighet :

Exempel för borrhdiameter  $D = 15$  mm och skärhastighet  $v_c = 80$  m/min

$$\text{Varvtalet, } n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3,14 \times 15} = 1698 = \text{ca. } 1700 \text{ varv/min.}$$

### Formler:

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

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

$$v_f = f \times n$$

$v_c$  = skärhastighet [m/min]

$D$  = borrhdiameter [mm]

$n$  = varvtalet [varv/min]

$\pi = 3,14$

$v_f$  = matningshastighet [mm/min]

$f$  = matning [mm/varv]



## Borrning (forts.)

### Om problem uppstår ...

Borrens spets deformerad, snabbstål  
 Borrens spets deformerad, hårdmetall  
 Slitage på borrens ytterdiameter  
 Hål med över-/undermått  
 Spånstockning i borrens spånkanaler  
 Vibrationer  
 Små brott i skärebben (urflisning)  
 Icke symmetriska hål  
 Kort verktygslivslängd, snabbstål  
 Kort verktygslivslängd, hårdmetall

Åtgärder och lösningar

Justera borrens inställning.

Öka kylvätskeflödet, rengör filter och borrens kylvätskehål.

Välj en segare sort - se fig. sidan 8.

Minska matningen.

Öka matningen.

Förbättra stabiliteten genom bättre fastspänning och minskat överhäng.

Kontrollera riktvärden på skärdata.

Kontrollera att rätt HSS-kvalitet / HM-sort används.

Öka skärhastigheten.

Minska skärhastigheten.

## Försänkning

Plan försänkning och konisk försänkning utförs bäst med försänkare som har utbytbara hårdmetallskär och roterande styrtapp. Använd skärvätska.

Plan försänkare med vändskär och roterande styrtapp.



Konisk försänkare med vändskär och roterande styrtapp.



### VIKTIGT

1. Minska skärdata med ca 30% vid konisk försänkning.
2. Använd alltid roterande styrtapp.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500 <sup>1</sup>	WELDOX 700 <sup>1</sup>	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
$v_c$ [m/min]	90–140 <sup>2</sup>	80–120 <sup>2</sup>	70–100 <sup>2</sup>	40–65 <sup>2</sup>	20–50 <sup>2</sup>	25–70 <sup>2</sup>	20–50 <sup>2</sup>	17–50 <sup>2</sup>
Matning f [mm / varv]	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	0,10–0,20
D [mm]	Varvtal, n [varv/min]							
19	1510–2345	1340–2010	1175–1675	670–1090	335–840	420–1175	335–840	285–840
24	1195–1860	1060–1590	930–1325	530–865	265–665	330–930	265–665	225–665
34	845–1310	750–1125	655–935	375–610	185–470	235–655	185–470	160–470
42	680–1060	605–910	530–760	300–495	150–380	190–530	150–380	130–380
57	505–780	445–670	390–560	225–365	110–280	140–390	110–280	95–280

- 1) Om problem uppstår med spånbrytningen, försänk 2 mm i taget.
- 2) I maskiner med låg effekt, välj skärhastighet i underkant av intervallet.

Treskäriga koniska försänkare av snabbstål med styrtapp kan användas i nedanstående WELDOX-stål. Rikligt med skärvätska krävs.

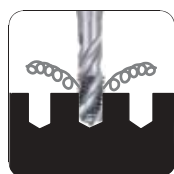
		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960
$v_c$ [m/min]		~ 12	~ 10	~ 8	~ 7
D [mm]	Matning f [mm / varv]	Varvtal, n [varv/min]			
15	0,05–0,20	250	210	170	150
19	0,05–0,20	200	170	130	120
24	0,07–0,30	160	130	100	90
34	0,07–0,30	110	90	70	70
42	0,07–0,30	90	60	60	50
57	0,07–0,30	70	60	40	40



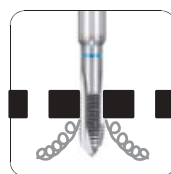
## Gängning

Med rätt typ av verktyg kan gängning av hål utföras i alla HARDOX- och WELDOX-stål. Vi rekommenderar fyrskäriga tappar, vilka tål de höga moment som uppstår vid gängning i hårda material. Vid gängning av HARDOX och WELDOX rekommenderas gängolja/gängpasta som smörjmedel. För de mjukare stålen WELDOX 420, WELDOX 460 samt WELDOX 500 kan även emulsion användas.

Vid applikationer där gängans hållfasthet ej är kritisk kan hålet borrar något större (ca 3%) än standard för att minska påfrestningen på tappen. Detta ökar tappens livslängd, framför allt vid gängning av HARDOX och WELDOX 1100.



Gängtapp för bottenhål.



Gängtapp för genomgående hål.

### VIKTIGT

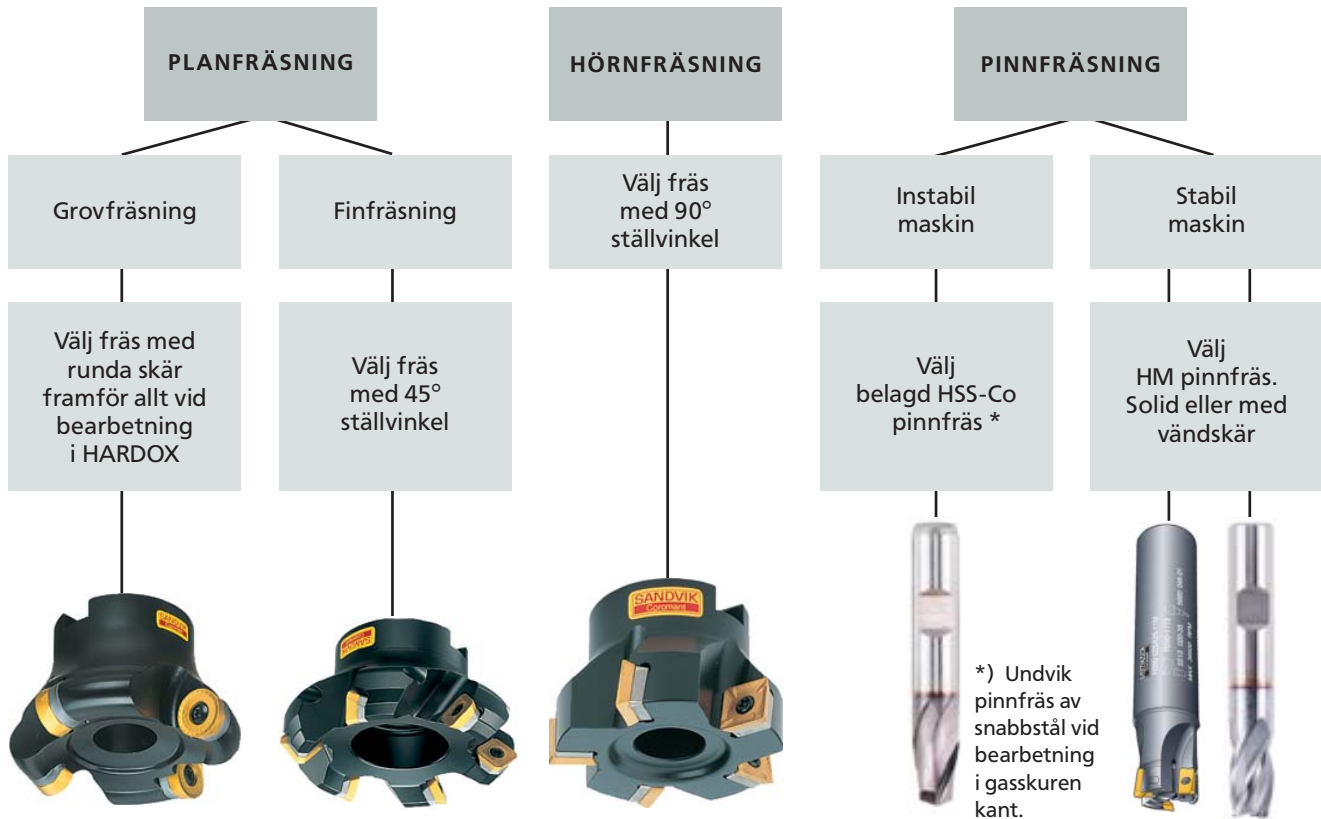
1. Om ej belagda tappar används bör skärdata minskas med 30%.
2. Vid gängning i numeriskt styrda maskiner kan gängfräsning tillämpas.

	HSS TiN-belagd	HSS-Co (HSS-E) TiN- eller TiCN-belagd		HSS-Co (HSS-E) TiCN-belagd			
	WELDOX 420/460/500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
$v_c$ [m/min]	15	10	8	3	5	3	2,5
Size	Varvtal, n [varv/min]						
M10	475	320	255	95	160	95	80
M12	395	265	210	80	130	80	65
M16	300	200	160	60	100	60	50
M20	235	160	125	45	80	45	40
M24	200	130	105	40	65	40	30
M30	160	105	85	32	50	32	25
M42	110	75	60	22	35	22	20

# Fräsning

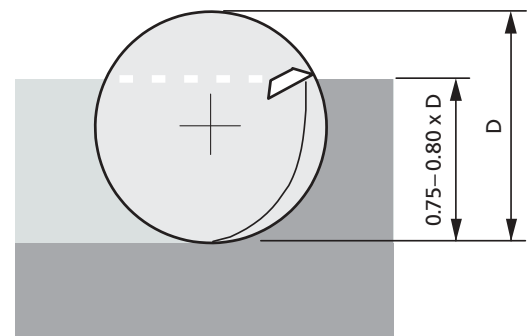
## VAL AV FRÄSMETOD OCH VERKTYG

För rationell tillverkning rekommenderas fräsar med hårdmetallskär.



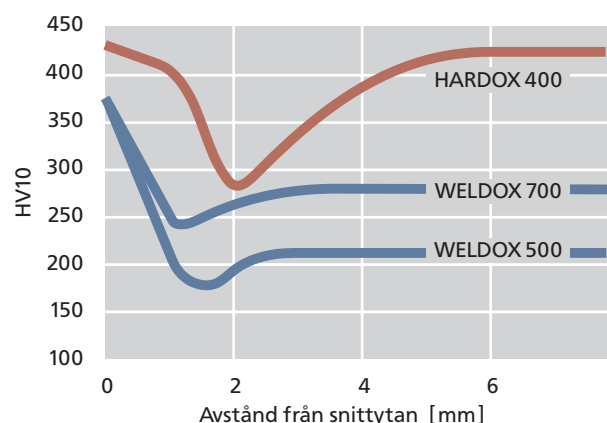
### Följande punkter bör beaktas vid fräsning:

- Spänn fast arbetsstycket stabilt.
- Använd glestandad fräs om maskineffekten är låg.
- Undvik om möjligt universalhuvud, eftersom det försvagar verktygsinfästning och kraftöverföring.
- Ingreppsbredden vid planfräsning bör vara ca 75-80% av fräsdiametern (se fig. t.h.)
- Vid planfräsning av ytor som är smalare än fräshuvudets diameter bör fräsen positioneras excentriskt för att få så många tänder som möjligt i ingrepp.
- Vid fräsning av gasskuren kant bör skärdjupet vara minst 2 mm för att undvika den skurna kantens hårda ytskikt (se diagram).



Rekommenderad ingreppsbredd vid planfräsning

Hårdhetsprofil på gasskuren kant, skuren i luft



	PLANFRÄSNING				PINNFRÄSNING			
	Belagd HM		Cermet	Belagd HM	HM		HSS-Co	
Sort	P40 / C5	P25 / C6	P20 / C6-C7	K20 / C2	K10 / C3-obelagd	K10 / C3-belagd	P10 / C7-vändskär	TiCN-belagd
Stabilitet	instabila	medel	stabila	stabila	stabila	stabila	stabila	instabila
Matning ( $f_z$ )	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
Plåtsort	Skärhastighet, $v_c$ [m/min]							
<b>WELDOX 420/460</b>	220–180–120	250–210–180	350–280	–	130	210	220–180	60
<b>WELDOX 500</b>	220–180–120	250–210–180	350–280	–	125	210	220–180	50
<b>WELDOX 700</b>	195–150–95	220–180–150	240–200	–	100	180	195–150	40
<b>WELDOX 900/960</b>	95–75–50	200–160–130	220–170	–	90	130	140–120	18
<b>WELDOX 1100</b>	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
<b>HARDOX 400</b>	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
<b>HARDOX 450</b>	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
<b>HARDOX 500</b>	–	120–100	120–100	120–100	50	80	90–70	–

Vid ökad matning skall skärhastigheten sänkas.

#### Formler:

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

$v_c$  = skärhastighet [m/min]

$D$  = fräsdiameter [mm]

$n$  = varvtal [varv/min]

$\pi = 3,14$

$v_f$  = matningshast. [mm/min]

$f_z$  = tandmatning [mm/tand]

$z$  = antal skär i fräsen

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

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

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

#### Om problem uppstår ...

Fasförslitning  
Strålförslitning  
Gropförslitning  
Plastisk deformation  
Löseggsbildning  
Kamsprickor  
Små brott i skäreggen (urflisning)  
Skärbrott  
Vibrationer  
Dålig ytfinhet  
Kort livslängd, HSS-Co-fräsar

Åtgärder och lösningar

Minska skärhastigheten

Öka skärhastigheten

Minska tandmatningen.

Öka tandmatningen.

Välj en slitstarkare HM-sort (se sid. 8).

Välj en segare HM-sort (se sidan 8).

Använd en glestandad fräs.

Ändra fräsens position.

Undvik att använda skärvätska.

Övergå från HSS-Co-fräs till solid HM-fräs.

Kontrollera fräsens uppsättning.

# Svarvning

Nedanstående rekommenderade skärdata gäller för sega hårdmetallsorter. Dessa krävs vid operationer där slag kan uppstå – t.ex. vid nedsvarvning av plåt med gasskurna kanter.

HM-sort	P25 / C6	P35 / C6-C5	K20 / C2
matning $f_n$ [mm / varv]	0,1 – 0,4 – 0,8	0,1 – 0,4 – 0,8	0,1 – 0,3
	Skärhastighet, $v_c$ [m / min]		
WELDOX 420/460	450 – 300 – 210	285 – 175 – 130	–
WELDOX 500	450 – 300 – 210	285 – 175 – 130	–
WELDOX 700	285 – 195 – 145	230 – 150 – 100	–
WELDOX 900/960	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
WELDOX 1100	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 400	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 450	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 500	–	–	100 – 80

Vid ökad matning skall skärhastigheten sänkas.

## Formler:

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

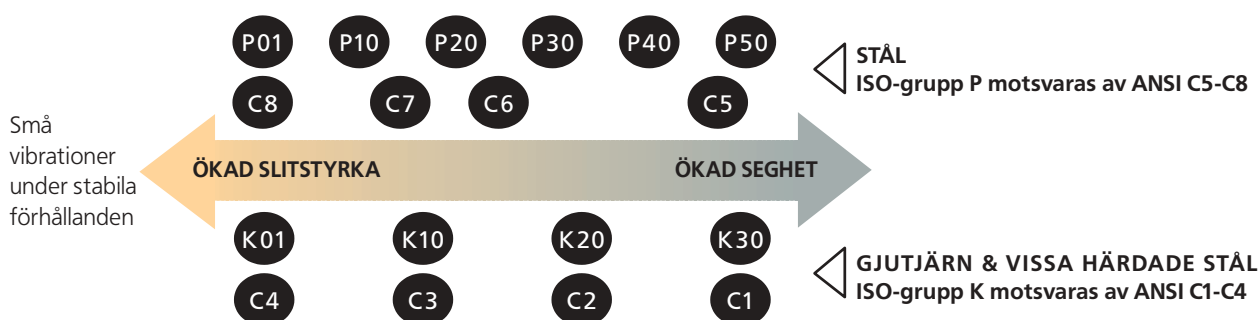
$v_c$  = skärhastighet [m/min]  
 $D$  = arbetsstyckets diam. [mm]  
 $n$  = varvtal [varv/min]  
 $\pi = 3,14$

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

$$v_f = f_n \times n$$

$v_f$  = matningshast. [mm/min]  
 $f_n$  = matning [mm/varv]

## Verktygsmaterial / Hårdmetallsorter



Denna broschyr har utarbetats i samarbete med Sandvik Coromant AB och Dormer Tools AB. Granlund Tools AB har bidragit med bilder och skärdata till avsnittet om försänkning.

Kontakta gärna vår avdelning Teknisk Kundservice för ytterligare information.

Broschyren *Bearbetning* ingår i en serie trycksaker som ger råd och anvisningar om hur man arbetar i HARDOX- och WELDOX-plåt. De övriga är *Svetsning*, *Bockning* och *Skärning*. Beställ dem genom vår avdelning Marknadskommunikation.

