



HARDOX[®]

WELDOX[®]

työstö

SSAB
OXELÖSUND

Poraus
Upotus
Kierteitys
Sorvaus
Jyrsintä

HARDOX kulutuslevyä ja WELDOX erittäin lujaa rakenneteräslevyä voidaan työstää leikkaavilla pikateräs- (HSS) tai kovametalli- (HM) työkaluilla. Tässä esitteessä annamme ehdotuksia leikkuuarvoista ja työkalujen valinnasta. Myös muita tekijöitä, jotka pitää huomioida leikkaavassa työstössä, käsitellään.

Ensisijassa ehdotuksemme perustuvat omien tuotteidemme ja työvälineidemme ko-keisiin yhteistyössä johtavien työkaluvalmistajien kanssa.

TYYPILLISIÄ ARVOJA WELDOX- JA HARDOX-LEVYILLE

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Murtoraja R_m [N/mm ²]	~ 550	~ 620	~ 860	~ 1040	~ 1350	~ 1250	~ 1400	~ 1550
Kovuus [HBW]	~ 180	~ 200	~ 260	~ 320	~ 430	~ 400	~ 450	~ 500

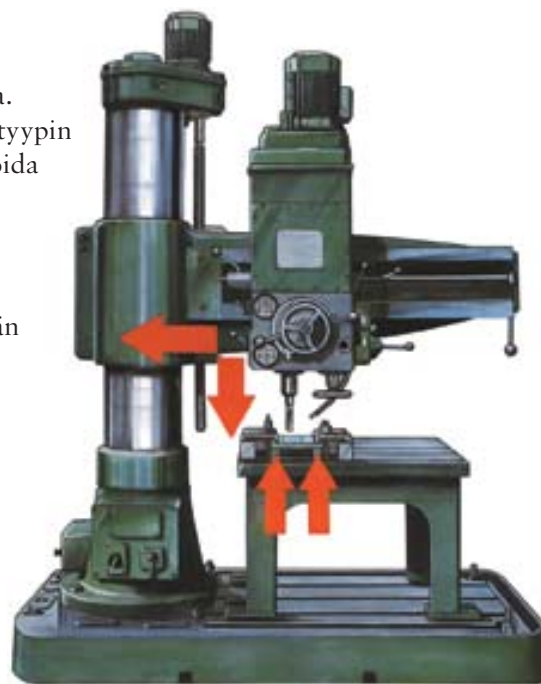
Poraus

Poraus voidaan suorittaa pikateräs- tai kovametalliporilla. Käytettävissä oleva kone ja sen vakavuus ratkaisevat poratyypin valinnan. Konetyypistä riippumatta tärkeintä on minimoida värinä.

Säteis- tai pylväsporakone

Suositukset värinöiden pienentämiseksi ja porien kestoian pidentämiseksi :

- Minimoi poran etäisyys pylvästä.
- Älä käytä puisia tukipaloja.
- Kiinnitä työkappale kunnolla tiukkaan ja poraa niin läheltä tukipaloja kuin mahdollista.
- Sijoita työkappale niin lähelle koneen runkoa kuin mahdollista ja käytä lyhyttä karaa ja lyhyttä poraa.
- Vähän ennen läpimenoa keskeytä syöttö hetkeksi, muuten koneen jousto ja välykset voivat rikkoa leikkuusärmän. Kytke konesyöttö uudelleen kun jännitys on lauennut.
- Käytä runsaasti leikkuunestettä.



Yksittäisiä reikiä porattaessa voidaan käyttää tavallisia HSS-poria. Suurempia määriä porattaessa suositellaan mikroseostettuja (HSS-E) tai koboltiseostettuja (HSS-Co) poria.



Käytä HSS-Co-poraa (8% Co), missä on loiva nousukulma ja vahva sydän, koska se kestää suuria vääntömomenteja.

	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]	Syöttö, f [mm/kier] / Kierros-luku, n [kier/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

Tukevamat koneet avarrukseen ja jyrskintään

Nykyaikaisissa ja tukevissa koneissa käytetään kovametalliporia parhaan tehokkuuden saavuttamiseksi tuotannossa.

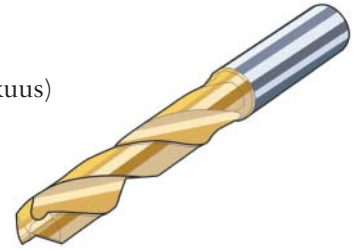
On olemassa kolme kovametalliterien päätyyppiä. Poratyyppin valinta riippuu koneen tukevuudesta, kiinnityksestä, reijän halkaisijasta ja toleranssivaatimuksesta. Käytä mahdollisimman lyhyttä poraa.

Leikkuuneste

- Käytä poraukseen tarkoitettua leikkuunestettä.
- Peukalosääntö poralle missä on sisäisiä jäähdytyskanavia : Leikkuunestemäärä [l/min] \approx Poran halkaisija [mm]

Kiinteä kovametallipora

- Halkaisija alkaen ~ 3 mm
- Tiukka toleranssi (suuri tarkkuus)
- Uudelleen teroitettavissa
- Arka värinälle



Juotettu kovametallipora

- Halkaisija alkaen ~ 10 mm
- Tiukka toleranssi (suuri tarkkuus)
- Uudelleen teroitettavissa
- Vähemmän arka värinälle kuin kiinteä HM



Vaihtosärmäpora

- Halkaisija alkaen ~ 12 mm
- Korkea tuottavuus
- Väljempi toleranssi kuin muilla (alempi tarkkuus)
- Hyvä taloudellisuus



		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
		Leikkuunopeus, v_c [m/min] vast. syöttö, f [mm/kier]							
Kiinteä kovametalli	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
Juotettu kovametalli	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
Vaihtosärmä	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

Jos poran halkaisija on pieni, valitse syöttö vaihteluvälin alemmasta arvosta.

Näin lasketaan kierrosluku suositellusta leikkuunopeudesta :

Esimerkiksi kun poran halkaisija $D = 15$ mm ja leikkuunopeus $v_c = 80$ m/min.

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

Kaavat:

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

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

$$v_f = f \times n$$

v_c = leikkuunopeus [m/min]

D = poran halkaisija [mm]

n = kierrosluku [kier/min]

$\pi = 3,14$

v_f = syöttö [mm/min]

f = syöttö [mm/kier]

Poraus (jatk.)

Jos ongelmia syntyy...

- Poran kärki muokkautuu, pikateräs
- Poran kärki muokkautuu, kovametalli
- Poran ulkohalkaisija kuluu
- Reikä yli / alimittainen
- Lastutukkeuma poran lastukanavassa
- Värinä
- Pieniä murtumia leikkuusärmissä (säilöilyä)
- Epäsymmetrinen reikä
- Lyhyt työkalun kestoikä, pikateräs
- Lyhyt työkalun kestoikä, kovametalli

Toimenpiteet ja ratkaisut

Säädä poran asetus.

Lisää jäähdytysnestevirtaa, puhdista suodatin ja poran jäähdytysnestekanava

Valitse sitkeämpi laji, ks. Kuva sivulla 8.

Vähennä syöttöä.

Lisää syöttöä.

Paranna vakavuutta kiinnittämällä kappale lujemmin ja pienentämällä ulottuvuutta.

Tarkista oikeat arvot taulukosta.

Tarkista, että oikeita HSS-laatuja / HM-lajeja käytetään.

Lisää leikkuunopeutta

Vähennä leikkuunopeutta

Upotus

Tasoupotus ja kartiupotus suoritetaan parhaiten upottimella, missä on vaihtosärmäiset kovametalliterät ja pyörivä ohjaustappi. Käytä leikkuunestettä.

Vaihtosärmäinen tasoupotin ja pyörivä ohjaustappi.



Vaihtosärmäinen kartiupotin ja pyörivä ohjaustappi



TÄRKEÄÄ

- Pienennä taulukon arvoja n. 30% kartiupotuksessa.
- Käytä aina pyörivää ohjaustappia.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500 ¹	WELDOX 700 ¹	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v_c [m/min]	90–140 ²	80–120 ²	70–100 ²	40–65 ²	20–50 ²	25–70 ²	20–50 ²	17–50 ²
Syöttö f [mm / kier]	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]	Kierrosluku, n [kier/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

- Mikäli lastunmurrossa syntyy ongelmia, upota 2 mm kerrallaan.
- Koneissa joissa on matala teho, valitse alempi leikkuunopeus.

Kolmiteräistä pikateräskartiouputinta, missä on pyörivä ohjaustappi, voidaan käyttää alla mainittuihin WELDOX-teräksiin. Käytettävä runsaasti leikkuunestettä.

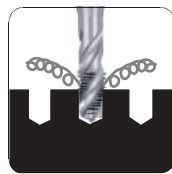
		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960
v_c [m/min]		~12	~10	~8	~7
D [mm]	Syöttö f [mm / kier]	Kierrosluku, n [kier/min]			
15	0,05–0,20	250	210	170	150
19	0,05–0,20	200	170	130	120
24	0,07–0,30	160	130	100	90
34	0,07–0,30	110	90	70	70
42	0,07–0,30	90	60	60	50
57	0,07–0,30	70	60	40	40



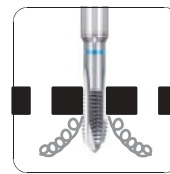
Kierteitys

Oikeilla työkaluilla reikien kierteitys onnistuu kaikkiin HARDOX ja WELDOX-teräksiin. Suosittelemme nelisärmäisiä kierretappeja, jotka kestävät niitä suuria vääntömomentteja joita syntyy kierteitettäessä kovia materiaaleja. HARDOX-ia ja WELDOX-ia kierteitettäessä suositellaan kierreöljyn/kierrepastan käyttöä voiteluaineena. Pehmeämmille teräksille WELDOX 420, WELDOX 460 sekä WELDOX 500 voidaan myös käyttää emulsioita.

Sellaisissa kohteissa joissa kierteen lujuus ei ole kriittinen, voidaan reikä porata vähän (3 %) standardia suuremmaksi jolloin tappiin kohdistuva rasitus pienenee. Tämä lisää tappien käyttöikää, erityisesti kierteitettäessä levyjä HARDOX ja WELDOX 1100.



Kierretappi matalaan reikään.



Kierretappi läpimenevään reikään.

TÄRKEÄÄ

1. Jos käytetään pinnoittamattomia kierretappeja pitää leikkuuarvoja pienentää 30%.

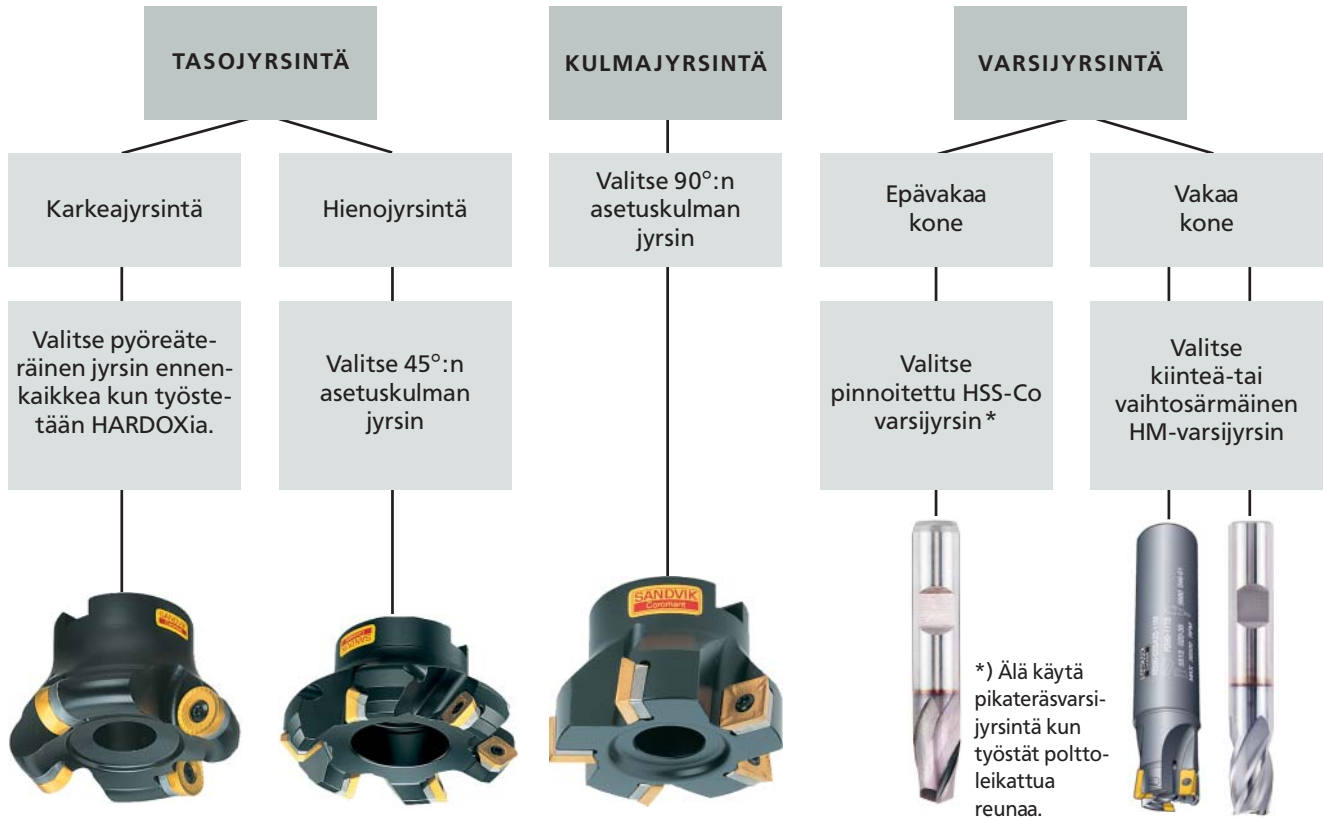
2. Kierteitettäessä numeerisesti ohjatulla koneella voidaan kierrejyrsintää soveltaa.

	HSS TiN-pinnoitettu	HSS-Co (HSS-E) TiN- tai TiCN-pinnoitettu	HSS-Co (HSS-E) TiCN-pinnoitettu				
	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
Mitta	Kierrosluku, n [kier/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

Jyrsintä

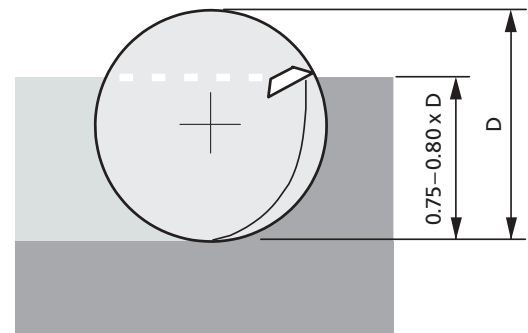
JYRSINTÄMENETELMÄN JA TYÖKALUN VALINTA

Sarjavalmistuksessa suositellaan jyrsintää kovametalliterillä



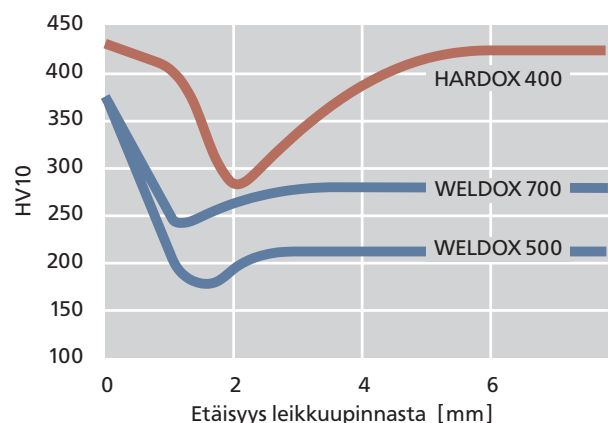
Jyrsinnässä pitää huomioida seuraavaa:

- Kiinnitä työkalupale lujasti
- Käytä harvahampaista jyrsintä jos konetehto on heikko.
- Mikäli mahdollista vältä yleisjyrsinpäätä, koska se heikentää työkalun kiinnitystä ja voimansiirtoa.
- Tasojyrsinnässä ryntökaaren leveys po.n. 75-80 % jyrsimen halkaisijasta (ks. kuva oikealla).
- Jos tasojyrsittävä pinta on pienempi kuin jyrsinpään halkaisija, pitää jyrsin sijoittaa epäkeskeisesti siten, että mahdollisimman moni särmä leikkaa samanaikaisesti.
- Jyrsittäessä polttoleikattua reunaa pitää leikkuusyvyys olla vähintään 2 mm, jotta päästään kovan pinnan alle (ks. käyrästä).



Suosittu ryntökaarileveys tasojyrsinnässä.

Polttoleikatun reunan kovuusprofiili, leikkattu ilmassa



	TASOJYRSINTÄ				VARSIJYRSINTÄ			
	Pinnoitettu HM		Cermet	Pinnoitettu HM	HM		HSS-Co	
Laji	P40 / C5	P25 / C6	P20 / C6-C7	K20 / C2	K10 / C3- pinnoittamaton	K10 / C3- pinnoitettu	P10 / C7- vaihtosärmä	TiCN- pinnoitettu
Vakavuus	ei vakaa	keskim. vakaa	vakaa	vakaa	vakaa	vakaa	vakaa	ei vakaa
Syöttö (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
Levylaji	Leikkuunopeus, v_c [m/min]							
WELDOX 420/460	220–180–120	250–210–180	350–280	–	130	210	220–180	60
WELDOX 500	220–180–120	250–210–180	350–280	–	125	210	220–180	50
WELDOX 700	195–150–95	220–180–150	240–200	–	100	180	195–150	40
WELDOX 900/960	95–75–50	200–160–130	220–170	–	90	130	140–120	18
WELDOX 1100	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 400	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 450	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 500	–	120–100	120–100	120–100	50	80	90–70	–

Mikäli syöttöä lisätään tulee leikkuunopeutta pienentää.

Kaavat:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad v_c = \text{leikkuunopeus [m/min]}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} \quad D = \text{jyrsimen halkaisija [mm]}$$

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z} \quad n = \text{kierrosluku [kier/min]}$$

$$v_f = f_z \times n \times z \quad \pi = 3,14$$

$$f_z = \text{syöttö [mm/min]}$$

$$z = \text{jyrsimen särmäluku}$$

$$f_z = \text{syöttö / särmä [mm/särmä]}$$

Jos ongelmia syntyy...

Viistekuluminen
 Lovikuluminen
 Kuoppakuluminen
 Plastinen muodonmuutos
 Irtosärmän muodostus
 Nokkasäröjä
 Pieniä murtumia leikkuusärmissä (säliöilyä)
 Terän murtuminen
 Väriä
 Huono pinta
 Lyhyt käyttöikä HSS-Co-jyrsimellä

Toimenpiteet ja ratkaisut

Pienennä leikkuunopeutta
 Lisää leikkuunopeutta
 Pienennä syöttöä/särmä
 Lisää syöttöä/särmä
 Valitse kulutustkestävämpi HM-laji (ks. sivu 8)
 Valitse sitkeämpi HM-laji (ks. sivu 8)
 Käytä harvasärmäistä jyrsintä
 Muuta jyrsimen asemaa
 Älä käytä leikkuunestettä
 Siirry HSS-Co-jyrsimestä kiinteään HM-jyrsimeen
 Tarkista jyrsinpään kiinnitys

Sorvaus

Allaolevat suositusarvot pätevät sitkeille kovametallilajeille. Sitkeyttä vaaditaan, koska työ aiheuttaa iskuja, esim. sorvattaessa levyn poltto-leikattua reunaa.

HM-laji	P25 / C6	P35 / C6-C5	K20 / C2
syöttö f_n [mm / kier]	0,1–0,4–0,8	0,1–0,4–0,8	0,1–0,3
	Leikkuunopeus, 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

Jos syöttöä lisätään pitää leikkuunopeutta pienentää.

Kaavat:

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

v_c = leikkuunopeus [m/min]
 D = työkappaleen halkaisija [mm]

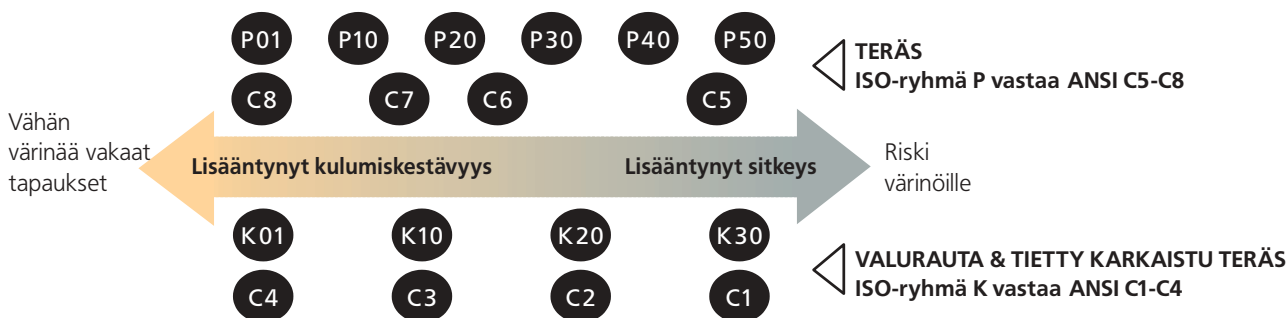
$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = kierrosluku [kier/min]
 π = 3,14

$$v_f = f_n \times n$$

v_f = syöttö [mm/min]
 f_n = syöttö [mm/kier]

Työkalun aine / Kovametallilaji



Tämä esite on laadittu yhteistyössä Sandvik Coromant AB:n ja Dormer Tools AB:n kanssa. Granlund Tools AB on osallistunut kuviin ja leikkuuarvoihin upotusta käsittelevässä osassa. Lisätietoja tarvitessasi, ota yhteyttä Tekniseen Asiakaspalveluumme.

Tämä *Työstö* -esitteemme on yksi painotuote siitä sarjasta joka antaa neuvoja ja ohjeita kuinka HARDOX- ja WELDOX-levyjä työstetään. Muita esitteitä ovat *Hitsaus* ja *Särmäys*. Voit tilata niitä markkinointi-organisaatiomme kautta.



SSAB Oxelösund AB
 SE-613 80 Oxelösund
 Sverige
 Tel.: +46 155 25 40 00
 Fax: +46 155 25 40 73
 www.ssabox.com

Oy SSAB Svenskt Stål AB
 Fredrikinkatu 63 A 11
 00100 HELSINKI
 Puh. 09-686 6030
 Fax 09-693 2120