

Työvälineteräksen kriittiset ominaisuudet

Työvälineen suorituskyvyn kannalta

- käyttökohteeseen soveltuva kovuus
- hyvä kulumiskestävyys
- hyvä sitkeys estämään työvälineen ennenaikainen rikkoutuminen

Hyvä kulumiskestävyys yhdistetään usein heikkoon sitkeyteen ja päinvastoin. Monissa kohteissa vaaditaan kuitenkin samanaikaisesti sekä hyvää kulumiskestävyyttä että sitkeyttä.

Uddeholm Vanadis 23 on pulverimetallurgisesti valmistettu teräs, jossa yhdistyvät sekä erinomainen kulumiskestävyys että sitkeys.

Työvälineen valmistuksen kannalta

- työstettävyys
- lämpökäsiteltävyys
- hiottavuus
- mitanpitävyys lämpökäsittelyssä
- pintakäsiteltävyys

Kun työväline valmistetaan runsasseosteisesta työväline-teräksestä, työstö ja lämpökäsittely ovat haasteellisempia kuin matalaseosteisilla teräksillä. Myös kustannukset saattavat nousta.

Uddeholm Vanadis 23 teräksen valmistusprosessin ansiosta sen työstettävyysominaisuudet ovat ylivoimaisia verrattuna samanlaisiin, tavanomaisesti valmistettuihin teräksiin ja joihinkin runsasseosteisiin kylmätyöteräksiin.

Uddeholm Vanadis 23 teräksen mitanpitävyys lämpökäsittelyssä on hyvä ja odotettu verrattuna tavanomaisesti valmistettuihin runsasseosteisiin teräksiin. Tämän sekä lisäksi suuren kovuuden, hyvän sitkeyden ja hyvän päästönkestävyyden ansiosta Uddeholm Vanadis 23 sopii hyvin pinnoitettavaksi, erityisesti PVD:llä.

Käyttökohteet

Uddeholm Vanadis 23 sopii erityisesti ohuehkojen materiaalien meistoon ja muovaukseen sovelluksissa, joissa vaaditaan joko abrasiivista tai abrasiivista/adhesiivista kulumiskestävyyttä ja joissa riskinä on työvälineen työstettävien pintojen plastinen muodonmuutos.

Käyttökohteita ovat esim.:

- koviin tai runsashiilisten teräsen meisto

- koviin materiaalien, esim. karkaistujen tai kylmävalssattujen nauhaterästen meisto
- abrasiivista kulumiskestävyyttä vaativat muovimuotit
- muovimuottien osat, esim. syöttöruuvit, sylinterit, suokappaleet, ruuvipäät, granulointiterät.

Yleistä

Uddeholm Vanadis 23 on kromi/molybdeeni/volframi/vanadiini -seosteinen pulveripikateräs, jonka ominaisuuksia ovat:

- hyvä kulumiskestävyys (abrasiivinen kuluminen)
- suuri puristuslujuus
- hyvä läpikarkenevuus
- hyvä sitkeys
- erittäin hyvä mitanpitävyys lämpökäsittelyssä
- erittäin hyvä päästönkestävyys

Ohjeanalyysi %	C	Cr	Mo	W	V
	1,28	4,2	5,0	6,4	3,1
Normi-merkintä	(AISI M3:2/W.-Nr. 1.3395)				
Toimitustila	pehmeäksihehkutettu noin 260 HB				
Värimerkintä	violetti				

Ominaisuudet

Fysikaaliset ominaisuudet

Karkaistu ja päästetty materiaali.

Lämpötila	20 °C	400 °C	600 °C
Tiheys kg/m ³	7 980	7 870	7 805
Kimmomoduuli N/mm ²	230 000	205 000	184 000
Lämpölaajenemis-kerroin per °C, 20 °C ->	-	12,1 × 10 ⁻⁶	12,7 × 10 ⁻⁶
Lämmönjohtavuus W/m °C	24	28	27
Ominaislämpö J/kg °C	420	510	600

Taivutuslujuus ja taipuminen

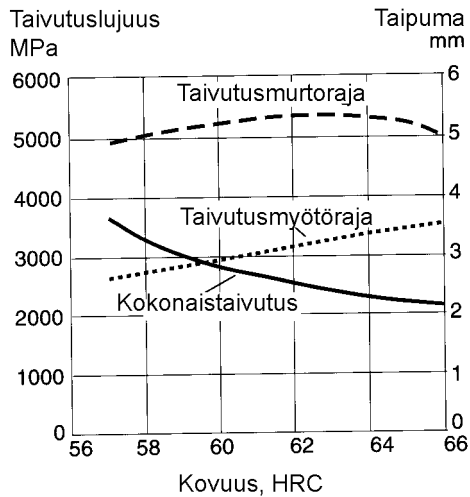
Nelipiste -testi.

Koesauvan mitat: 5 mm Ø

Kuormitusnopeus: 5 mm/min

Austenitointilämpötila: 990–1180 °C

Päästö: 3 x 1 h 560 °C:ssa



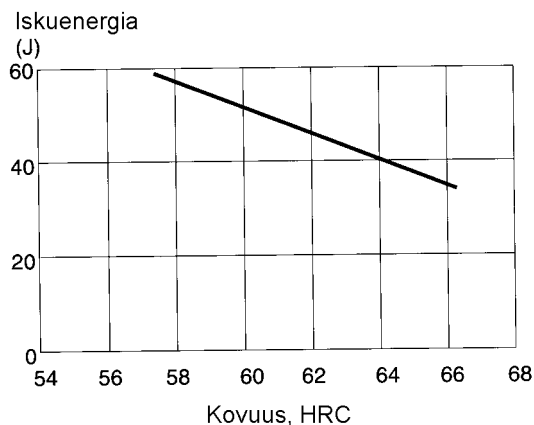
Iskusitkeys

Keskimääräinen iskusitkeys huoneenlämpötilassa eri kovuuksilla.

Koesauvan mitat: 7 x 10 x 55 mm (loveistamaton)

Päästö: 3 x 1 h 560 °C:ssa

Pitkittäissuunta



Lämpökäsittely

Pehmeäksihehkutus

Suojaa teräs hiilenkadolta ja läpikuumenna 850–900 °C:seen. Jäähdytä tämän jälkeen uunissa 10 °C/h 700 °C:seen ja sen jälkeen vapaasti ilmassa.

Jännitystenpoistohehkutus

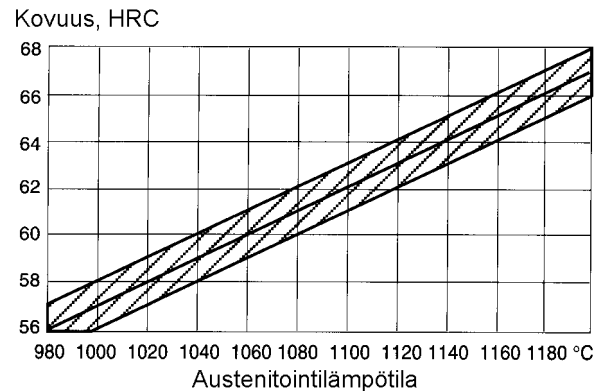
Läpikuumenna työväline rouhintatyöstön jälkeen 600–700 °C:seen, pitoaika 2 h. Jäähdytä hitaasti 500 °C:seen ja sen jälkeen vapaasti ilmassa.

Karkaisu

Esikuumennuslämpötila: 450–500 °C ja 850–900 °C

Austenitointilämpötila: 1050–1180 °C halutun kovuuden mukaan (ks. alla oleva kaavio).

Suojaa työväline hiilenkadolta ja hapettumiselta karkaisun aikana.

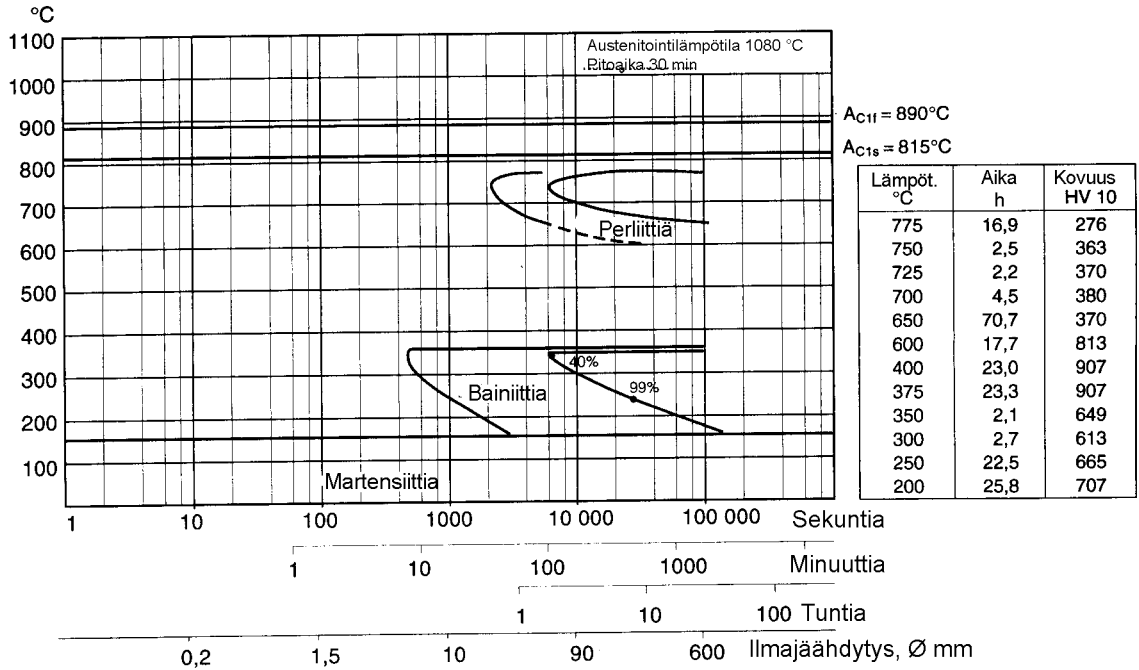


Kovuus eri lämpötiloissa suoritetun karkaisun jälkeen. Päästetty 3 kertaa, pitoaika 1 h 560 °C:ssa.

HRC	°C
58	1020
60	1060
62	1100
64	1140
66	1180

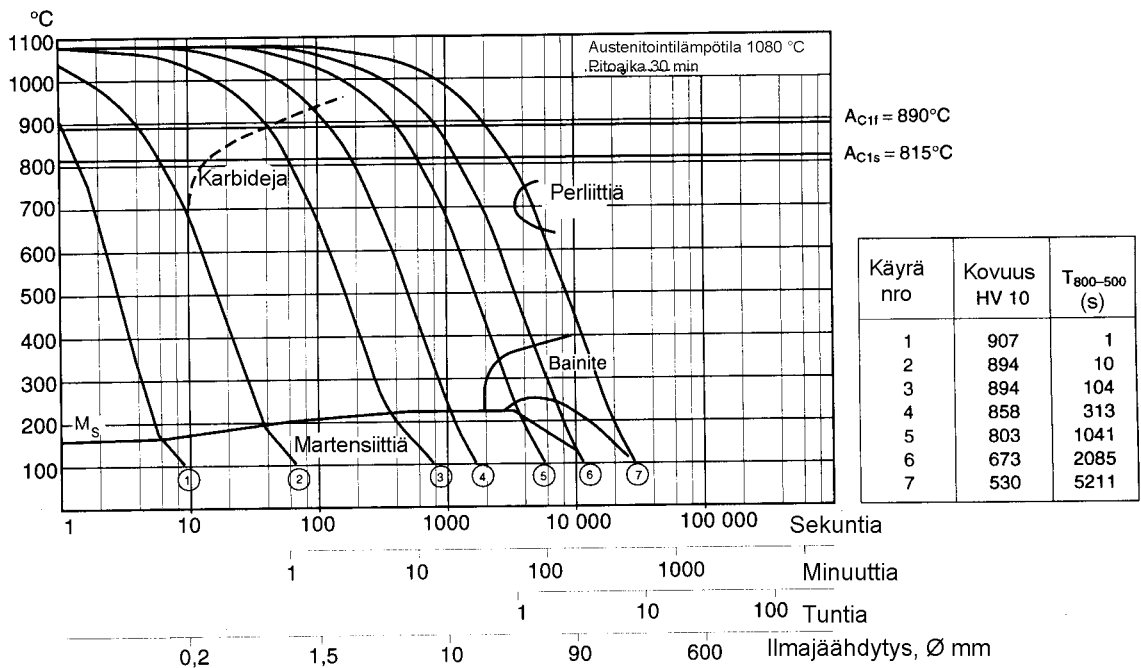
TTT-käyrästä

Austenitointilämpötila 1080 °C. Pitoaika 30 min.

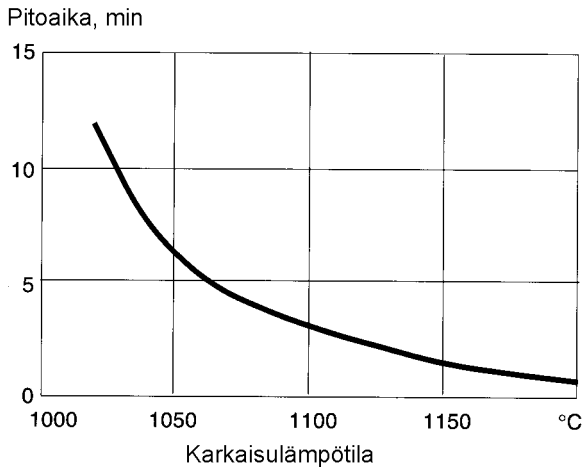


CCT-käyrästä

Austenitointilämpötila 1080 °C. Pitoaika 30 min.

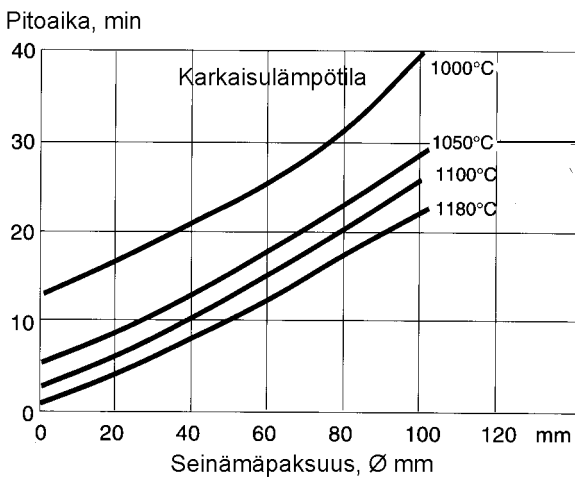


Suosittelava pitoaika
(leijupatja, alipaineuuni tai kammiouuni)



*) Pitoaika= aika karkaisulämpötilassa sen jälkeen, kun työkalu on täysin läpikuumentunut.

Kokonaispitoaika suolakylvyssä kaksivaiheisen esikuumentuksen jälkeen 450 °C:ssa ja 850 °C:ssa



Sammutusaineet

- alipaineuuni (sammutuskaasu 2–5 barin ylipaineella)
- kuumakylpykarkaisu tai leijupatja noin 550 °C:ssa.
- paineilma/kaasu

Huom 1: Sammutusta on jatkettava kunnes työväline saavuttaa noin 50 °C:een lämpötilan. Välittömästi tämän jälkeen työväline on päästettävä.

Huom 2: Jos työvälineeseen halutaan saada mahdollisimman suuri sitkeys, on sammutus suoritettava kuumakylpykarkaisussa tai uunissa sopivalla ylipaineella.

Päästö

Kylmätyösovelluksissa päästö tulisi suorittaa aina 560°C lämpötilassa austenitointilämpötilasta riippumatta. Päästä kolme kertaa, pitoaika 1 h päästölämpötilassa. Jäähdytä päästöjen välillä huoneenlämpötilaan. Jäännösausteniitin määrä päästöjen jälkeen on alle 1 %.

Mittamuutokset

Mittamuutokset karkaisun ja päästön jälkeen.

Lämpökäsittely: Austenitointi 1050–1130 °C lämpötilassa ja päästö 3 x 1 h 560 °C:ssa.

Koesauvan mitat: 80x80x80 mm ja 100x100x25 mm.

Mittamuutokset: muutos pituudessa, leveydessä ja paksuudessa +0,03 % – +0,13 %.

Pakkaskarkaisu

Osat, joilta vaaditaan suurinta mahdollista mitanpitävyyttä voidaan pakkaskarkaista seuraavasti:

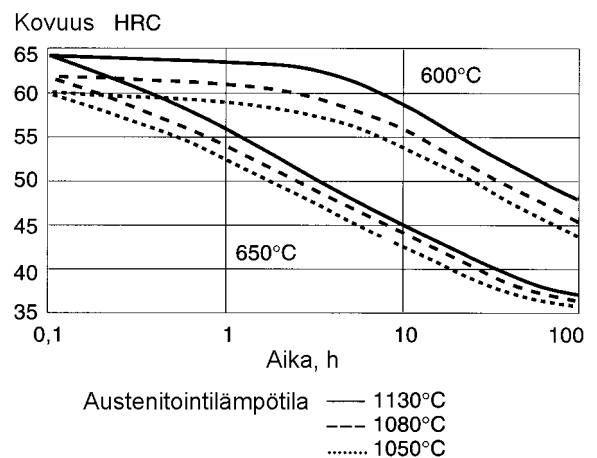
Välittömästi sammutuksen jälkeen kappale on pakkaskarkaistaava –70...–80 °C:een (pitoaika 1–3 h), jonka jälkeen päästö. Pakkaskarkaisu lisää kovuuksia noin 1 HRC. Kappaleessa tulisi välttää monimutkaisia muotoja halkeamisriskin vuoksi.

Kuumalujuus ja päästönkestävyys

Kovuus pitoajan funktiona eri lämpötiloissa.

Austenitointilämpötila: 1050–1130 °C

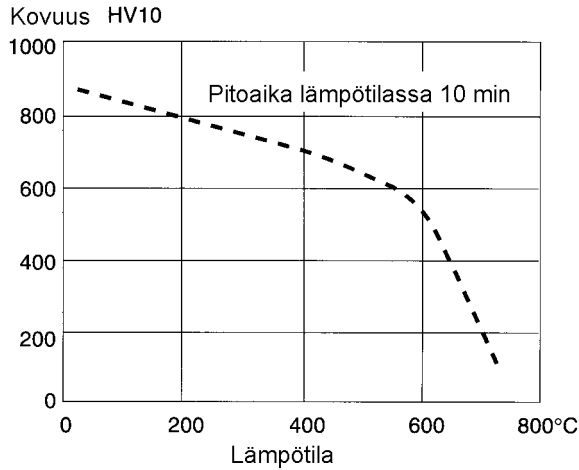
Päästö: 3 x 1 h 560 °C:ssa



Kuumakovuus

Austenitointilämpötila: 1180 °C

Päästö: 3 x 1 h 560 °C:ssa



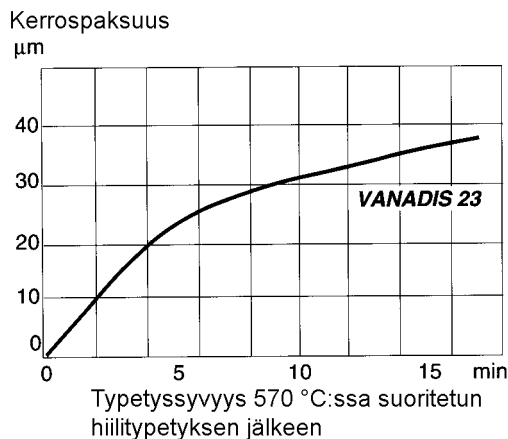
Pintakäsittely

Tiettyihin sovelluksiin käytettävät kylmätyövälineet pin-noitetaan kulumiskestävyyden lisäämiseksi ja kitkan vähentämiseksi. Yleisimmin käytetyt menetelmät ovat typetys ja pinnoitus kulutustakestavällä kerroksella, kuten esim. PVD ja CVD.

Uddeholm Vanadis 23 soveltuu pinnoitettavaksi erittäin hyvin titaanikarbidilla ja titaaninitridillä. Karbidien tasainen jakautuminen helpottaa pinnoituksen kiinnittymistä ja vähentää karkaisussa syntyviä mittamuutoksia. Tämän sekä lisäksi suuren lujuuden ja sitkeyden ansiosta Uddeholm Vanadis 23 soveltuu pinnoitettavaksi kulutusta kestäville pinnoitteilla.

Typetys

Nopea upotus suolakylpyyn tuottaa työvälineeseen typettyneen 2–20 µm paksuisen diffuusiovyöhykkeen. Meistin pintojen kitka pienenee ja työvälineen käyttöikä pitenee.



PVD

PVD (Physical Vapour Deposition) on menetelmä, jolla saadaan kulumista kestävä pinnoite 200–500 °C:ssa. Koska Vanadis 23 päästetään korkeassa lämpötilassa (560 °C) ei riskiä mittamuutoksista esiinny pinnoituksen aikana.

CVD

CVD (Chemical Vapour Deposition) on menetelmä, jolla saadaan kulumista kestävä pinnoite noin 1000 °C:ssa. Työvälineet tulisi karkaista ja päästää alipaineuunissa pinta-käsittelyn jälkeen.

Lastuamisohjeet

Alla olevat lastuamisarvosuosituksukset ovat ohjeellisia ja ne on sopeutettava kulloinkin vallitseviin olosuhteisiin.

Sorvaus

Lastuamis-parametrit	Sorvaus kovametallilla		Sorvaus pikateräksellä, hienosorvaus
	Karkea-sorvaus	Hienosorvaus	
Lastuamisnopeus V_c m/min	110–160	160–210	12–15
Syöttö f mm/kierros	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Lastuamissyvyys a_p mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Työstöryhmä ISO	P10–P20* pinnoitettu kovametalli	P10* pinnoitettu kovametalli tai cermet	–

* Käytä kulutusta kestävää Al_2O_3 pinnoitettua kovametallia.

Jyrsintä

TASO- JA KULMAJYRSINTÄ

Lastuamisparametrit	Jyrsintä kovametallilla	
	Karkeajyrsintä	Hieno- jyrsintä
Lastuamisnopeus V_c m/min	80–130	130–160
Syöttö f_z mm/hammas	0,2–0,4	0,1–0,2
Lastuamissyvyys a_p mm	2–4	–2
Työstöryhmä ISO	K20* pinnoitettu kovametalli	K15* pinnoitettu kovametalli

* Käytä kulutusta kestävää Al_2O_3 pinnoitettua kovametallia.

TAPPIJYRSINTÄ

Lastuamisparametrit	Jyrsintyyppi		
	Täyskovametalli	Kovametallikään- töterä	Pikateräs
Lastuamisnopeus V_c m/min	40–50	90–110	5–8 ¹⁾
Syöttö f_z mm/hammas	0,01–0,2 ²⁾	0,06–0,2 ²⁾	0,01–0,3 ²⁾
Työstöryhmä ISO	–	K15 ³⁾	–

1) Pinnoitetulle pikateräsjyrsimelle $V_c = n \cdot 14–18$ m/min.
 2) Riippuen radiaalisesta lastuamissyvyydestä ja jyrsimen halkaisijasta.
 3) Käytä kulutusta kestävää Al_2O_3 pinnoitettua kovametallia.

Poraus
PIKATERÄSKIERUKKAPORAT

Poran halkaisija mm	Lastuamisnopeus V_c m/min	Syöttö f mm/kierros
–5	10–12*	0,05–0,10
5–10	10–12*	0,10–0,20
10–15	10–12*	0,20–0,25
15–20	10–12*	0,25–0,35

*) TiCN-pinnoitetulle pikateräsporalle $V_c = n \cdot 16–18$ m/min.

KOVAMETALLIPORAT

Lastuamisparametrit	Poratyyppi		
	Kääntöterä	Kovametallipora	Juotettu kovametallipora ¹⁾
Lastuamisnopeus V_c m/min	120-150	60–80	30–40
Syöttö f mm/kierros	0,05–0,15 ²⁾	0,10–0,25 ²⁾	0,15–0,25 ²⁾

1) Porat, joissa on sisäpuoliset jäähdytiskanavat ja juotetut kovametalliterät.
 2) Riippuen poran halkaisijasta.

Hionta

Alla olevassa taulukossa on esitelty yleisluonteisia hiomalaikkasuosituksia. Lisätietoja löytyy Uddeholmin julkaisusta "Työvälineterästen hionta".

Hiontamenetelmä	Pehmeäksi- hehketettu teräs	Karkaistu teräs
Tasohionta suoralla laikalla	A 46 HV	B151 R50 B3 ¹⁾ A 46 HV
Segmenttihionta	A 36 GV	A 46 GV
Pyöröhionta	A 60 KV	B151 R50 B3 ¹⁾ A 60 KV
Sisäpuolinen hionta	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹⁾ A 60 IV
Muotohionta	A 100 IV	B126 R100 B6 ¹⁾ A 100 JV

1) Mikäli mahdollista käytä CBN hiomalaikkoja.

Kipinätyöstö

Kipinätyöstettäessä karkaistua ja päästettyä materiaalia on työstö lopetettava aina hienokipinätyöstöllä, eli käyttämällä alhaista jännitettä ja suurta taajuutta.

Kipinätyöstetty pinta tulisi hioa/kiillottaa ja päästää vielä kerran noin 535 °C:ssa.

Uddeholmin kylmätyöterästen vertailu

Materiaalien ominaisuudet ja vauriomekanismien kestävyys

Uddeholmin teräslaji	Kovuus/plastisen muodonmuutoksenkestävyys	Lastuttavuus	Hiottavuus	Mitanpitävyys	Kulumiskestävyys		Väsymisen kestävyys	
					Abrasiivinen kuluminen	Adheesiivinen kuluminen	Sitkeys/lohkeilu	Sitkeys/rikkoutuminen
Tavanomainen kylmätyöteräs								
ARNE	■	■	■	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■	■	■	■	■	■	■
CALDIE (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
RIGOR	■	■	■	■	■	■	■	■
SLEIPNER	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 21	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 3	■	■	■	■	■	■	■	■
Jauhemetallurgisesti valmistettu kylmätyöteräs								
VANADIS 4 EXTRA	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 6	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 10	■	■	■	■	■	■	■	■
VANCRON 40	■	■	■	■	■	■	■	■
Jauhemetallurgisesti valmistettu pikateräs								
VANADIS 23	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 30	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 60	■	■	■	■	■	■	■	■
Tavanomainen pikateräs								
AISI M2	■	■	■	■	■	■	■	■