

## Työkaluteräksen kriittiset ominaisuudet

### Työkalun suorituskyvyn kannalta

Monissa kylmätösovelluksissa työkalut on pintakäsitelty kiinnileikkautumisen ja adhesiivisen kulumisen estämiseksi. Ennenaikaisen lohkeilun tai halkeilun estämiseksi työkalun kovuuden on lisäksi oltava sovellukseen sopiva, kuten myös lujuuden ja sitkeyden.

Uddeholm Vancron 40 on pulverimetallurgisesti valmistettu teräs, jolla on alhainen kitkakerroin ja erinomainen adhesiivinen kulumiskestävyys.

### Työkalun valmistuksen kannalta

- työstettävyys
- lämpökäsiteltävyys
- hiottavuus
- mitanpitävyys lämpökäsittelyssä
- pintakäsiteltävyys

Kun työkalu valmistetaan runsasseosteisesta työkaluteräksestä, työstö ja lämpökäsittely ovat haasteellisempia kuin matalaseosteisilla teräksillä. Myös kustannukset saattavat nousta.

Uddeholm Vancron 40 teräksen valmistusprosessin ansiosta työstettävyysominaisuudet ovat ylivoimaisia verrattuna samanlaisiin, tavanomaisesti valmistettuihin teräksiin ja joihinkin runsasseosteisiin kylmätöteräksiin.

Uddeholm Vancron 40:n mitanpitävyys lämpökäsittelyssä on hyvä ja odotettu verrattuna tavanomaisesti valmistettuihin runsasseosteisiin teräksiin.

Uddeholm Vancron 40 on kehitetty käytettäväksi ilman pinnoitusta, koska teräkseen on saatu pinnoitusta vastaavat ominaisuudet typtämällä pulveri ennen kuumaisostaattista puristusta.

## Käyttökohteet

Uddeholm Vancron 40 on kylmätöteräs, jolla on alhainen kitka-kerroin ja erinomainen adhesiivinen kulumiskestävyys. Se on ihanteellinen materiaali vaativiin tuotanto-olosuhteisiin ja/tai pitkiin tuotantosarjoihin sovelluksissa, joissa yleensä tarvitaan pintakäsittelyä ja välttämättä vaurio-mekanismeina ovat adhesiivinen kulumisen tai kiinnileikkautuminen. Näissä kohteissa työmateriaali on usein pehmeää tai tahmeaa esim. austeniittinen ja ferriittinen ruostumaton teräs, seostamaton teräs, kupari, alumiini jne.

Tyypillisiä käyttökohteita ovat:

- meisto ja muovaus
- kylmäpursotus
- syväveto
- pulveripuristus

## Yleistä

Uddeholm Vancron 40 on CrMoWVN-seosteinen kylmätöteräs, jonka ominaisuuksia ovat

- erinomainen adhesiivinen kulumiskestävyys
- erittäin hyvä kestävyys kiinnileikkautumista vastaan
- hyvä lohkeilun- ja halkeilunkestävyys
- suuri puristuslujuus
- hyvä läpikarkenevuus
- hyvä mitanpitävyys karkaisussa
- hyvä päästönkestävyys
- hyvä lankasahattavuus

Ohje-analyysi %	C 1,1	N 1,8	Si 0,5	Mn 0,4	Cr 4,5	Mo 3,2	W 3,7	V 8,5
Toimitustila	pehmeäksihehkutettu n. 300 HB							
Värimerkintä	kulta/tummansininen							

## Ominaisuudet

### Fysikaaliset ominaisuudet

Karkaistu ja päästetty 61 HRC kovuuteen.

Lämpötila	20 °C	200 °C	400 °C
Tiheys kg/m <sup>3</sup>	7 700	–	–
Kimmomoduli MPa	209 000	201 500	195 000
Lämpölaajenemis-kerroin per °C 20 °C ->	–	11,1 x 10 <sup>-6</sup>	11,9 x 10 <sup>-6</sup>
Lämmönjohtavuus W/m °C	–	21 ± 2	25 ± 0,5
Ominaislämpö J/kg °C	460	–	–

### Puristuslujuus

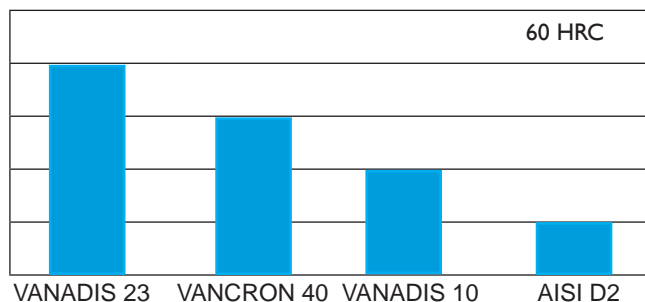
Alla olevassa taulukossa on esitetty ohjeellinen puristuslujuus eri kovuuksilla.

Kovuus HRC	Puristuslujuus R <sub>c0,2</sub> MPa
58	2200
60	2500
62	2700
64	3000

## Iskuenergia loveamattomalla koesauvalla

Alla olevassa kuvassa on esitetty Uddeholm Vanadis 23, Vancron 40, Vanadis 10 ja AISI D2 terästen iskuenergia loveamattomalla koesauvalla.

Iskuenergia loveamattomalla koesauvalla, suhteelliset arvot



## Lämpökäsittely

### Pehmeäksihehkus

Suojaa teräs ja läpikuumenna 900 °C:seen. Jäähdytä uunissa 10 °C/h 650 °C:seen ja sen jälkeen vapaasti ilmassa.

### Jännitystenpoistohehkus

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

### Karkaisu

Kaksivaiheinen esikuuminen: 600–650 °C ja 850–900 °C

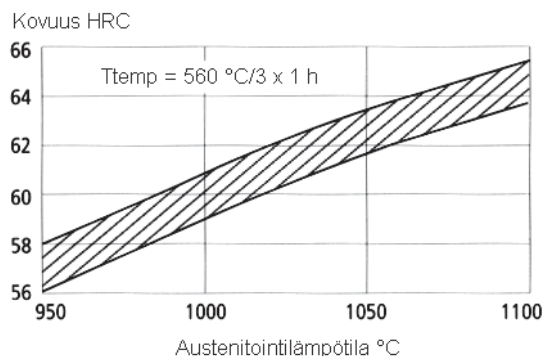
Austenitointilämpötila: 1000–1100 °C, yleensä 1020 °C

Pitoaika: 30 min (10 min 1100 °C:ssa)

Suojaa teräs hiilenkadolta ja hapettumiselta karkaisun aikana.

Uddeholm Vancron 40 voidaan lämpökäsitellä eri kovuuksiin. 58–65 HRC kovuus saavutetaan 950–1100 °C:n austenitointilämpötilassa. Austenitointisuositus on 1020 °C/30 min/sammutus/päästö 560 °C:ssa 3 x 1 h, jolloin kovuudeksi saadaan 60–62 HRC.

Jotta työkovuus ei muodostuisi liian alhaiseksi, suositus on, että austenitointi suoritetaan korkeammassa lämpötilassa, ja jos kovuus sen jälkeen on liian suuri, se muutetaan päästön avulla oikealle tasolle.



### Sammutus

- alipaineuuni, sammutuskaasu riittävällä ylipaineella (2–5 bar)
- kuumakylpykarkaisu tai leijupatja n. 550 °C
- kiertoilma/kaasu

*Huom. 1.* Sammutusta on jatkettava kunnes työkalun lämpötila on n. 50 °C. Sen jälkeen työkalu on päästettävä välittömästi.

*Huom. 2.* Jos työkalulta vaaditaan mahdollisimman hyvää sitkeyttä, sammutukseen suositellaan kuumakylpykarkaisua tai alipaineuunia.

### Päästö

Kylmätööstöön tarkoitetut työkalut on päästettävä 560 °C:ssa austenitointilämpötilasta riippumatta. Työkalu päästetään kolme kertaa 560 °C:ssa, pitoaika 1 h. Päästöjen välillä työkalu jäähdytetään huoneenlämpötilaan. Näin suoritettujen päästöjen jälkeen jäännösausteniitin määrä on alle 3 %.

### Mittamuutokset

Mittamuutokset karkaisun ja päästön jälkeen.

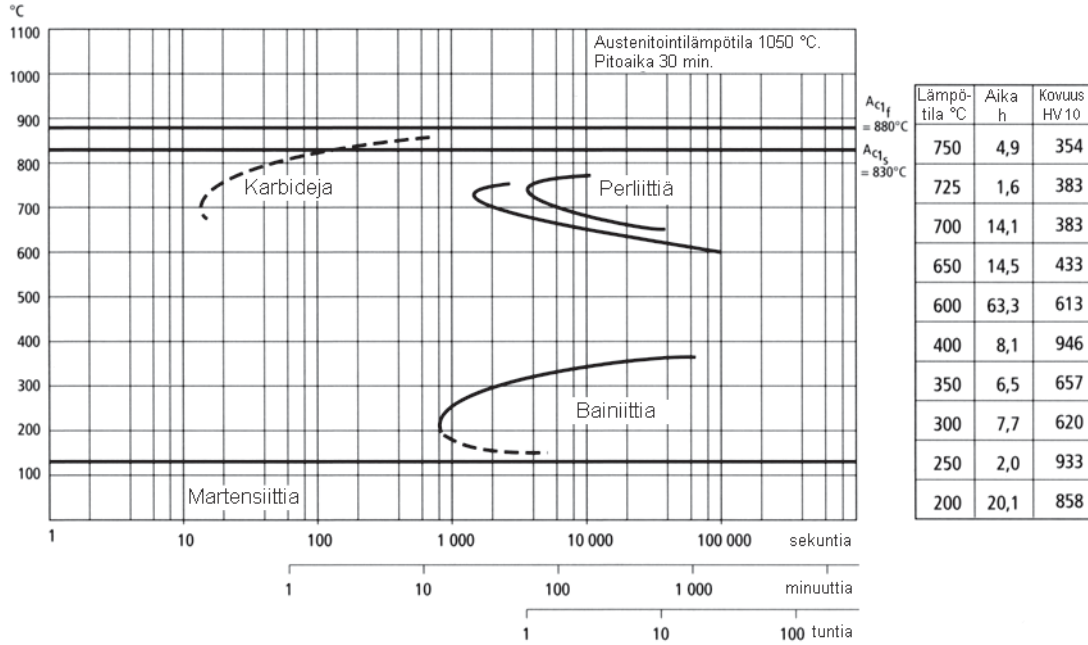
*Lämpökäsittely:* Austenitointi 950–1100 °C:ssa, pitoaika 30 min, Päästö 3 x 1 h 560 °C:ssa

*Koekappaleiden koot:* 50 x 50 x 50 ja 100 x 40 x 20 mm

*Mittamuutokset:* pituudessa, leveydessä ja paksuudessa +0,04...+0,20 %.

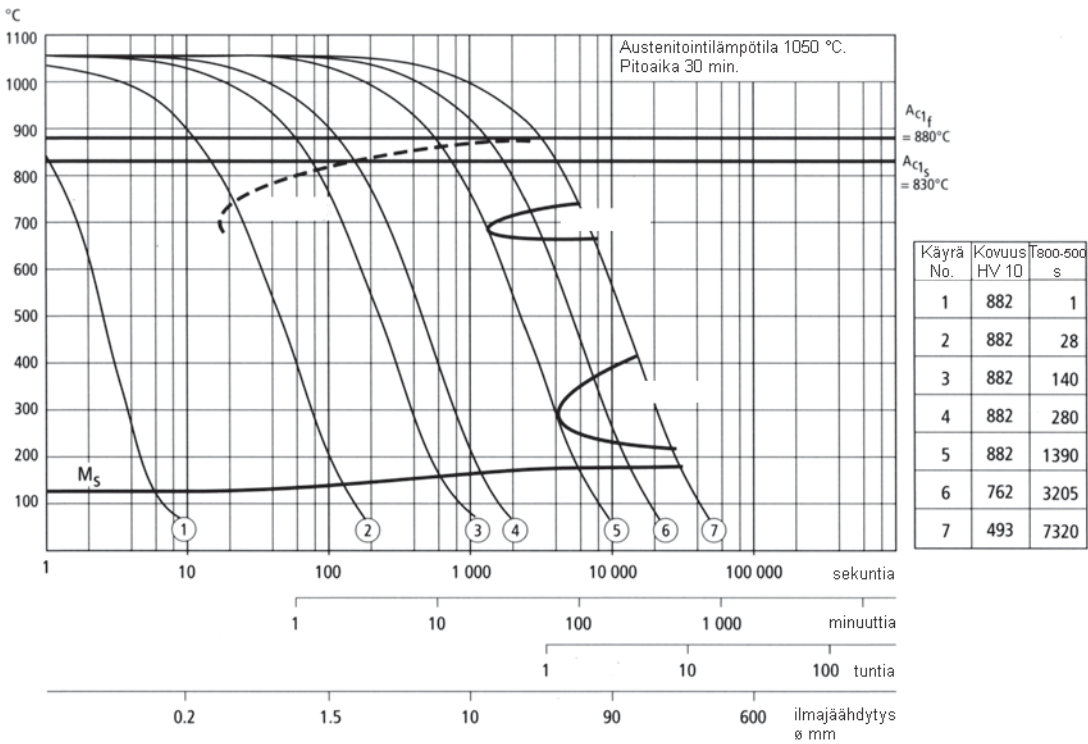
### CCT-käyrä (jatkuva jäätyminen)

Austenitointilämpötilä 1050 °C. Pitoaika 30 min.



### TTT-käyrä (isoterminen muutos)

Austenitointilämpötilä 1050 °C. Pitoaika 30 min.



## Pakkaskarkaisu

Erittäin hyvää mitanpitävyyttä vaativat työkalut voidaan pakkaskarkaista.

Paras mitanpitävyys saavutetaan pakkaskarkaisulla nestemäisessä työssä sammutuksen ja jokaisen 560 °C:ssa suoritettun päästön jälkeen.

Pienempää mittatarkkuutta vaativat työkalut pakkaskarkastaan välittömästi sammutuksen jälkeen vähintään -70...-80 °C:ssa, pitoaika 1 - 3 h, minkä jälkeen työkalu päästetään kolme kertaa 560 °C:ssa.

Pakkaskarkaisu vähentää jäännösausteniitin määrää. Jos karkaisu suoritetaan korkeassa >1100 °C lämpötilassa suosittelemme aina pakkaskarkaisua ja sen jälkeen neljää päästöä 560 °C:ssa jäännösausteniitin määrän vähentämiseksi ja mitanpitävyyden parantamiseksi.

## Pintakäsittelyt

Kylmätyökaluja voidaan pintakäsitellä kitkan pienentämiseksi ja kulumiskestävyyden parantamiseksi. Yleisimpiä pintakäsittelyjä ovat typetytys ja pinnoittaminen kulutusta kestäväällä titaanikarbidi- tai titaaninitridikerroksilla (CVD, PVD).

Uddeholm Vancron 40 on kehitetty käytettäväksi ilman pintakäsittelyä.

Kuten muutkin jauhemetallurgisesti valmistetut teräkset, se voidaan kuitenkin pintakäsitellä typettämällä tai PVD/CVD:llä.

## Typetytys

Suositteluaan lyhytaikaista upotusta suolakylpyyn, jolloin syntyy 2–20 µm paksu typettyynyt diffuusiokerros, joka mm. pienentää kitkaa meistin pinnalla.

## PVD

PVD (Physical Vapour Deposition) -menetelmällä saadaan aikaan kulumiskestävä pinnoite 200–500 °C:ssa. Koska Uddeholm Vancron 40 päästetään 560 °C:ssa, PVD-käsittely ei aiheuta mittamuutoksia.

## CVD

CVD (Chemical Vapour Deposition) -menetelmällä kulumiskestävä pinnoite saadaan aikaan n. 1000 °C:n lämpötilassa. Työkalut tulisi karkaista ja päästää alipaine-uunissa pintakäsittelyn jälkeen.

## Kulumiskestävyys

Adhetiivinen kuluminen, kulumiskestävyyden vertailu

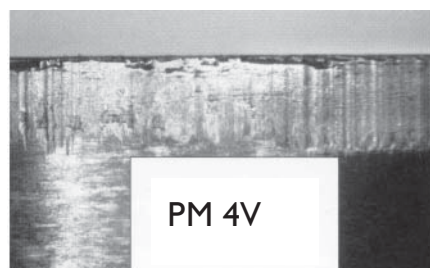
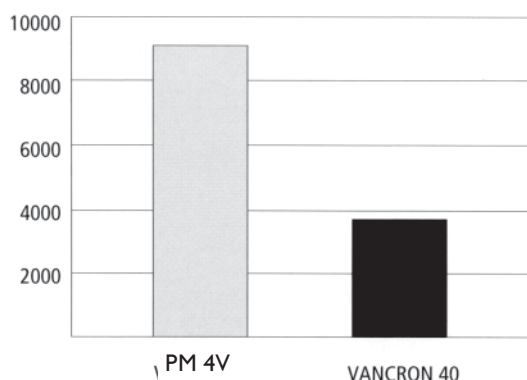
Osa: laboratoriokoekappale

Työkalu: meisti

Työkalun mitat: 10 x 40 mm

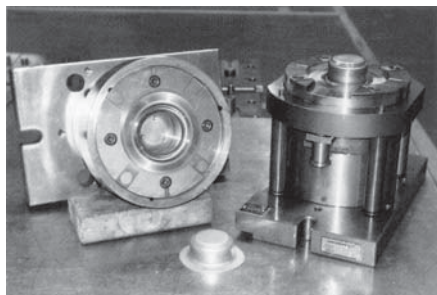
Työmateriaali: 18/8 ruostumaton teräs SS 2331, paksuus 1 mm

Kulumishäviö µm<sup>2</sup>



## Tribologiset ominaisuudet - Case Study

Kylmämuovauspainin, jolla valmistetaan ruostumattomasta teräksestä osia pumpun pesään (Grundfos A/S, Tanska).



## TULOKSET

Uddeholm- min teräs/ pinnoite	VANADIS 23 pinnoitta- maton	VANADIS 10 pinnoitta- maton	VANCRON 40 pinnoitta- maton
Valmistet- tujen osien määrä, kpl	83 000	1 900 000	>18 000 000
Kovuus, HRC	62		64
Vaurio	Kiinnitarttumisen		Edelleen tuotannossa

Uddeholm- min teräs/ pinnoite	VANADIS 23		
	Suolakylpy- typetyys	PVD TiN	CVD TiC/TiN
Valmistet- tujen osien määrä, kpl	160 000	130 000	2 000 000
Kovuus, HRC	62		
Vaurio	Kiinnitarttumisen		Aineen irtoaminen

## Lastuamishjeet

Alla olevat lastuamisparametrit ovat ohjeellisia ja ne on sopeutettava vallitseviin olosuhteisiin. Lisätietoja on Uddeholmin julkaisussa "Lastuamisarvosuosituksia".

## Sorvaus

Lastuamis- parametrit	Sorvaus kovametallilla		Sorvaus pika- teräksellä Hieno- sorvaus
	Karkea- sorvaus	Hieno- sorvaus	
Lastuamis- nopeus $V_c$ m/min	110–160	160–200	20–25
Syöttö $f$ mm/kierros	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Lastuamis- syvyys $a_p$ mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Työstöryhmä ISO	K20* pinnoitettu kovametalli	K15* pinnoitettu kovametalli tai cermet	–

\* Käytä kulumiskestävää  $Al_2O_3$  pinnoitettua kovametallia.

## Poraus

### PIKATERÄSKIERUKKAPORAT

Poran halkaisija mm	Lastuamisnopeus $V_c$ m/min	Syöttö $f$ mm/r
–5	12–14*	0,05–0,10
5–10	12–14*	0,10–0,20
10–15	12–14*	0,20–0,25
15–20	12–14*	0,25–0,35

\*Pinnoitetulle pikateräsporalle  $V_c = 22–24$  m/min

### KOVAMETALLIPORAT

Lastuamis- parametrit	Poratyyppi		
	Kääntöterä	Kovametalli- pora	Juotettu kovametalli- pora <sup>1)</sup>
Lastuamis- nopeus $V_c$ m/min	140–160	80–100	50–60
Syöttö $f$ mm/r	0,05–0,15 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

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

## Jyrsintä

### TASO- JA KULMAJYRSINTÄ

Lastuamis-parametrit	Jyrsintä kovametallilla	
	Karkeajyrsintä	Hienoajyrsintä
Lastuamisnopeus $V_c$ m/min	80–100	100–120
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 tai cermet

\*Käytä kulmiskestävää  $Al_2O_3$  pinnoitettua jyrsintä.

### TAPPIJYRSINTÄ

Lastuamis-parametrit	Jyrsintyyppi		
	Täys-kovametalli	Kovametalli-käntöterä	Pikateräs
Lastuamisnopeus $V_c$ m/min	40–50	70–90	12–15 <sup>1)</sup>
Syöttö $f_z$ mm/hammas	0,01–0,2 <sup>2)</sup>	0,06–0,2 <sup>2)</sup>	0,01–0,3 <sup>2)</sup>
Työstöryhmä ISO	–	K15 <sup>3)</sup>	–

<sup>1)</sup> Pinnoitetulle pikateräsjyrsimelle  $V_c = 20–30$  m/min  
<sup>2)</sup> Riippuen radiaalisesta lastuamissyvyydestä ja jyrsimen halkaisijasta.  
<sup>3)</sup> Käytä kulmiskestävää  $Al_2O_3$  pinnoitettua jyrsintä.

## Hionta

Alla annetaan yleisluonteisia hiomalaikkasuosituksia. Tarkempia ohjeita on saatavana Uddeholmin julkaisusta “Työkaluterästen hionta”.

Hiontamenetelmä	Pehmeäksi-hehkutettu teräs	Karkaistu teräs
Tasohionta suoralla laikalla	A 46 HV	B151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 46 HV
Segmenttihionta	A 36 GV	A 46 GV
Pyöröhionta	A 60 KV	B 151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 60 KV
Sisäpuolinen hionta	A 60 JV	B151 R75 B3 <sup>1)</sup> A 60 IV
Muotohionta	A 100 IV	B126 R100 B6 <sup>1)</sup> A 100 JV

<sup>1)</sup> Suositellaan CBN laikkoja

## Kipinätyöstö

Kipinätyöstettäessä karkaistua ja päästettyä materiaalia, työstö on lopetettava hienokipinätyöstöllä eli alhaisella jännitteellä ja suurella taajuudella. Parhaaseen tulokseen päästään, kun kipinätyöstetty pinta hiotaan ja työkalu päästetään sen jälkeen 535 °C:ssa.