

Yleistä

Uddeholm Calmax on kromi/molybdeeni/vanadiini-seosteinen teräs, jonka ominaisuuksia ovat:

- erinomainen sitkeys
- hyvä kulumiskestävyys
- hyvä läpikarkenevuus
- hyvä mitanpitävyys karkaisussa
- hyvä kiilotettavuus
- hyvä hitsattavuus
- hyvä karkenevuus liekki- ja induktiokarkaisussa

Ohjeanalyysi %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,6	0,35	0,8	4,5	0,5	0,2
Toimitustila	pehmeäsihekkutettu n. 200 HB					
Värimerkintä	valkoinen/violetti					

Käyttökohteet

Uddeholm Calmax sopii kylmätyösovelluksiin sekä tiettyihin muovimuotteihin.

Kylmätyöstö

- meisto ja muovaus; myös vaativat käyttökohteet
- syväveto
- kohomeisto
- monimutkaisten kappaleiden kylmäpursotustyökalut
- valssit
- leikkuuterät
- prototyypityökalut

TAVANOMAISET TERÄKSET/UDDEHOLM CALMAX

Useissa meistotyökaluissa käytetään tavanomaisia työkaluteräksiä kuten O1, A2, D2, D3 tai D6. Näillä teräksillä onkin usein riittävä kulumiskestävyys ja kovuus useimpiin sovelluksiin. Alhainen sitkeys, heikko liekki- ja induktiokarkaistavuus ja huono hitsattavuus saattavat kuitenkin johtaa heikompaan tuottavuuteen ja nostaa kunnossapitokustannuksia yllättävien vaurioiden takia. Uddeholm Calmaxin kehityksessä on tavoitteena ollut mm. edulliset kokonaiskustannukset eli mahdollisimman alhaiset työkalukustannukset valmistettua osaa kohti.

Uddeholm teräs	Abrasiivinen kulumiskest.	Adhesiivinen kulumiskest.	Lohkeilu	Rikkoutuminen	Muodonmuutos
Arne	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■
Caldie	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■

Muovimuotit

YLEISIÄ KÄYTTÖKOhteITA

- pitkien sarjojen muotit
- lujitemuovien muotit
- ahtopuristusmuotit

Erinomaisen sitkeyden ja hyvän kulumiskestävyuden vuoksi Uddeholm Calmax sopii monen tyyppiseen muovaukseen. Calmaxista valmistettu muotti kestää abrasivista kulutusta ja on tuotannossa luotettava ja pitkäikäinen.

Ominaisuudet

Fysikaaliset ominaisuudet

Lämpötila	20 °C	200 °C	400 °C
Tiheys kg/m ³	7 770	7 720	7 650
Kimmomoduuli N/mm ²	194 000	188 000	178 000
Lämpölaajenemis-kerroin per °C, 20 °C->	100 °C:seen 11,7x10 ⁻⁶	200 °C:seen 12,0x10 ⁻⁶	400 °C:seen 13,0x10 ⁻⁶
Lämmönjohtavuus W/m °C	–	27	32
Ominaislämpö J/kg °C	455	525	608

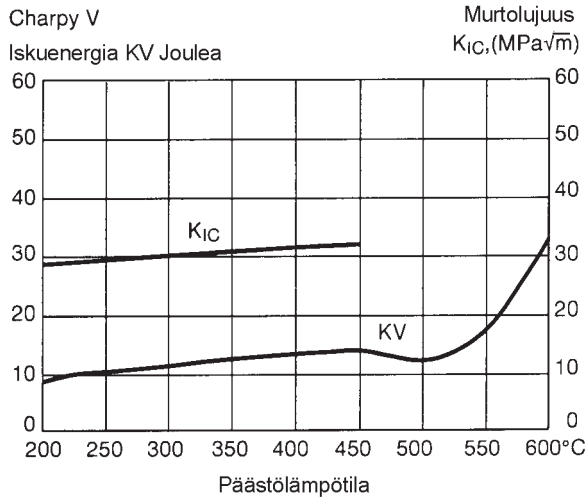
Puristuslujuus

Ohjearvot huoneenlämpötilassa.

Kovuus HRC	R _{cm} N/mm ²	R _{c0,2} N/mm ²
56	2300	1900
58	2500	2000
60	2700	2100

Iskusitkeys

Ohjearvot huoneenlämpötilassa eri päästölämpötiloille. Karkaisu 960 °C:ssa, sammutus ilmassa, päästetty kaksi kertaa.



Lämpökäsittely

Pehmeäksihehkus

Suojaa teräs ja läpikuumenna 860 °C:seen, pitoaika 2 h. Jähdytä tämän jälkeen uunissa 20 °C/h 770 °C:seen, sen jälkeen 10 °C/h 650 °C:seen, ja sen jälkeen vapaasti ilmassa.

Jännitystenpoistohehkus

Rouhintakoneistuksen jälkeen työkalu on läpikuumennettava 650 °C:seen, pitoaika 2 h. Hidas jäädytys 500 °C:seen, sen jälkeen vapaasti ilmassa.

Karkaisu

Esikuumennus: 600–750 °C

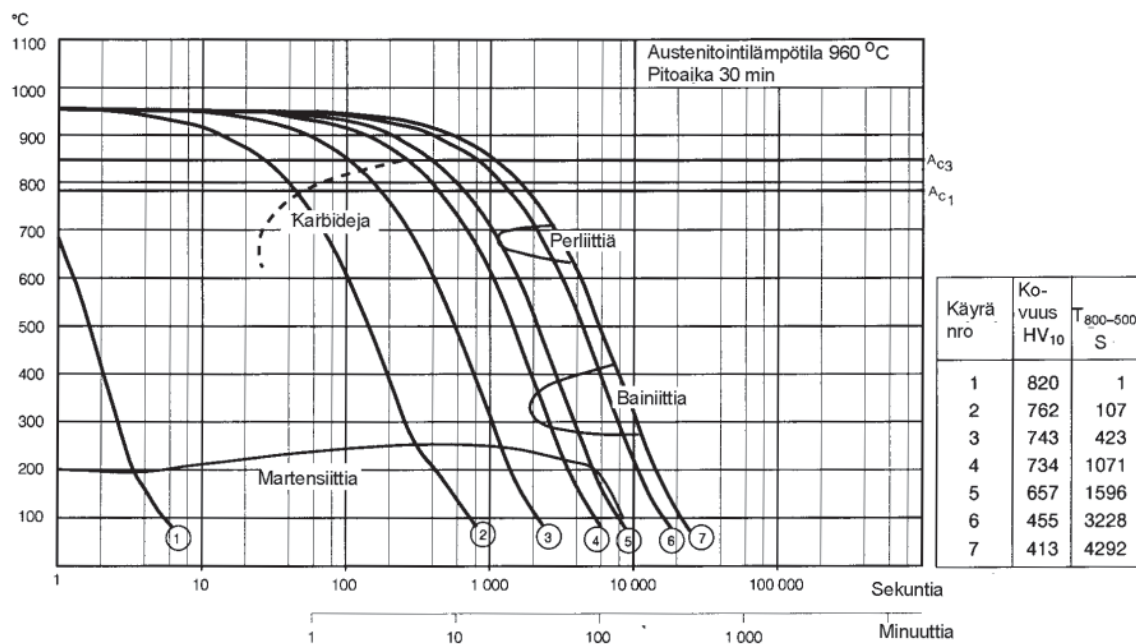
Austenitointilämpötila: 950–970 °C, yleensä 960 °C

Lämpötila °C	Pitoaika* minutteja	Kovuus ennen päästöä HRC
950	30	62
960	30	63
970	30	64

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

CCT-piirros

Austenitointilämpötila 960 °. Pitoaika 30 min.



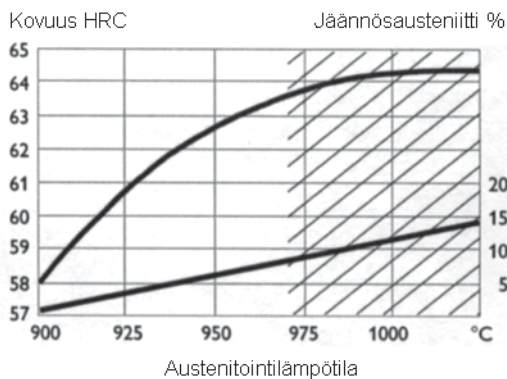
Sammutusaineet


- kiertoilma/kaasu
- alipaineuuni, sammutuskaasu riittävällä ylipaineella
- kuumakylpykarkaisu tai leijupatja 200–550 °C:ssa, minkä jälkeen jäädytys kiertoilmassa.
- öljy

Huom. 1: Sammutus öljyssä lisää mittamuutos- ja halkeamisriskiä.

Huom. 2: Päästä työkalu välittömästi, kun se on jäähtynyt 50–70 °C:seen.

Kovuus ja jäännösausteniitti austenitointilämpötilan funktiona

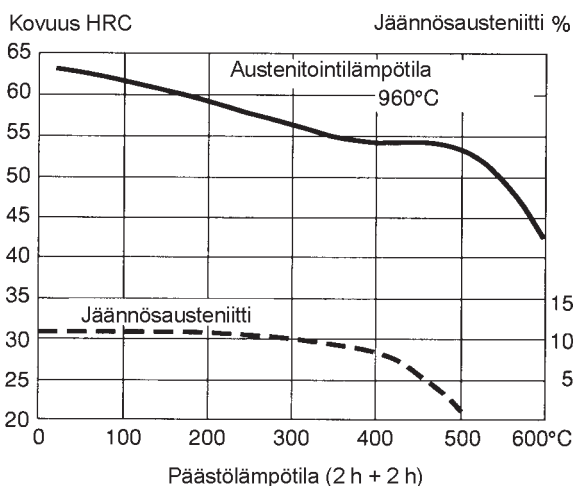


 Alue, jolla raekoko mahdollisesti kasvaa ja sen seurauksena sitkeys heikkenee

Päästö

Valitse päästölämpötila käyrästä halutun kovuuden mukaan. Päästä kaksi kertaa. Jäädytä päästöjen välillä huoneenlämpötilaan. Alhaisin päästölämpötila 180 °C, pitoaika vähintään 2 h.

Päästökäyrä

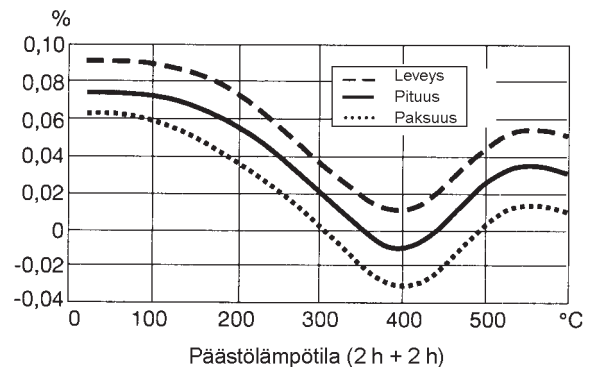


Mittamuutokset

Lämpökäsittelyssä tapahtuvat mittamuutokset vaihtelevat lämpötilasta, lämpökäsittelylaitteistosta ja jäädytystavasta riippuen. Työkalun koolla ja geometrisella muodolla on myös oleellinen merkitys. Tästä syystä työkaluun on jätettävä valmistuvaiheessa riittävät työvarat mittamuutosten varalta. Työvarasuositus Uddeholm Calmaxille on 0,20 %.

Alla on esimerkki mittamuutoksista 100x100x10 mm laatassa

Karkaisu: 960 °C/30 min/ilma.



Pintakäsittely

Työkaluja pintakäsitellään kitkan vähentämiseksi ja kulumiskestävyyden parantamiseksi. Yleisimpiä pintakäsittelymenetelmiä ovat typetys ja pinnoitus kulutustakeävillä pinnoitteilla, esimerkiksi CVD:llä ja PVD:llä. Kaksi yleisesti käytettyä typetysmenetelmää ovat plasmatypetys ja kaasutypetys. Plasmatypetys suoritetaan yleensä kaasutypetystä alhaisemmassa lämpötilassa ja siksi sitä suositellaan Uddeholm Calmaxille, mikäli perusaineen kovuuden on oltava ~54 HRC.

Typetysmenetelmä	Lämpötila °C	Aika h	Pinta-kerroksen paksuus µm	Peruskovuus HRC	Pinta-kovuus HV
Plasma	465*)	18	200	54	1075
Kaasu	510*)	12	200	52	1075

* Typetyslämpötilan on oltava 15–25 °C alhaisempi kuin edellinen päästölämpötila.

Paksu pintakerros vähentää työkalun sitkeyttä merkittävästi. Pintakerroksen paksuus, jota säädelään typetysajan pituudella, on valittava käyttökohteen mukaan.

Uddeholm Calmax voidaan myös CVD-pinnoittaa, mutta lämpötila ei saa nousta yli 960 °C. Työkalu on karkaistava uudelleen pinnoituksen jälkeen.

PVD-pinnoitus voidaan suorittaa 200–500 °C lämpötilassa. 200 °C:ssa perusaineen kovuudesta tulee suurempi kuin

500 °C:ssa. Pinnoite tarttuu kuitenkin perusaineeseen paremmin 500 °C:ssa. PVD-pinnoitus on suoritettava noin 20 °C alhaisemmassa lämpötilassa kuin edellinen päästö.

Lastuamishjeet

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

Taulukoissa olevat suositukset koskevat Uddeholm Calmaxia pehmeäsihekkutettuna, kovuus n. 200 HB

Sorvaus

Lastuamisparametrit	Sorvaus kovametallilla		Sorvaus pikateräksellä Hienosorvaus
	Karkeasorvaus	Hienosorvaus	
Lastuamisnopeus V_c m/min	150–200	200–250	20–25
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	P20–P30 pinnoitettu kovametalli	P10 pinnoitettu kovametalli tai cermet	–

Jyrsintä

TASO- JA KULMAJYRSINTÄ

Lastuamisparametrit	Jyrsintä kovametallilla	
	Karkeajyrsintä	Hienojyrsintä
Lastuamisnopeus V_c m/min	160–240	240–280
Syöttö f_z mm/hammas	0,2–0,4	0,1–0,2
Lastuamissyvyys a_p mm	2–5	–2
Työstöryhmä ISO	P20–P40 pinnoitettu kovametalli	P10–P20 pinnoitettu kovametalli tai cermet

TAPPIJYRSINTÄ

Lastuamisparametrit	Jyrsintyyppi		
	Täyskovametalli	Kovametallikäntöterä	Pikateräs
Lastuamisnopeus V_c m/min	120–150	150–200	40–45 ¹⁾
Syöttö f_z mm/hammas	0,006–0,2 ²⁾	0,06–0,2 ²⁾	0,01–0,35 ²⁾
Työstöryhmä ISO		P15–P40	–

¹⁾ Pinnoitetulle pikateräsjyrsimelle $V_c = n \cdot 55–60$ m/min

²⁾ Riippuen radiaalisesta lastuamissyvyydestä ja jyrsimen halkaisijasta

Poraus

PIKATERÄSKIERUKKAPORAT

Poran halkaisija mm	Lastuamisnopeus V_c m/min	Syöttö f mm/kierros
–5	13–15*	0,05–0,10
5–10	13–15*	0,10–0,20
10–15	13–15*	0,20–0,25
15–20	13–15*	0,25–0,30

* Pinnoitetulle pikateräsporalle $V_c = 23–25$ m/min

KOVAMETALLIPORAT

Lastuamisparametrit	Poratyyppi		
	Täyskovametallipora	Kovametallikäntöpora	Juotettu kovametallipora ¹⁾
Lastuamisnopeus V_c m/min	120–150	210–230	70–100
Syöttö f mm/kierros	0,10–0,35 ²⁾	0,03–0,12 ²⁾	0,15–0,40 ²⁾

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

Hionta

Alla olevassa taulukossa on esitetty yleisluonteisia hiomalaikkasuosituksia. Lisätietoja Uddeholmin julkaisusta "Työkaluterästen hionta".

Hiontamenetelmä	Pehmeäksi-hehkutettu teräs	Karkaistu teräs
Tasohionta suoralla laikalla	A 46 HV	A 46 HV
Segmenttihionta	A 24 GV	A 36 GV
Pyöröhionta	A 46 LV	A 60 KV
Sisäpuolinen hionta	A 46 JV	A 60 JV
Muotohionta	A 100 LV	A 120 JV

Hitsaus

Uddeholm Calmaxin hitsaus onnistuu hyvin seuraavilla ohjeilla:

- Hitsaa mahdollisimman lyhyellä valokaarella. Hitsauspuikon on oltava railokylkiin nähden kohtisuorassa reunahaavan välttämiseksi. Puikko pidetään 78–80 ° kulmassa kuljetussuuntaan nähden.
- Suurissa korjauksissa ensimmäiset palot hitsataan aina pehmeällä lisäaineella. Kaksi ensimmäistä kerrosta hitsataan samalla puikkohalkaisijalla ja virralla.
- Suurissa korjauksissa työkalu on aina esikuumennettava.
- Railot on esivalmisteltava huolellisesti.

TIG-HITSAUS

Hitsauslisäaine	Kovuus hitsattuna HRC	Kovuus uudelleen-karkaistuna HRC	Esikuumennus °C
UTPA 73G2 UTPA 67S Calmax/Carmo TIG-Weld	53–56 55–58 58–61	51 52 58–61	200–250

PUIKKOHITSAUS

Hitsauslisäaine	Kovuus hitsattuna HRC	Kovuus uudelleen-karkaistuna HRC	Esikuumennus °C
UTP 67 S Calmax/ Carmo Weld	55–58 58–61	52 58–61	200–250

Jotta hitsaus onnistuu kiillotuksen ja fotosyövytyksen jälkeen mahdollisimman hyvin, hitsaus on suoritettava saman koostumuksen omaavalla lisäaineella eli Uddeholm Calmax/Carmo:lla.

Lämpökäsittely hitsauksen jälkeen

KARKAISTU TERÄS

Päästä 10–20 °C alle aikaisemman päästölämpötilan.

PEHMEÄKSIHEHKUTETTU TERÄS

Läpikuumenna 860 °C:seen suojakaasussa. Jäähdytä uunissa 10 °C/h 650 °C:seen, ja sen jälkeen vapaasti ilmassa.

Lisätietoja työkaluterästen hitsauksesta on Uddeholmin julkaisussa "Työkaluterästen hitsaus".

Kipinätyöstö

Mikäli kipinätyöstö tehdään karkaistulle ja päästetylle materiaalille, työkalu on päästettävä vielä kerran edellistä päästöä 25 °C alaisemmassa lämpötilassa.

Fotosyövytys ja kiillotus

Koska Uddeholm Calmaxin mikrorakenne on erittäin homogeeninen ja ei-metallisten sulkeumien määrä vähäinen, fotosyövytystulos on tasainen ja pinnanlaatu kiillotuksen jälkeen erittäin hyvä. Teräksen koostumuksesta johtuen fotosyövytys on suoritettava runsaasti kromia sisältävälle teräksille tarkoitetulla aineella.

Lisätietoja on Uddeholmin julkaisussa "Työkaluterästen fotosyövytys".