

Produkt- og egenskabsprofil

Rigor er et konventionelt fremstillet krom-molybdænavanium legeret stål, hvis vigtigste egenskaber er:

- God skærbarhed
- God målbestandighed ved hærkning
- Høj trykstyrke
- Gode gennemhærkningsegenskaber
- God slidstyrke

Retningsanalyse %	C 1,0	Si 0,3	Mn 0,6	Cr 5,3	Mo 1,1	V 0,2
Normer	AISI A2, BA2, W.-Nr. 1.2363, Euro X 100 CrMoV 5					
Leveringstilstand	Blødgødet til ca. 215 HB					
Farvemærkning	Rød/grøn					

Anvendelsesområder

Blandt Uddeholms værktøjsstål placerer Rigor sig mellem Arne og Sverker 21. Kvaliteten tilbyder en førsteklasses kombination af god slidstyrke og sejhed. Det kan derfor betragtes som et universalstål inden for koldarbejde.

I skærende værktøjer giver Rigor gennem sin sejhed stor sikkerhed mod afflisning i æggen.

I mange tilfælde er værktøjsøkonomien blevet bedre med dette stål end med værktøj lavet af typer med høje kul- og kromindhold.

Rigor har langt bedre bearbejdnings- og slibeegenskaber.

Værktøj til:	Materialetykkelse	HRC
<i>Klipning</i>		
Koldklipning, lokning	> 3 mm	60-62
Kapning, stansning	3-6 mm	56-60
Afgratning	6-10 mm	54-56
<i>Korte slagsakse til koldklipning</i>		
Granuleringsknive til plastaffald		56-60
Afgratningsværktøjer til smedede emner	Varmt Koldt	58-60 56-58

Andre værktøjer	Hårdhed HRC
Bukning, optræk, trykrulning	56-62
Prægeværktøjer, kold	56-60
Rør og profilvalser	58-62
Prægestempler til koldprægning	58-60
Sænkmedeblokke	56-60
Måledorne, måleværktøjer, styreskiner, bøsninger. Forme og indsatse til tabletstanser, slidende plast	58-62

Egenskaber

Fysiske data

Nedenstående data gælder for Rigor i hærdet og anløbet tilstand med en hårdhed på 62 HRC.

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Densitet Kg/m ³	7.750	7.700	7.650
Elasticitetsmodul N/mm	190.000	185.000	170.000
Varmeudvidelses-koefficient pr. °C fra 20°C	–	11,6 x 10 ⁻⁶	11,3 x 10 ⁻⁶
Varmeledningsevne* W/m°C	26,0	27,0	28,5
Specifik varme J/kg °C	460	–	–

*) Varmeledningsevne er vanskelig at måle. Værdien kan ikke gives med højere sikkerhed end ± 15%.

Trykstyrke

De angivne værdier er retningsgivende.

Hårdhed	62 HRC	60 HRC	55 HRC
Flydespænding, Rc0,2 N/mm ²	2200	2150	1800

Varmebehandling

Blødgødnig

Beskyt stålet mod afkulning og gennemvarm det til 850°C. Derefter afkøling i ovn med 10°C pr. time til 650°C, hvorefter der køles i fri luft.

Afspændingsgødnig

Efter grovbearbejdning bør emnet opvarmes til 650°C. Temperaturen fastholdes i 2 timer, hvorefter der køles langsomt, til man har opnået en temperatur på 500°C, hvorefter der køles i fri luft.

Hærdning

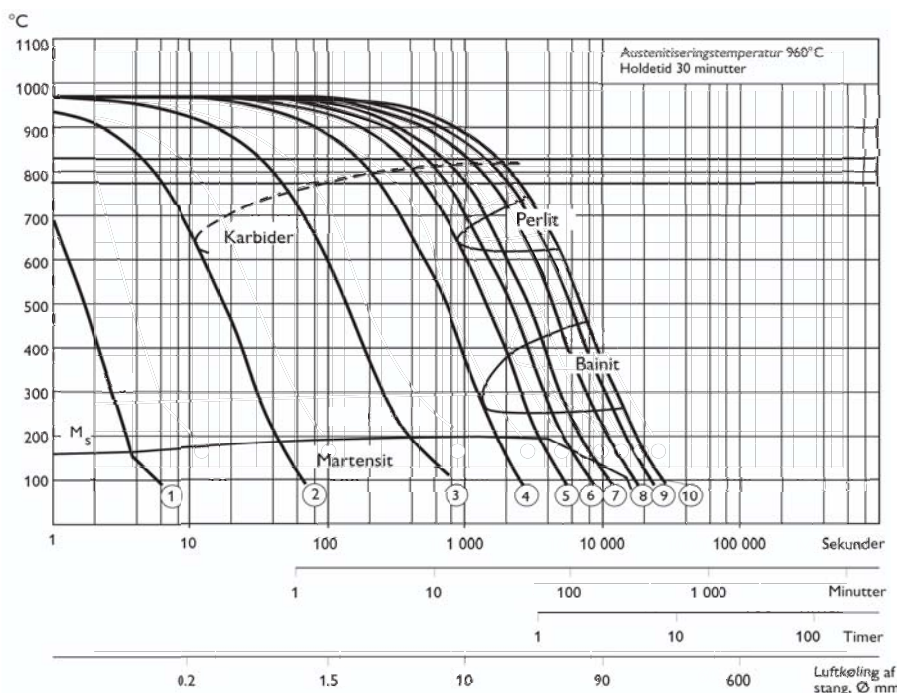
Forvarmningstemperatur: 650-750°C
 Austenitiseringsstemperatur: 925-970°C
 Normalt 960°C

Temperatur °C	Holdetid * min.	Hårdhed før anløbning
925	40	63 ±2 HRC
960	30	64 ±2 HRC
970	20	64 ±2 HRC

**) Holdetid = Tid ved hærdetemperaturen efter emnet er fuldstændigt gennemvarmt. Beskyt emnet mod afkulning og oxidering under opvarmning og hærdning.*

CCT-diagram

Austenitiseringsstemperatur 960°C. Holdetid 30 minutter



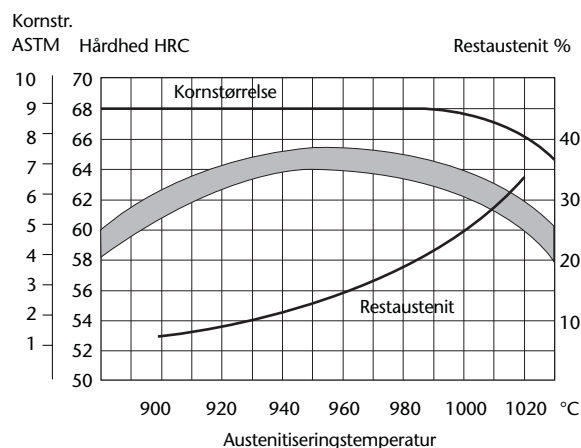
Kølekurve	Hårdhed nr.HV 10	T ₈₀₀₋₅₀₀ (sek.)
1	858	1
2	847	13
3	847	100
4	813	502
5	803	1071
6	698	1593
7	585	2138
8	514	3228
9	437	4292
10	387	5228

Kølemedie

- Vakuunkøling med gasovertryk (2-6 bar)
- Saltbad eller hvirvelbad ved 180-220°C eller 450-550°C
- Olie (gælder kun små enkle dimensioner)
- Blæseluft

Anløb emnet så snart temperaturen er nede på 50-70°C.

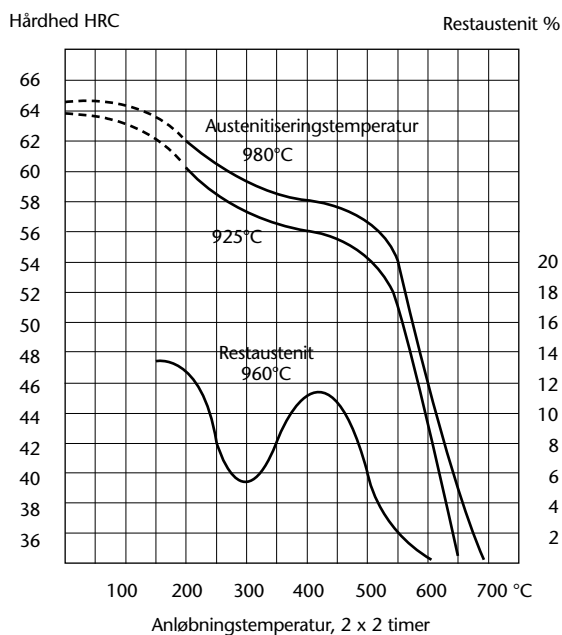
Hårdhed, kornstørrelse og restaustenit som funktion af austenitiseringsstemperaturen



Anløbning

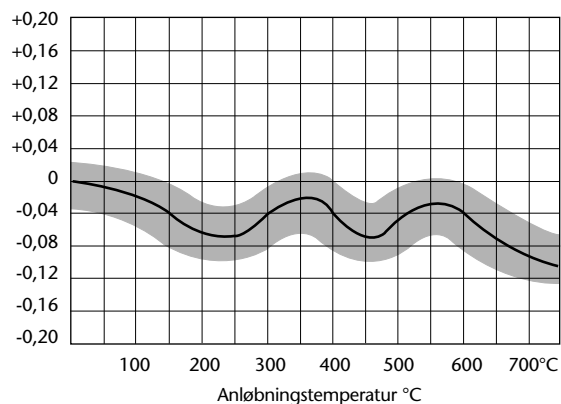
Hårdheden reguleres med anløbningstemperaturen (se nedenstående skema). Anløb altid 2 gange af 2 timers varighed efter fuld gennemvarmning. Materialet køles til rumtemperatur mellem hver anløbning. Mindste anløbningstemperatur er 180°C.

Anløbningsdiagram



Dimensionsændringer efter anløbning

Dimensionsændring %



Bemærk: Måleændringerne ved hærkning og anløbning skal lægges sammen.

Dybkøling

For at opnå maksimal dimensionsstabilitet kan følgende anbefales:
Dybkøling ved -40°C til -80°C i 3-4 timer. Denne behandling giver en hårdhedsforøgelse på 1-3 HRC.

Undgå komplicerede former, da risiko for revner foreligger.

Dimensionsstabilitet

Dimensionsstabilitet efter hærkning
Testdimension: 100 x 100 x 25 mm

Dimensionsændringer efter hærkning

		Bredde %	Længde %	Tykkelse %
Oliehærkning fra 960°C	min.	-0,10	-0,02	-
	max.	-0,05	+0,06	-0,05
Vakuumbhærkning fra 960°C	min.	+0,04	+0,06	-
	max.	+0,05	+0,08	+0,04
Lufthærkning fra 960°C	min.	+0,08	+0,13	-
	max.	+0,14	+0,15	+0,04

Nitrering

Nitreringen giver et hårdt overfladelag, som er meget bestandigt over for slitage og erosion. Nitringlaget forhøjer også korrosionsbestandigheden. Overfladehårdheden efter nitring ved 525°C i ammoniakgas bliver ca. 1000 HV1.

Nitrerings-temperatur°C	Nitreringstid timer	Nitreringsdybde mm
525	20	ca. 0,20
525	30	ca. 0,30
525	60	ca. 0,40

To timers tenifring ved 570°C giver en overfladehårdhed på ca. 900 HV1. Det tenifrede lag med denne hårdhed bliver ca. 10-20 µm.

Bearbejdningsdata

De anførte bearbejdningsdata, som er udarbejdet på Uddeholms laboratorium gælder for Rigor i blødgødet tilstand. De er vejledende og skal tilpasses den lokale maskinpark.

Drejning

Bearbejdningsdata	Drejning med hårdmetal		Drejning med HSS Slet-drejning
	Skrub-drejning	Slet-drejning	
Skærehastighed (vc) m/min.	110-160	160-210	18-23
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,2-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3
Spåndybde (ap) mm	2-4	0,5-2	0,5-2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P30 Belagt hårdmetal	P10 Belagt hårdmetal eller keramik	-

Boring

HSS spiralbor

Bordiameter mm	Skærehastighed (Vc) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
-5	14-16*	0,05-0,15
5-10	14-16*	0,15-0,20
10-15	14-16*	0,20-0,25
15-20	14-16*	0,25-0,35

*) For belagte HSS-bor vc ~ 24-26 m/min.

Hårdmetalbor

Bearbejdningsdata	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal ¹⁾
Skærehastighed (vc) m/min.	150-170	80-100	50-60
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,05-0,25 ²⁾	0,10-0,25 ²⁾	0,15-0,25 ²⁾

1) Bor med udskiftelig eller pålodet platte

2) Afhængig af bordiameter

Fræsning

Plan - og kantfræsning

Bearbejdningsdata	Fræsning med hårdmetal	
	Grovfræsning	Sletfræsning
Skærehastighed (vc) m/min.	130-200	200-240
Tilspænding (fz) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2
Spåndybde (ap) mm	2-4	<2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P40 Belagt hårdmetal	P10-P20 Belagt hårdmetal eller keramik



Værktøj i Rigor. 3.000.000 emner blev fremstillet inden værktøjet skulle slibes op.

Pindfræsning

Bearbejdningsdata	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS
Skærehastighed (vc) m/min.	80-120	120-170	15-20 ¹⁾
Tilspænding (fz) mm/tand	0,03-0,20 ²⁾	0,08-0,2 ²⁾	0,05-0,35 ²⁾
ISO bearbejdningsgruppe	K20	P20-P40 Belagt hårdmetal	-

1) For belagte endefræsere vc ~ 30-35 m/min.

2) Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

Slibning

Generelle anbefalinger for slibeskiver.

Type af slibning	Blødgødet tilstand	Hærdet tilstand
Planslibning (baneslibning)	A 46 HV	A 46 HV
Planslibning (segment)	A 24 GV	A 36 GV
Rundslibning	A 46 LV	A 60 KV
Hulslibning	A 46 JV	A 60 IV
Profilslibning	A 100 KV	A 120 JV

Svejsemetode	Arbejds-temperatur	Tilsats-materiale	Hårdhed efter svejsning
Svejsning med belagte elektroder MMA	200-250°C	AWS E 312 ESAB OK 84.52 UTP 67S Castolin 2 Castolin N 102	300 HB 53-54 HB 55-58 HRC 54-60 HRC
TIG svejsning	200-250°C	AWS ER 312 UTPA 67S UTPA 73 G2 Castotig 45303 W	300 HB 55-58 HRC 53-56 HRC 60-64 HRC

Gnistbearbejdning

Når gnistbearbejdning foretages i hærdet og anløbet tilstand afsluttes altid med en fingnistning, det vil sige lav spænding og høj frekvens. For at opnå de bedste egenskaber i Rigor bør den gnistede overflade slibes/poleres bort.

Efter gnistbearbejdning foretages en anløbning ved en temperatur på max 25°C under den tidligere anvendte anløbningstemperatur i 2 timer for at mindske spændingsforholdet i den gnistede overflade.

Svejsning

Svejsning af Rigor kræver, at der tages hensyn til følgende:

- Svejsning ved forhøjet arbejdstemperatur
- God fugeforberedelse
- Elektrodevalg og strengopbygning
- Værktøjer som skal poleres eller fotoætses skal svejdes med TIG tilsatsmateriale.

Relativ sammenligning af Uddeholms Koldarbejdsstål

Materialeegenskaber og evnen til at modstå skadesmekanismer

Uddeholm ståltype	Hårdhed/ modstand mod plastisk deformation	Skærbar- hed	Slibbar- hed	Dimensions- stabilitet	Modstandsavne mod		Modstand mod	
					Abrasivt slid	Adhæsivt slid	udflisning/ duktilitet	totalhavari/ sejhed
ARNE	■	■■■■■	■■■■■	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■
CALDIE (ESR)	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■
RIGOR	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■	■
SLEIPNER	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■	■
SVERKER 21	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■	■
SVERKER 3	■	■	■	■■■■■	■■■■■	■	■	■
VANADIS 4 EXTRA	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■■■■■	■
VANADIS 6	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■
VANADIS 10	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■
VANADIS 23	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■

For yderligere information

Kontakt Uddeholm for yderligere information om stålvalg, varmebehandling og anvendelsesområder for Uddeholms værktøjsstål.
Tlf. 75 51 70 66.