

Egenskabsprofil

Unimax er et krom-molybdæn-vanadium legeret stål, som er produceret efter de nyeste produktions- og raffineringemetoder. De vigtigste egenskaber er:

- Særlig god sejhed og duktilitet i alle retninger
- God modstandsdygtighed imod slid
- God dimensionsstabilitet, både under varmebehandling og i brug
- Særlig gode gennemhærdnings egenskaber
- God anløbningsbestandighed
- Særlig gode poleringsegenskaber

Retningsanalyse %	C 0,5	Si 0,2	Mn 0,5	Cr 5,0	Mo 2,3	V 0,5
Leveringstilstand	Blødgjødning til ca. 185 HB					
Farvemærkning	Brun/grå					

Anvendelsesområder

Unimax har en profil som gør stålet særlig velegnet til applikationer hvor der kræves stor sejhed og duktilitet, men samtidig også ønskes en forholdsvist stor hårdhed som:

- Forme der skal producere store serier
- Forme med stor modstandsdygtighed imod indtrykningsmærker
- Forme til støbning med armerede plasttyper

Unimax kan også bruges som problemløser til svære koldarbejdsapplikationer, hvor der kræves en stor modstandsdygtighed imod udflisning som f.eks. ved:

- Stansning i tykt og hårdt materiale
- Koldsmedning
- Gevindrulning

Generelt vil Unimax meget ofte være en glimrende løsning til applikationer hvor der både kræves stor sejhed og stor hårdhed, også som konstruktionstål og til varmarbejdsapplikationer.

Kritiske værktøjsstål parametre for

Værktøjets ydeevne

- Optimal hårdhed for anvendelsesområdet
- Stor modstandsdygtighed overfor slid
- Høj duktilitet/sejhed

Stor hårdhed hænger ofte sammen med lav duktilitet/sejhed og omvendt. I mange tilfælde er en stor hårdhed ønskeligt, samtidig med at en høj duktilitet/sejhed er nødvendig.

Unimax er udviklet med henblik på netop at opnå denne kombination af meget høj duktilitet/sejhed og stor hårdhed op til 58 HRC, som kræves af et højtydende værktøj.

Værktøjets fremstilling

- Bearbejdelse
- Varmebehandling
- Dimensionsstabilitet under varmebehandling

For at bearbejde Unimax på bedste vis, anbefales det nøje at følge anvisningerne under afsnittet bearbejdningsdata. En meget stor fordel ved Unimax er at gennemhærdningsegenskaberne er særlig gode hvilket betyder at der opnås stor og ensartet hårdhed, også i store dimensioner. Dimensionsstabiliteten er særlig god og ikke mindst at den er meget ensartet i alle retninger, gør at man ikke under varmebehandlingen får store målforandringer. Dette er med til at reducere bearbejdningsomkostningerne efter varmebehandling.

Egenskaber

Fysiske data

Nedenstående data gælder for Unimax i hærdet og anløbet tilstand med en hårdhed på 56-58 HRC.

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Densitet kg/m ³	7.790	–	–
Elasticitetsmodul N/mm	213.000	192.000	180.000
Varmeudvidelseskoefficient pr. °C fra 20°C	–	11,5 x 10 ⁻⁶	12,3 x 10 ⁻⁶
Varmeledningsevne* W/m°C	–	25	28
Specifik varme J/kg °C	460	–	–

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

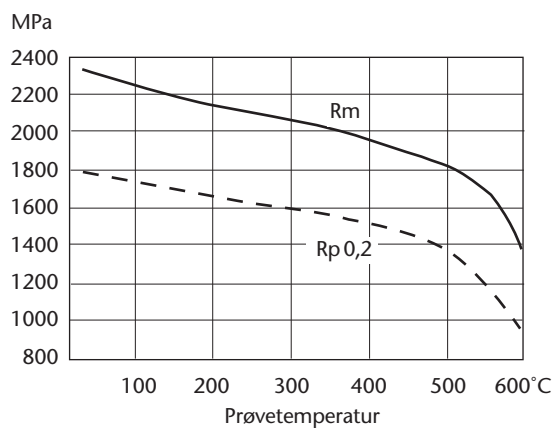
Mekaniske egenskaber

Alle værdier er retningsvisende.
Trækstyrke, testet ved rumtemperatur.

Hårdhed	54 HRC	56 HRC	58 HRC
Strækgrænse, R _{p0,2}	1720 MPa	1780 MPa	1800 MPa
Trækstyrke, R _m	2050 MPa	2150 MPa	2280 MPa
Forlængelse, A ₅	9%	8%	8%
Indsnøring, Z	40%	32%	28%

Retningsvisende styrke ved forhøjede temperaturer

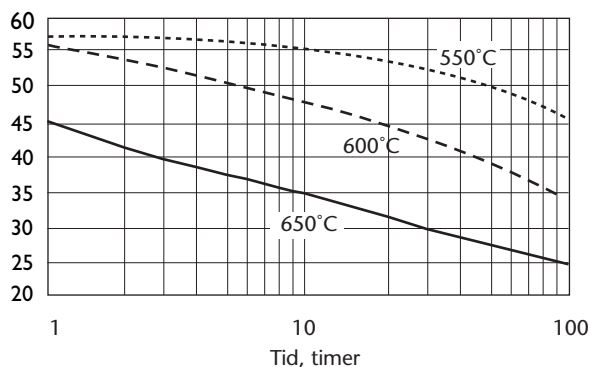
Prøverne er udtaget i længderetningen. Hærdet ved 1030°C og anløbet 2 x 525°C, til HRC 58.



Holdetidens indvirkning på hårdheden ved forhøjede temperaturer

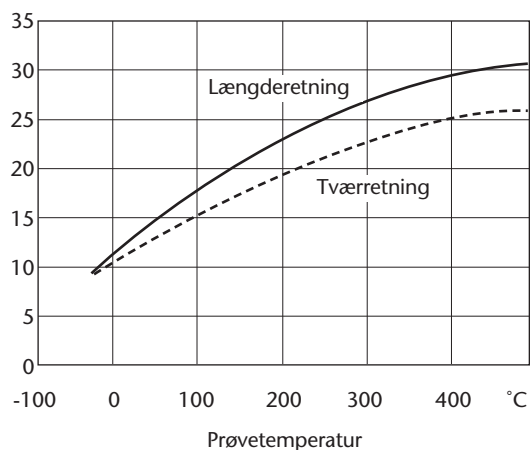
Alle prøverne er hærdet og anløbet til 57 HRC og derefter holdt på forskellige temperaturer fra 1 til 100 timer.

Hårdhed, HRC



Temperaturens indvirkning på slagsejheden

Slagsejhed, Charpy V, J



Varmebehandling

Blødgødning

Beskyt stålet mod afkulning og gennemvarm det til 850°C, holdetid 2 timer. Derefter afkøling i ovn med 10°C pr. time til 600°C, hvorefter der køles i fri luft.

Afspændingsglødning

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, derefter køles i fri luft.

Hærdning

Forvarmningstemperatur: 600-650°C og 850-900°C
 Normalt 650 og 850°C
 Austenitiseringsstemperatur: 1000 – 1030°C
 Normalt 1030°C

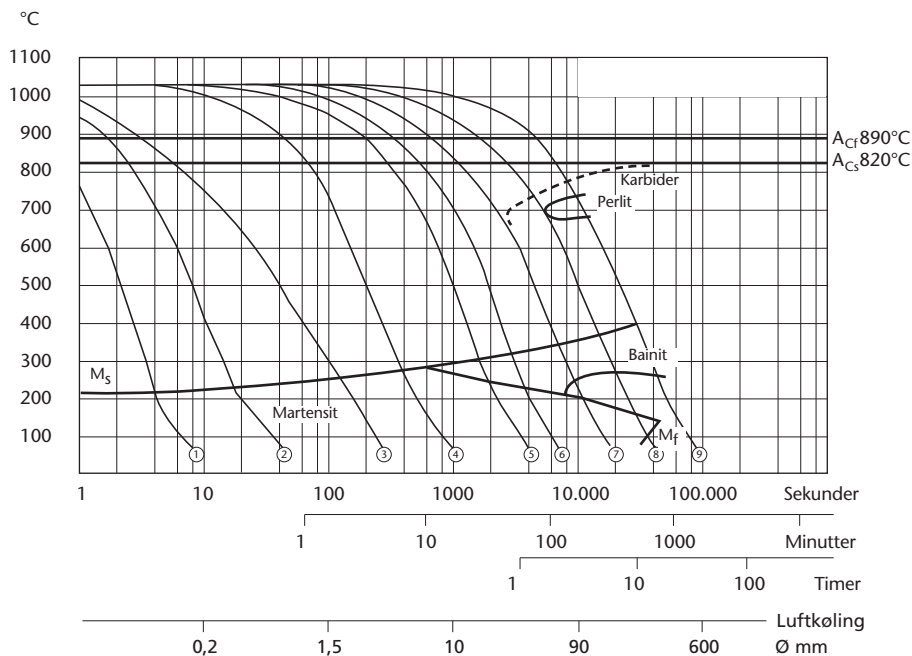
Temperatur °C	Holdetid * minutter	Hårdhed før anløbning
1000	30	61 HRC
1030	30	63 HRC

Holdetid = Tid ved hærdetemperaturen efter emnet er fuldstændigt gennemvarmt.

Beskyt emnet mod afkulning og oxidering under opvarmning og hærdning.

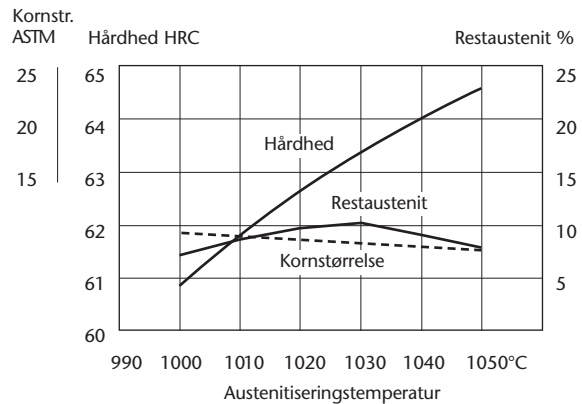
CCT-diagram

Austenitiseringsstemperatur 1030°C
 Holdetid 30 minutter



Kølekurve nr.	Hårdhed HV 10	T ₈₀₀₋₅₀₀ (sek.)
1	835	1
2	819	5
3	798	33
4	782	140
5	724	630
6	712	1064
7	674	2900
8	525	6250
9	476	13850

Hårdhed, kornstørrelse og restaustenit som funktion af austenitiseringsstemperaturen



Kølemedie

- Vakuunkøling, gasovertryk (4-6 bar)
- Saltbad, hvirvelbad 550°C

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

Se skema nederst på siden.

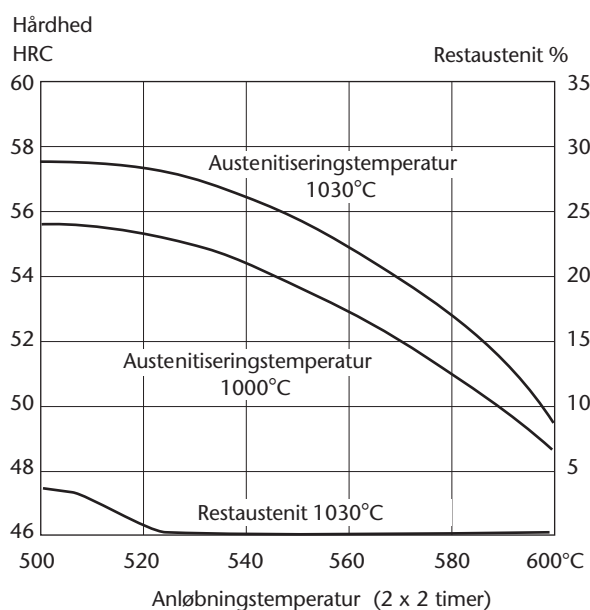
Anløbning

Hårdheden reguleres med anløbningstemperaturen, ifølge nedenstående skema.

Anløb altid min. 2 x 2 timer. Materialet køles til rumtemperatur imellem hver anløbning.

Mindste anløbningstemperatur 525°C.

Anløbningsdiagram

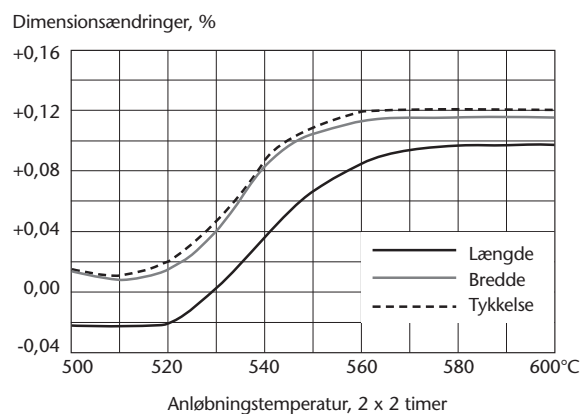


Dimensionsstabilitet

Dimensionsændringer målt efter hærkning og anløbning

Prøveemnerne måler 100 x 100 x 100 mm og er hærket ved 1030°C.

Dimensionsændringer efter hærkning og anløbning, i længde, bredde og tykkelses retning.



Overfladebelægning

For nogle værktøjer kan der være behov for at opnå en lavere friktion og større slidstyrke. Disse egenskaber kan opnås ved nitrering eller ved overfladebelægning som f.eks. CVD eller PVD.

Den høje hårdhed og sejhed gør sammen med en god dimensionsstabilitet Unimax til et velegnet basismateriale for overfladebehandlinger.

Nitrering og nitrokarburering

Nitrering og nitrokarburering giver et hårdt overfladelag, der er meget modstandsdygtig over for slid og påklæbninger. Efter nitrering er overfladehårdheden ca. 1000 – 1200 HV0,2kg. Lagets tykkelse bør vælges meget omhyggeligt efter applikation.

PVD

Physical Vapour Deposition, PVD, er en belægning, som udføres ved en temperatur mellem 200-500°C. Belægningen forøger grundmaterialets slidstyrke og sænker friktionen. Varmebehandlingen skal tilpasses den efterfølgende belægning med en anløbningstemperatur, der er højere end procestemperaturen. Hårdhed efter belægning 1800-3600 HV.

CVD

Chemical Vapour Deposition, CVD, er en belægning, som udføres ved en temperatur på ca. 1000°C, også denne belægning forøger slidstyrken på grundmaterialet.

Efter belægningen foretages en hærkning af værktøjsstålet i vakuum for at beskytte den belagte overflade. Ved denne belægningsform er det vigtigt, at værktøjsstålet er formstabilt.

Bearbejdningsdata

De anførte bearbejdningsdata, som er udarbejdet på Uddeholms laboratorium, gælder for Unimax i leveringstilstand blødgødet ca. 185 HB. De er vejledende og skal tilpasses den lokale maskinpark.

Drejning

Bearbejdningsdata	Drejning med hårdmetal		Drejning med HSS
	Skrubdrejning	Sletdrejning	Sletdrejning
Skærehastighed (v_c) m/min.	150-200	200-250	15-20
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,2-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3
Spåndybde (a_p) mm	2-4	0,5-2	0,5-2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P30 Belagt hårdmetal	P10 Belagt hårdmetal eller cermet	–

Fræsning

Plan- og kantfræsning

Bearbejdningsdata	Fræsning med hårdmetal	
	Grovfræsning	Sletfræsning
Skærehastighed (v_c) m/min.	120-170	170-210
Tilspænding (f_z) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2
Spåndybde (a_p) mm	2-4	0,5-2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P30 Belagt hårdmetal	P10 Belagt hårdmetal eller cermet

Pindfræsning

Bearbejdningsdata	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS
Skærehastighed (v_c) m/min.	120-150	110-150	20-25 ¹⁾
Tilspænding (f_z) mm/tand	0,01-0,2 ²⁾	0,06-0,2 ²⁾	0,01-0,30 ²⁾
ISO bearbejdningsgruppe	–	P20-P30	–

1) For belagte endefræsere $v_c \sim 35-40$ m/min.

2) Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

Boring

HSS spiralbor

Bor diameter mm	Skærehastighed (V_c) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
<5	15-20*	0,05-0,10
5-10	15-20*	0,10-0,20
10-15	15-20*	0,20-0,30
15-20	15-20*	0,30-0,35

*) For belagte HSS-bor $v_c \sim 35-40$ m/min.

Hårdmetalbor

Bearbejdningsdata	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal ¹⁾
Skærehastighed (v_c) m/min.	180-220	120-150	60-90
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,03-0,10 ²⁾	0,10-0,25 ²⁾	0,15-0,25 ²⁾

1) Bor med indvendig kølekanal og en loddet hårdmetal platte.

2) Afhængig af bordiameter.

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 LV	A 120 KV

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 Unimax 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 Unimax kræver, at der tages hensyn til følgende:

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

Svejsemetode	TIG	MMA
Forvarmings-temperatur	200-250°C	200-250°C
Tilsatsmateriale	UTP ADUR600 UTP A73G2	UP 67S UTP 73G2
Arbejdstemp.	350°C	350°C
Køling efter svejsning	20-40°C/time de to første timer, derefter frit i luft.	
Hårdhed efter svejsning	54-60 HRC	55-58 HRC
Anløbning efter svejsning:		
<i>I hærdet tilstand</i>	Anløbning ved 510°C i 2 timer	
<i>I blødgødet tilstand</i>	Blødgøres i henhold til afsnittet om varmebehandling	

For yderligere information

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