

Produkt- og egenskabsprofil

Sleipner er et konventionelt fremstillet værktøjsstål, der dækker et meget stort område indenfor abrasiv- og adhæsiv slitage. Det har følgende generelle egenskaber:

- Høj adhæsiv slidstyrke
- Høj modstand mod udflisning
- Høj trykstyrke
- Høj hårdhed efter højtemperaturanløbning
- Gode gennemhærdningsegenskaber
- God målstabilitet
- God anløbningsbestandighed
- Gode egenskaber for trådnistning
- God bearbejdelighed
- Godt basismateriale for overfladebelægning

Retningsanalyse %	C 0,9	Si 0,9	Mn 0,5	Cr 7,8	Mo 2,5	V 0,5
Leverings tilstand	Blødgødet til ca. 235 HB					
Farvemærkning	Blå/brun					

Anvendelsesområder

Sleipner har en egenskabsprofil, hvor man kan anvende hårdheden som et parameter for at opnå en optimal modstand mod abrasiv- og adhæsivt slid. Da stålet samtidig har en sejhed, der gør det modstandsdygtigt mod udflisning, kan det anvendes indenfor et meget bredt produktionsområde. Sleipner opnår en hårdhed på >60 HRC ved en højaneløbning. Dette betyder, at der er en meget god trykstyrke til at bære en belægning, og belægningstemperaturen for nitrering og PVD får ingen indflydelse på strukturen i værktøjsstålet. Sleipner anbefales til middellange seriestørrelser, der kræver modstand mod blandet slid (abrasiv-adhæsiv) samt høj modstand mod udflisning.

Eksempler:

- Klipning -og finklipning
- Formning
- Prægning
- Koldsmedning
- Kold ekstrudering
- Gevindrulning
- Træk- og dybtrækning

Egenskaber

Fysiske data

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

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Densitet Kg/m ³	7.730	7.680	7.620
Elasticitetsmodul N/mm ² Kp/mm ²	205.000	190.000	180.000
Varmeudvidelses - koefficient - efter lavtemperatur- anløbning (60 HRC) pr.°C, fra 20°C	-	12,7 x 10 ⁻⁶	-
Varmeudvidelses - koefficient - efter højtemperatur- anløbning pr.°C, fra 20°C	-	11,6 x 10 ⁻⁶	12,4x10 ⁻⁶
Varmeledningsevne W/m°C	-	20	25
Specifik varme J/kg °C	460	-	-

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

Trykstyrke

De angivende værdier er retningsvisende.

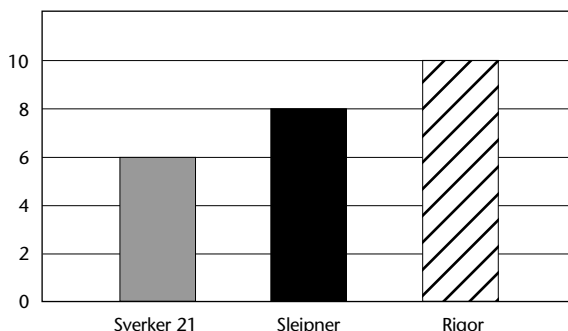
Hårdhed HRC	Trykflydegrænse R _{co,2} MPa
50 HRC	1.700
55 HRC	2.050
60 HRC	2.350
62 HRC	2.500
64 HRC	2.650

Modstand mod udflisning

Relativ modstand mod udflisning for Sverker 21, Sleipner og Rigor med samme hårdhed. Point 1-10, 10 er bedst. (jvf. skema)

Modstand mod udflisning

Relativ udflysningsmodstand



Varmebehandling

Blødgødning

Beskyt stålet mod afkulning og gennemvarm det til 850°C. Køl derefter langsomt ned med 10°C pr. time til 650°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: 650-750°C
 Austenitiseringsstemperatur: 950-1080°C,
 Normalt 1030-1060°C
 Holdetid: 30 min.*

*) Holdetid = Tid ved hærdetemperaturen efter emnet er fuldstændigt gennemvarmt.

Beskyt emnet mod afkulning og oxidering under opvarmning og hærdning.

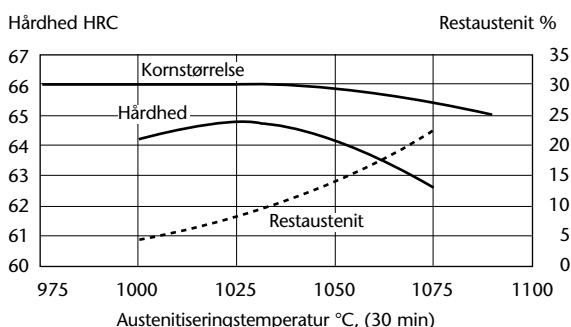
Kølemedie

- Olie (kun ved meget simple geometrier)
- Vakuunkøling med gasovertryk (3-6 bar)
- Saltbad eller hvirvelbad ved 500-550°C
- Saltbad eller hvirvelbad ved 200-350°C

Kølingen foretages kontinuerligt indtil temperaturen er ca. 50-70°C.

Anløbningen foretages umiddelbart efter.

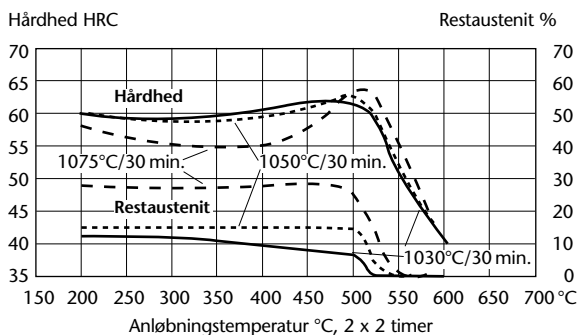
Hårdhed og restaustenit som funktion af austenitiseringsstemperaturen



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.

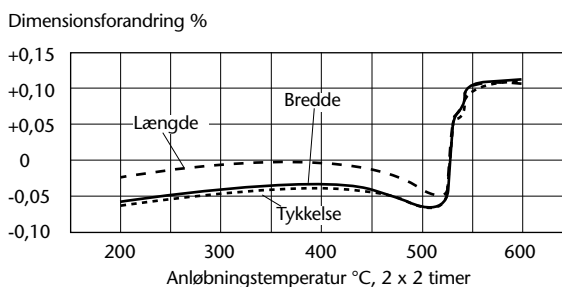
Anløbningsdiagram



Dimensionsstabilitet

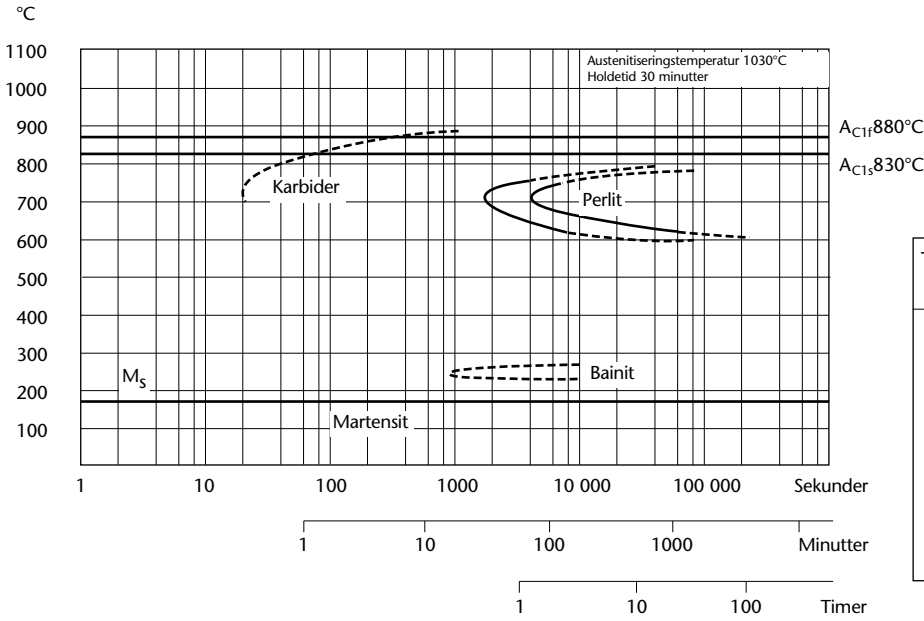
Dimensionsændringerne måles efter austenitisering ved 1030°C/30 min. efterfulgt af køling ved gas i vakuumovn ved 0,75°C/s mellem 800°C og 500°C. Anløb 2 x 2 timer ved forskellige temperaturer. Størrelse på prøveemne: 100 x 100 x 100 mm.

Dimensionsforandringer som funktion af anløbningstemperaturen



TTT-diagram

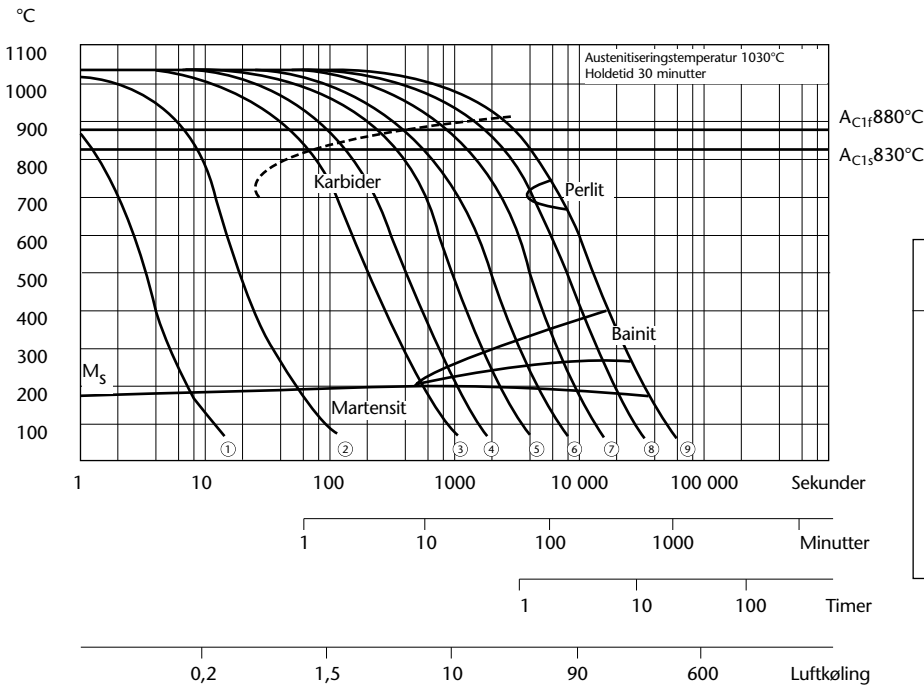
Austeniseringstemperatur 1030°C
Holdetid 30 minutter



Temperatur °C	Tid (timer)	Hårdhed HV 10
800	31,0	498
750	3,1	266
725	1,6	309
700	3,0	304
650	19,6	239
600	23,3	724
300	7,0	813
250	16,3	803
200	23,4	813

CCT-diagram

Austeniseringstemperatur 1030°C
Holdetid 30 minutter

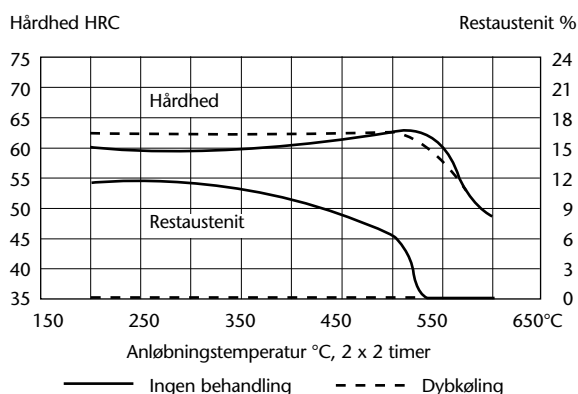


Kølekurve nr.	Hårdhed HV 10	$T_{800-500}$ (sek.)
1	824	2
2	824	11
3	813	140
4	813	280
5	813	630
6	813	1241
7	724	2482
8	649	5215
9	572	8360

Dybkøling

Emner, der kræver maksimal dimensionsstabilitet, kan dybkøles ved -70°C til -180°C umiddelbart efter hærkning i 1-3 timer efterfulgt af en anløbning. Denne behandling vil give en hårdhedsforøgelse på ca. 1 HRC. Undgå komplekse geometrier, da de risikerer at revne.

Hårdhed og restaustenit som funktion af anløbningstemperatur og dybkøling



Overfladebelægning

For nogle værktøjer kan der være behov for at opnå en lavere friktion og større slidstyrke. Disse egenskaber kan opnås ved nitring eller ved overfladebelægning som f.eks. CVD eller PVD. Den høje hårdhed og sejhed gør sammen med en god dimensionsstabilitet Slepner til ideelt basismateriale for overfladebehandlinger.

Nitring og nitrokarburering

Nitring og nitrokarburering giver et hårdt overfladelag, der er meget modstandsdygtigt over for slid og adhæsivt slid. Efter nitring er overfladehårheden ca. 1100 HV_{0,2 kg}. Lagets tykkelse bør vælges meget omhyggeligt efter applikationen.

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 >3000 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.

Bearbejdningsdata

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

Drejning

Bearbejdningsdata	Drejning med hårdmetal		Drejning med HSS
	Skrubdrejning	Sletdrejning	Sletdrejning
Skærehastighed (vc) m/min.	100-150	150-200	17-22
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,2-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3
Spåndybde (ap) mm	2-4	0,5-2	0,5-3
ISO bearbejdningsgruppe	K20, P20 Belagt hårdmetal	K10, P15 Belagt hårdmetal	-

Boring

HSS spiralbor

Bor diameter mm	Skærehastighed (Vc) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
<5	13-18*	0,05-0,10
5-10	13-18*	0,10-0,20
10-15	13-18*	0,20-0,25
15-20	13-18*	0,25-0,30

*) For TIN-belagte HSS-bor vc ~ 25-35 m/min.

Hårdmetalbor

Bearbejdnings-data	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal ¹⁾
Skærehastighed (v _c) m/min.	140-160	80-100	45-55
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,05-0,15 ²⁾	0,10-0,25 ²⁾	0,15-0,25 ²⁾

1) Bor med udskiftelig eller pålodet hårdmetalsplatte

2) Afhængig af bor-diameter

Fræsning

Plan - og kantfræsning

Bearbejdnings-data	Fræsning med hårdmetal	
	Grovfræsning	Sletfræsning
Skærehastighed (v _c) m/min.	110-180	180-220
Tilspænding (f _z) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2
Spåndybde (a _p) mm	2-5	<2
ISO bearbejdningsgruppe	K20-P20 Belagt hårdmetal	P10-P20 Belagt hårdmetal eller keramik

Pindfræsning

Bearbejdnings-data	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS
Skærehastighed (v _c) m/min.	80-120	100-140	13-18 ¹⁾
Tilspænding (f _z) mm/tand	0,006-0,2 ²⁾	0,06-0,2 ²⁾	0,01-0,35 ²⁾
ISO bearbejdningsgruppe		P15-P40	–

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

2) Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

Slibning

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 JV
Profilslibning	A 100 KV	A 120 JV

Svejsning

Sleipner kan svejses med godt resultat, hvis der tages hensyn til følgende:

- Fugerne skal forberedes omhyggeligt.
- Svejsning skal udføres ved forhøjet arbejdstemperatur. Svejs de første to strenge med samme elektrodediameter og strømstyrke.
- Svejs altid med så kort lysbue som muligt. Elektroden skal holdes vinkelret mod fugesiderne for at undgå indbrændingssår. Desuden skal elektroden holdes i en vinkel på 75-80° mod svejseretningen.
- Svejs altid de første strenge med et blødt tilsatsmateriale ved store svejsereparationer.

Tilsatsmateriale

TIG-svejsning

Tilsatsmateriale	Hårdhed efter svejsning
Type AWS ER312	300 HB (for bufferlager)
UTP A67S	55-58 HRC
UTP A696	60-64 HRC
CastoTig 45303*	60-64 HRC
Caldie Tig-Weld	58-62 HRC

*) Max. 4 strenge pga. fare for revnedannelse.

MMA-svejsning

Tilsatsmateriale	Hårdhed efter svejsning
Type AWS E312	300 HB (for bufferlager)
Castolin Eutec Trode 2	54-60 HRC
UTP 67S	55-58 HRC
UTP 69	60-64 HRC
Castolin Eutec Trode 6	60-64 HRC
Caldie Tig-Weld	58-62 HRC

Forvarmningstemperatur

Værktøjets temperatur bør holdes konstant under hele svejseproceduren.

	Blødgødet	Hærdet
Hårdhed	230 HB	60-62 HRC
Forvarmnings-temperatur	250°C	250°C
Temperatur ved mellemstreng	400°C	400°C

Varmebehandling efter svejsning

	Blødgødet	Hærdet
Hårdhed	230 HB	60-62 HRC
Afkølnings-hastighed	20-40°C/h de første 2 timer, derefter i fri luft	
Varmebehandling	Blødgødning Hærdning Anløbning	Anløb 10-20°C under den sidste anløbningstemp.

Flammehærdning

Anvend oxygen/acetylen ved udrustning med en kapacitet på 800-1250 l/h.

Gastryk: oxygen 2,5 bar, acetylen 1,5 bar. Juster så der opnås en neutral flamme.

Temperatur: 980-1020°C, køles i fri luft.

Hårdheden på overfladen bliver 58-62 HRC og ved 3-3,5 mm under overfladen 41 HRC (400 HB). (ca. 10 mm ved induktionshærdning).

Gnistbearbejdning - EDM

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 Sleipner 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. Ved gnistbearbejdning af større emner eller komplicerede former skal Sleipner anløbes ved høje temperaturer over 500°C.

Yderligere information

Kontakt Uddeholm for yderligere information om stålvalg, varmebehandling og anvendelsesområder for Uddeholms værktøjsstål.

Tlf. 75 51 70 66

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	Modstandsevne 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	■	■	■	■	■	■	■	■
VANCRON 40	■	■	■	■	■	■	■	■