

Produkt- og egenskabsprofil

Vanadis 4 Ekstra er et højtlegeret krom-molybdæn-vanadium-legeret stål, som er fremstillet ved hjælp af pulvermetallurgi. Det har følgende generelle egenskaber:

- Meget god sejhed/duktilitet
- Stor abrasiv-adhæsiv slidstyrke
- Stor trykstyrke
- God dimensionsstabilitet ved varmebehandling og i drift
- Meget fine gennemhærdningsegenskaber
- Meget god varmeledningsevne
- God bearbejdelighed

Betegnelsen SuperClean³ betyder, at materialet har en ekstrem høj renhed, som er opnået gennem de nyeste 3generations pulvermetallurgiske processer og tæt kvalitetsstyring. Denne høje renhed giver endnu bedre værdier på poleringsegenskaber og på sejhed/duktilitet.

Retningsanalyse %	C 1,4	Si 0,4	Mn 0,4	Cr 4,7	Mo 3,5	V 3,7
Leverings tilstand	Blødgjødnet til ca. 230 HB					
Farvemærkning	Grøn/hvid - med sort linie					

Anvendelsesområder

Vanadis 4 Ekstra er specielt velegnet til applikationer hvor adhæsivt slid og/eller udflysning er dominerende problemer, som f.eks. hvor emnematerialet er:

- Bløde og/eller klæbende materialer som austenitisk rustfrit stål, blødt stål, kobber og aluminium
- Tykt produktionsmateriale
- Højstyrkestål

Vanadis 4 Ekstra er også meget velegnet for stansning og optræk af ultra højstyrke stålplade, som kræver stor modstandsdygtighed mod abrasivt slid og høj duktilitet/sejhed. Anvendelsesområder hvor egenskaberne især viser deres værdi, er f.eks:

- Stansning og optrækning
- Finstansning
- Koldflydning
- Pulverpresning
- Dybtrækning
- Knive
- Basismateriale for overflade belægning

Kritiske værktøjsstål parametre for

Værktøjets ydeevne

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

Stor slidstyrke hænger ofte sammen med lav duktilitet/sejhed og omvendt. I mange tilfælde er både stor modstandsdygtighed mod slid, og høj duktilitet/sejhed afgørende for et værktøjs ydeevne. Vanadis 4 Ekstra har netop denne ekstrem gode kombination af slidstyrke og duktilitet/sejhed som kræves af et højtlydende værktøj.

Værktøjfremstilling

- Bearbejdelighed
- Varmebehandling
- Dimensionsstabilitet under varmebehandling

Bearbejdning af højtlegeret værktøjsstål har traditionelt været vanskeligt at bearbejde sammenlignet med lavere legerede typer, hvilket har betydet højere fremstillingsomkostninger.

Som følge af en meget præcis legeringssammensætning og den nyeste pulvermetallurgiske fremstillingsproces, har Vanadis 4 Ekstra en bedre bearbejdelighed end traditionelt værktøjsstål af Sverker 21 typen. En meget stor fordel ved Vanadis 4 Ekstra er at dimensionsstabiliteten, efter hærdning og anløbning, er meget bedre end alle andre kendte højtlydende koldarbejdsstål. Dette gør at Vanadis 4 Ekstra til et meget velegnet stål for f.eks. CVD belægning.

Egenskaber

Fysiske data

Nedenstående data gælder for Vanadis 4 Ekstra i hærdet og anløbet tilstand med en hårdhed på 60 HRC.

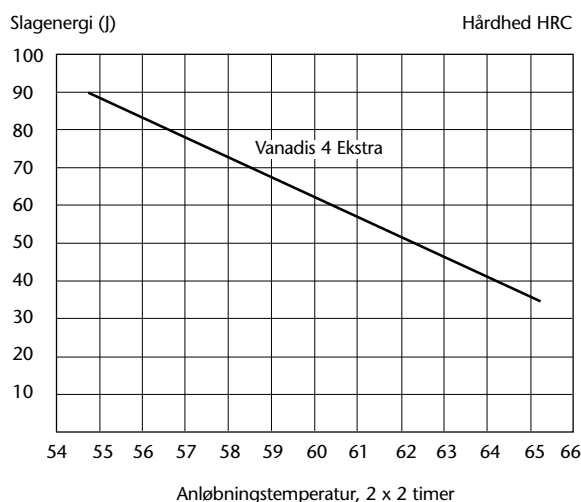
Temperatur	20°C	200°C	400°C
Densitet Kg/m ³	7.700	-	-
Elasticitetsmodul N/mm	206.000	200.000	185.000
Varmeudvidelseskoefficient pr. °C fra 20°C	-	10,9 x 10 ⁻⁶	11,7 x 10 ⁻⁶
Varmeledningsevne* W/m ² °C	-	30	30
Specifik varme J/kg °C	460	-	-

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

Slagsejhed

Slagsejhedstesten er foretaget ved rumtemperatur og ved forskellige hårdheder.

Testemnet er slebet, uden kærved og dimensionen 7 x 10 x 55 mm., udtaget i tværretningen.



Varmebehandling

Blødgødnig

Beskyt stålet mod afkulning og gennemvarm det til 900°C. Derefter afkøling i ovn med 10°C pr. time til 750°C, hvorefter der køles i fri luft.

Afspændingsglødnig

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: 600-700°C

Austenitiseringsstemperatur: 940-1150°C

Normalt 1030°C

For godstykkelser > 70 mm anbefales 1060°C.

Holdetid: minimum 30 min. op til 1100°C,

15 min. over 1100°C

Holdetid = tid ved hærdetemperaturen efter at emnet er fuldstændigt gennemvarmt. Holdetid mindre end 30 min. vil resultere i lavere hårdhed. Beskyt emnet mod afkulning og oxydering under opvarmning og hærdning.

Kølemedie

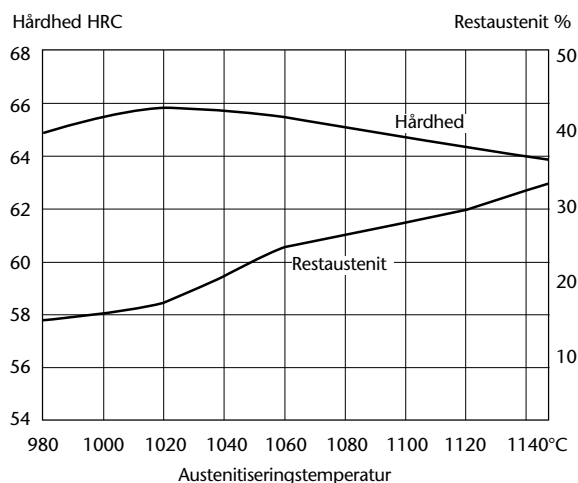
- Vakuunkøling med gasovertryk (3-5 bar)
- saltbad eller hvirvelbad ved 500-550°C/200-350°C, derefter køling i fri luft

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

Anløbningen foretages umiddelbart efter.

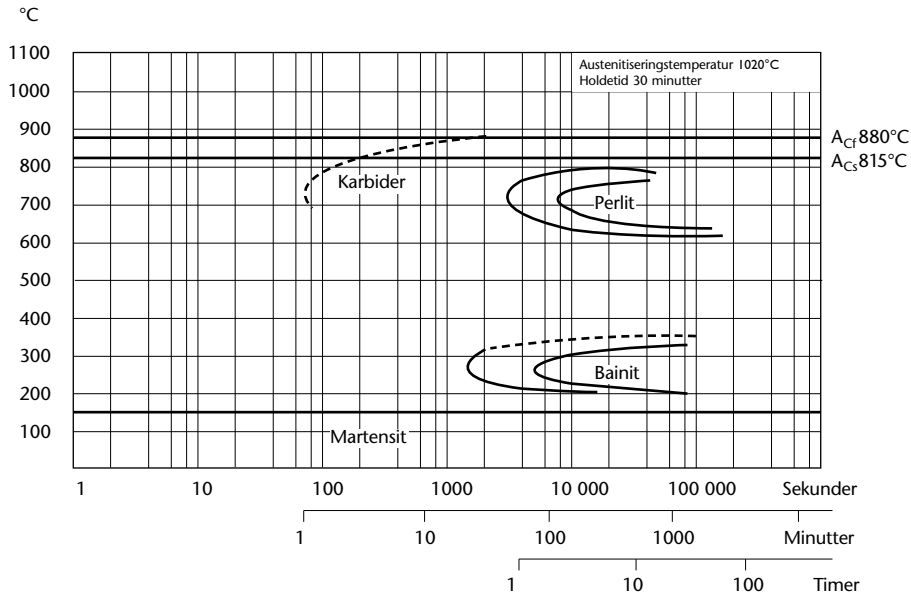
For at opnå optimale egenskaber i værktøjet, bør kølehastigheden være den højest mulige, med hensyntagen til acceptable formforandringer. Saltbadskøling af godstykkelser >70 mm. bør efterfølgende køles med blæseluft for at opnå den rette hårdhed.

Hårdhed og restaustenit som funktion af austenitiseringsstemperaturen



TTT-diagram

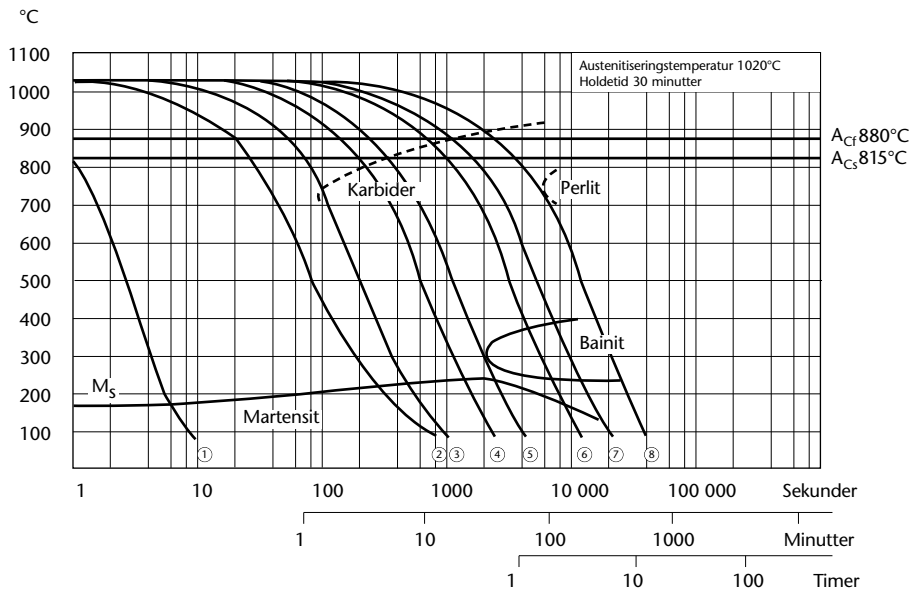
Austenitiseringsstemperatur 1020°C
Holdetid 30 minutter



Temperatur °C	Tid (timer)	Hårdhed HV 10
750	23,0	240
700	3,0	327
650	65,0	322
600	19,8	835
350	70,9	824
300	3,1	548
250	19,4	592
200	26,2	642

CCT-diagram

Austenitiseringsstemperatur 1020°C
Holdetid 30 minutter



Kølekurve nr.	Hårdhed HV 10	T ₈₀₀₋₅₀₀ (sek.)
1	858	1
2	858	53
3	858	139
4	858	415
5	858	700
6	649	2077
7	548	3500
8	519	7000

Anløbning

Hårdheden reguleres med anløbningstemperaturen (se nedenstående skemaer).

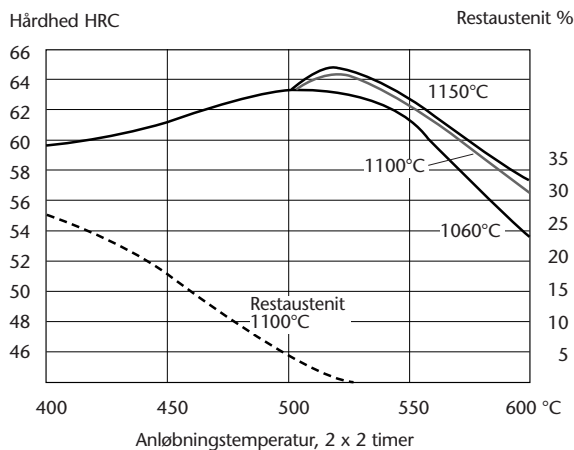
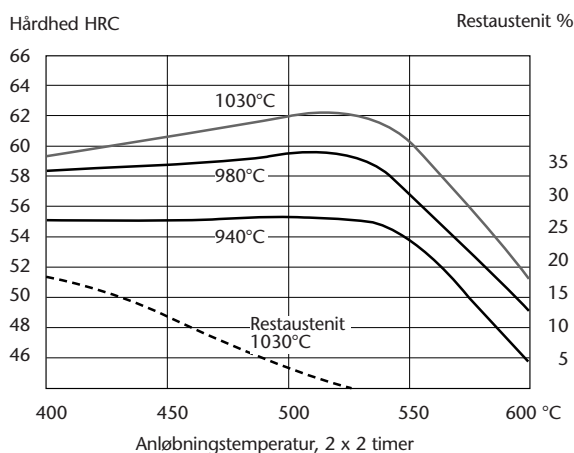
Anløb altid 2 gange af 2 timers varighed efter fuld gennemvarmning.

Materialet køles til rumtemperatur mellem hver anløbning.

Mindste anløbningstemperatur er 525°C.

Anløbning under 525°C bør undgås, p.g.a. højt indhold af restaustenit.

Anløbningsdiagram

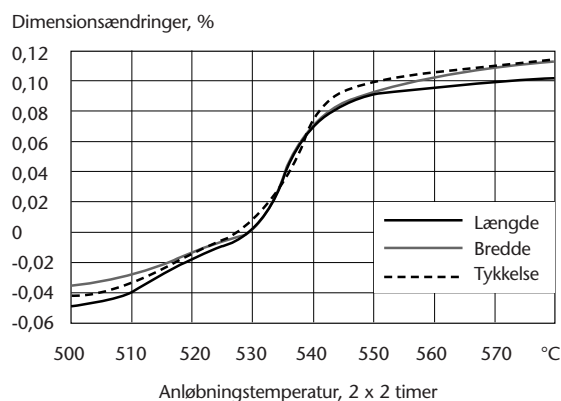


Dimensionsstabilitet

Dimensionsændringer målt efter hærning og anløbning

Prøveemnerne måler 80 x 80 x 80 mm og er hærnet ved 1030°C.

Dimensionsændringer efter hærning 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 VANADIS 4 Ekstra til et ideelt basismateriale for overfladebehandlinger.

Nitrering og nitrokarburering

Nitrering og nitrokarburering giver et hårdt overfladelag, der er meget modstandsdygtig over for slid og adhæsivt slid. Ionnitrering som foretages ved temperatur under anløbningstemperaturen er at foretrække. Efter nitrering er overfladehårdheden ca. 1150 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.

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 hærdning af værktøjsstålet i vakuum for at beskytte den belagte overflade. Ved denne belægningsform er det vigtigt, at værktøjsstålet er formstabil. Det er Vanadis 4 Ekstra og andre Uddeholm stål, der er fremstillet ved hjælp af pulvermetallurgi.

Bearbejdningsdata

De anførte bearbejdningsdata, som er udarbejdet på Uddeholms laboratorium, gælder for Vanadis 4 Ekstra i leveringstilstand blødgødet ca. 230 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.	120-170	170-220	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	0,5-3
ISO bearbejdningsgruppe	K20, P20*	K15, P15*	–

* Anvend Al₂O₃-belagt hårdmetal.

Boring

HSS spiralbor

Bor diameter mm	Skærehastighed (V _c) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
<5	12-14*	0,05-0,15
5-10	12-14*	0,15-0,25
10-15	12-14*	0,25-0,30
15-20	12-14*	0,30-0,35

*) For belagte HSS-bor v_c ~ 22-24 m/min.

Hårdmetalbor

Bearbejdningsdata	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal ¹⁾
Skærehastighed (v _c) m/min.	140-160	80-100	50-60
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 platte

2) Afhængig af bordiameter

Fræsning

Plan - og kantfræsning

Bearbejdningsdata	Fræsning med hårdmetal	
	Grovfræsning	Sletfræsning
Skærehastighed (v _c) m/min.	110-150	150-200
Tilspænding (f _z) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2
Spåndybde (a _p) mm	2-4	<2
ISO bearbejdningsgruppe	K20, P20*	K15, P15*

*) Anvend Al₂O₃-belagt hårdmetal.

Pindfræsning

Bearbejdningsdata	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS ¹⁾
Skærehastighed (v _c) m/min.	60-80	110-160	8-12
Tilspænding (f _z) mm/tand	0,03-0,2 ²⁾	0,08-0,2 ²⁾	0,05-0,35 ²⁾
ISO bearbejdningsgruppe	–	K15 ³⁾	–

1) For belagte endefræsere v_c ~ 18-24 m/min.

2) Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

3) Anvend Al₂O₃-belagt hårdmetal.

Slibning

Generelle anbefalinger for slibeskiver

Type af slibning	Blødgødet tilstand	Hærdet tilstand
Planslibning (baneslibning)	A 46 HV	B151 R50 B3 ¹⁾ A 46 HV ²⁾
Planslibning (segment)	A 24 GV	A 46 FV ²⁾
Rundslibning	A 60 KV	B151 R75 B3 ¹⁾ A 60 KV ²⁾
Hulslibning	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹⁾ A 60 KV ²⁾
Profilslibning	A 100 LV	B126 R100 B6 ¹⁾ A 80 JV ²⁾

1) Bornitridskiver anbefales til denne operation.

2) Slibeskiver der indeholder abrasiv af sintret type anbefales

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 Vanadis 4 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.

For 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/ modstandsevne mod plastisk deformation	Skærbarhed	Slibbarhed	Dimensions- stabilitet	Modstandsevne mod		Duktilitet/ modstandsevne mod udflisning	Sejhed/ modstandsevne mod totalhavari
					Abrasivt slid	Adhæsivt slid		
ARNE	████	██████	██████	█	██	██	██	██
CALMAX	██	██████	██████	████	█	██	██████	████
RIGOR	██	██████	██	████	██	██	█	██
SLEIPNER	████	██████	██	████	████	████	██	██
SVERKER 21	██	████	██	██	████	█	█	██
SVERKER 3	████	█	█	██	██████	█	█	█
VANADIS 4 EKSTRA	████	██████	██	██████	████	████	████	██
VANADIS 6	████	█	█	████	████	████	████	██
VANADIS 10	████	█	█	████	██████	████	██	█
VANADIS 23	████	████	██	████	████	████	████	██