

## CHARAKTERISTIKA

Cr - Mo - V stredne legovaná nástrojová ocel', s nasledovnými charakteristickými vlastnosťami:

- vysoká vrubová húževnatosť
- dobrá odolnosť proti opotrebovaniu
- dobrá prekaliteľnosť
- dobrá rozmerová stabilita pri kalení
- dobrá leštiteľnosť
- dobrá opraviteľnosť naváraním
- dobrá povrchová kaliteľnosť plameňom aj indukčne

Typické chem. zloženie %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,6	0,35	0,8	4,5	0,5	0,2
Normy	W-Nr. 1.2358					
Stav pri dodaní	Žihaná na mätko ca 200 HB					

## POUŽITIE

Pre činné časti lisovacích nástrojov pre prácu za studena sú rutinne predpisované tradičné akosti ako 1.2842, 1.2379, 1.2080 (19312, 19573, 19436). Tieto ponúkajú dostatočnú odolnosť proti opotrebovaniu a ich rozsah tvrdostí pokrýva väčšinu aplikácií. Avšak nízka plasticita /húževnatosť, problematická povrchová kaliteľnosť a opraviteľnosť naváraním môže spôsobiť nízku produktivitu a vysoké náklady na údržbu pri neočakávaných výpadkoch (vyštiepenie hrany, trhliny).

Dnes sa v lisovniach spracovávajú materiály ako austenitické nerez, povlakované pásy, vysokopevné plechy (automobil. priemysel), kladúce extrémne nároky na stabilitu strižných hrán. Plynosť a ekonomika procesu lisovania vyžaduje nástrojové materiály, ktoré zabezpečia predvídateľnú životnosť (opotrebovaním), bez nepredvídateľných výpadkov (krehkým porušením).

**CALMAX** je „robustný“ typ ocele, ponúkajúci vyvážené portfólio vlastností, ktoré poskytuje vysoký stupeň bezpečnosti proti neočakávaným výpadkom a tým optimálny výkon nástroja a ekonomiku procesu.

## TYPICKÉ POUŽITIE:

- všetky strižné a tvárniace operácie
- ťažké strihy = hrubé pracovné materiály
- hlboké ťahanie
- razenie mincí
- matrice na pretláčanie za studena s komplikovanou geometriou
- valcovanie
- nože nožníc
- prototypové nástroje

## VLASTNOSTI

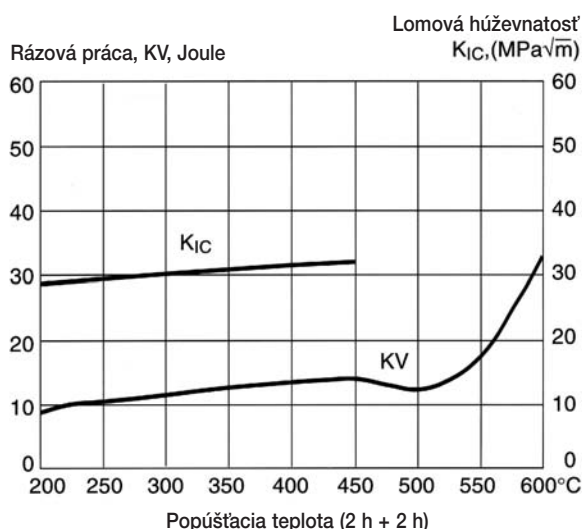
## PEVNOSŤ A MEDZA KLZU V TLAKU

Hodnoty medze klzu a pevnosti v tlaku sú približné, merané pri teplote 25°C

Tvrdosť	R <sub>cm</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>c0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>
56 HRC	2300	1900
58 HRC	2500	2000
60 HRC	2700	2100

## RÁZOVÁ PEVNOSŤ

Približné hodnoty pri teplote 25°C pre rôzne popúšťacie teploty. Kalené z 960°C na vzduchu, 2 x popúšťané.



## TEPELNÉ SPRACOVANIE

## ŽIHANIE NA MÄKKO

Chrániť povrch nástroja pred oduhlčením a zohriať v celom priereze na 860°C, potom ochladzovať pomaly 20°C/h v peci do 770°C, 10°C/h do 650°C a ďalej voľne na vzduchu.

## ŽIHANIE NA ODSTRÁNENIE VNÚTORNÝCH NAPÄTÍ

Po hrubom opracovaní nástroj zohriať na 650°C v celom priereze a držať na tejto teplote 2 hodiny. Ochladzovať pomaly v peci do 500°C a potom voľne na vzduchu.

## KALENIE

Predohrev: 600-750°C

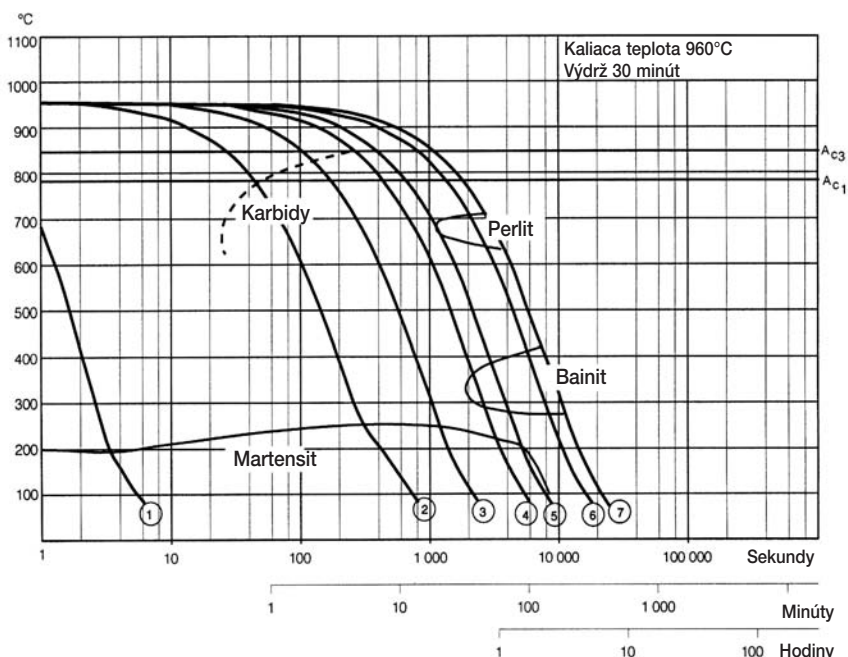
Kaliaca teplota: 950-970°C, obvyčajne 960°C

Teplota °C	Výdrž v min	Tvrdosť pred popúšťaním
950	30	ca 62 HRC
960	30	ca 63 HRC
970	30	ca 64 HRC

**Výdrž** = čas na kaliacej teplote po vyrovnaní teplôt povrch-jadro

Chrániť povrch nástroja počas kalenia pred oduhlčením a oxidáciou!

## ARA diagram

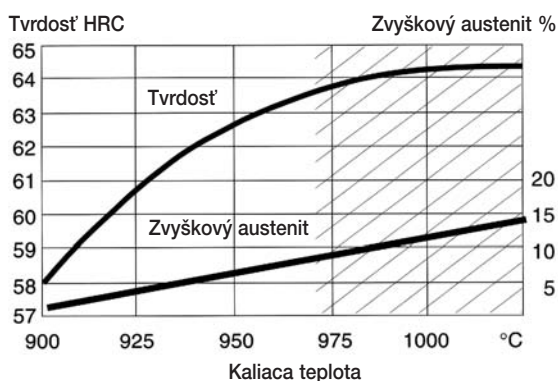


Krivka č.	Tvrdosť HV 10	T <sub>900-500</sub> (Sek.)
1	820	1
2	762	107
3	743	423
4	734	1071
5	657	1596
6	455	3228
7	413	4292

## KALIACE MÉDIUM

- Solný kúpeľ 200-550°C, potom dochladenie na vzduchu
  - dostatočný pretlak chlad. plynu vo vákuovej peci
  - olej (len malé a jednoduché diely)
- Pozor: popúšťať ihneď po dosiahnutí 50-70°C z kaliacej teploty !

Tvrdosť a zvyškový austenit ako funkcia kaliacej teploty



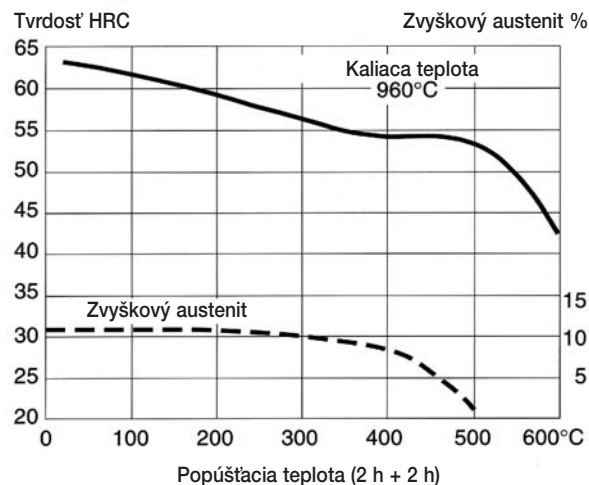
Riziko zhrubnutia zrna spojené so stratou húževnatosti

## POPÚŠŤANIE

Popúšťačiu teplotu voliť podľa požadovanej výslednej tvrdosti z popúšťačieho diagramu. Popúšťať dva krát s medzichladením na 25°C. Najnižšia odporúčaná popúšťačia teplota je 200°C. Čas výdrže na popúšťačej teplote je minimálne 2 hodiny.

**Použitie akosti Uddeholm CALMAX pre formovanie plastov, povrchové úpravy vid' strana 82.**

## Popúšťačí diagram



## ELEKTROEROZÍVNE OBRÁBANIE

Po hĺbení v kalenom a popustenom stave odporúčame nástroj podrobiť dodatočnému popúšťačaniu na teplote o 25°C nižšej, ako bola popúšťačia teplota po kalení.

## OPRAVNÉ NAVÁRANIE

Dobré výsledky je možné dosiahnuť pri dodržaní určitých zásad: oblúk najkratší možný, uhol elektróda / strany zvaru 90°, uhol vedenia elektródy v smere zvaru 75-80°, pri veľkých návaroch použiť predohrev 200-250°C a úvodné vrstvy z mäkkého prídavného materiálu, prvé dve vrstvy tým istým prúdom a tým istým priemerom elektródy.

Uddeholm CALMAX - Štandardný rozmerový sortiment

Ploché tyče

Tolerancia 2-0

Žíhané na mätko, neopracované

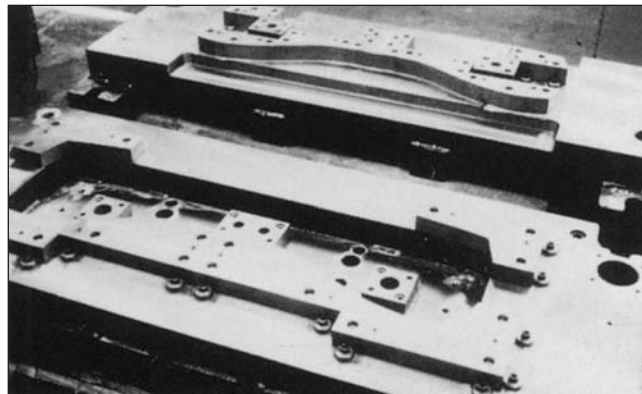


Tolerancia 2-1

Žíhané na mätko, opracované



mm	28	35	43	50	54	63	80	100	125	160	200
57	□										
69		□									
100						■	■				
108	□	□	□		□						
125						■	■				
160						■	■				
166	□	□	□		□						
200						■	■				
210	□	□	□		□						
250						■	■	■			
260	□	□	□		□						
315				■		■	■	■	■	■	
355				■				■	■		
400						■	■	■	■	■	■
450							■	■	■		
500						■	■	■	■		■
600										■	■



Typický príklad použitia Uddeholm CALMAX, strižnica, vysoké požiadavky na húževnatosť

Štvorhrany

Tolerancia 2-0

Žíhané na mätko, neopracované



Tolerancia 2-1

Žíhané na mätko, opracované



54	86	100	125	160
□	□	■	■	■

Kruhovité tyče

Tolerancia 0-0

Žíhané na mätko, neopracované



Tolerancia 0-1

Žíhané na mätko, opracované



14	18	22	28	35	43	50	55	63	70	80	90	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	500	
○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

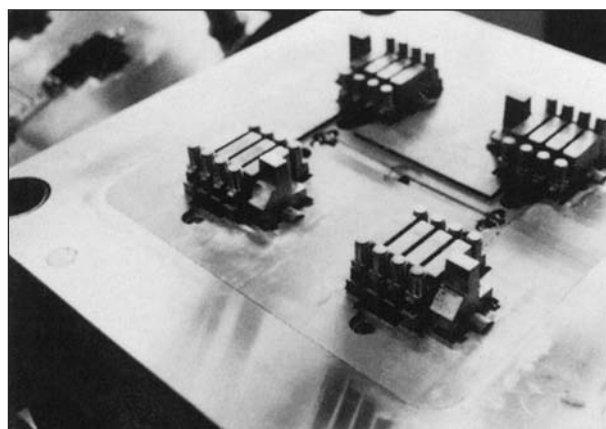
Ploché tyče a štvorhrany

Žíhané na mätko, presne opracované

■ dĺžka 1030 +0,0/+5,0mm

Tolerancia hrúbka: +0,4/+0,65mm, šírka +0,4/+0,8mm

mm	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
40								■							
50								■							
63								■	■						
80															
100								■	■	■	■				
160								■	■	■	■				
200									■	■	■				
250								■	■	■	■				
štvorhran											■	■	■		



Forma pre spracovanie plastov, výlisky pre elektrotechniku, použitý Uddeholm CALMAX kvôli vysokej odolnosti proti opotrebovaniu

Prídavné materiály na opravné zváranie

CALMAX / CARMO WELD = obaľované tavné elektródy



CALMAX / CARMO TIG WELD = zväracie drôty



1,6	2,5	3,25
○	●	●

## CHARAKTERISTIKA

Cr - Mo - V stredne legovaná nástrojová oceľ, s nasledovnými charakteristickými vlastnosťami:

- vysoká vrubová húževnatosť
- dobrá odolnosť proti opotrebovaniu
- dobrá prekaliteľnosť
- dobrá rozmerová stabilita pri kalení
- dobrá leštiteľnosť
- dobrá opraviteľnosť naváraním
- dobrá povrchová kaliteľnosť plameňom aj indukčne

Typické chem. zloženie %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,6	0,35	0,8	4,5	0,5	0,2
Normy	W-Nr. 1.2358					
Stav pri dodaní	Žihaná na mätko ca 200 HB					

## POUŽITIE

(použitie pre aplikácie za studena nájdete na strane 14)

Typické príklady:

- vstrekovacie formy pre veľké série
- formy pre plasty s abrazívnymi plnidlami (sklo)
- lisovanie plastov

Výborná kombinácia vrubovej húževnatosti a odolnosti proti opotrebovaniu (tvrdosť ca 55-58 HRC) umožňuje široké použitie pre vstrekovanie a lisovanie plastov so silnými abrazívnymi účinkami.

Relatívne porovnanie vlastností:

Uddeholm Typ ocele	Odolnosť p. opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť
CALMAX	██████	██████	██████
GRANE	██	██████	██████
ORVAR SUPREME	██	██████	██████
RIGOR	██████	██	██

## FOTOLEPTANIE A LEŠTENIE

Uddeholm CALMAX má veľmi homogénnu štruktúru vďaka nízkemu obsahu nekovových vmestkov (proces vakuového odplynovania v procese výroby ocele). To umožňuje dosiahnuť veľmi konzistentný vzhľad fotoleptaného povrchu resp. veľmi kvalitného povrchu po leštení. Leptanie musí prebiehať v médiu vhodnom pre oceľ s vyšším obsahom chrómu.

Blížšie informácie nájdete v špecializovaných brožúrach.

## OPRavnÉ NÁVARY

(bližšie info na strane 15 resp v špecializovanej brožúre)  
Pre optimálne výsledky po leptaní alebo leštení je potrebné pre opravné návary použiť prídavné materiály zhodnej kompozície ako substrát, t.j. CALMAX WELD a - TIG WELD.

## POVRCHOVÉ ÚPRAVY

### IÓNOVÁ A PLYNOVÁ NITRIDÁCIA

Iónová nitridácia sa normálne vykonáva pri nižšej teplote ako v plyne, preto je vhodnejšia pre akosť CALMAX a výslednú tvrdosť substrátu ca 54 HRC.

Nitridačný proces	Teplota procesu °C	Čas procesu v hod.	Hĺbka nitridácie v µm	Tvrdosť substrátu HRC	Tvrdosť povrchu nitrid. vrstvy
ión	465	18	200	54	1075
plyn	510	12	200	52	1075

Teplota procesu nitridácie má byť o 15-25°C nižšia, ako popúšťacia teplota po kalení.

Veľké hrúbky nitridačnej vrstvy značne redukovujú húževnatosť ocele. Hĺbka vrstvy je nastaviteľná časom procesu a má byť zvolená podľa uvažovanej aplikácie

### CVD POVLA KOVANIE

Teplota procesu nesmie presiahnuť 960°C, po CVD procese má byť nástroj prekalený.

### PVD POVLA KOVANIE

Teplota procesu môže byť v rozsahu 200-500°C. Ak sa povlakuje pri 200°C, výsledná tvrdosť substrátu CALMAX bude vyššia ako pri 500°C, ale príľnavosť povlaku po procese pri 500°C je vyššia.

Teplota procesu PVD povlakovania má byť o 20°C nižšia, ako popúšťacia teplota po kalení.

