

# Uddeholm

# Calmax<sup>®</sup>

© UDDEHOLMS AB

Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováná alebo prenášaná na komerčné účely bez súhlasu držiteľa práv.

Tieto informácie sa zakladajú na súčasnom stave poznatkov a majú poskytovať základný prehľad produktov a ich použitia. Nemôžu byť preto chápané ako garancia špecifických vlastností produktov alebo garancia životnosti pre určitý účel použitia.

Klasifikované podľa EU Direktívy 1999/45/EC

Ďalšie informácie nájdete v brožúrach "Material Safety Data Sheets".

Edícia 8, 10.2019



---

## Uddeholm Calmax®

### OCELE PRE LISOVACIE NÁSTROJE

Mnoho lisovacích nástrojov sa aj v dnešnej dobe vyrába zo štandardných ocelí, ktoré boli vyvinuté niekedy okolo roku 1930. Slabá húževnatosť, problematické povrchové kalenie sa prejavujú v nízkej produktivite a vysokých údržbových nákladoch na nástroj kvôli neočakávaným výpadkom. Uddeholm Calmax ponúka vďaka vysokej húževnatosti to hlavné pre produktivitu nástroja - vysoký stupeň spoľahlivosti.

### PROFIL VLASTNOSTÍ

Uddeholm Calmax má profil vlastností určený pre bezpečný proces lisovania bez neočakávaných výpadkov, t.j. vysokú stabilitu strižnej hrany, odolnosť proti vzniku a šíreniu trhlien, kombinovanú s dobrou odolnosťou proti opotrebovaniu.

### POUŽITIE

Profil vlastností Uddeholm Calmax ho robí vhodným pre nástroje, vystavené riziku poškodenia strižných hrán, pracujúce v krátkych a stredných výrobných sériách.

## CHARAKTERISTIKA

Uddeholm Calmax je chróm-molybdén-vanádová oceľ charakteristická:

- Vysokou húževnatosťou
- Dobrou odolnosťou proti opotrebovaniu
- Dobrou prekaliteľnosťou
- Dobrou rozmerovou stabilitou pri kalení
- Dobrou lešiteľnosťou
- Dobrou opraviteľnosťou naváraním

Typické zloženie %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0.6	0.35	0.8	4.5	0.5	0.2
Stav pri dodaní	Žihaná na mätko, asi 200 HB					
Farebný kód	Biela /fialová					
Štandardná špecifikácia						

## POUŽITIE

Výborná kombinácia húževnatosti a odolnosti proti opotrebovaniu robí Uddeholm Calmax vhodnou pre rôzne aplikácie.

### TYPICKÉ APLIKÁCIE PRI LISOVANÍ ZA STUDENA

- Strihanie a tvárnenie
- Ťažké strihy a zložité tvary
- Hlboké ťahanie
- Razenie
- Pretláčanie za studena
- Valcovacie rolne
- Nože nožníc
- Prototypové nástroje

### VSTREKOVANIE PLASTOV

- Formy pre dlhé série
- Formy pre plasty plnené abrazívami
- Formy pre lisovanie plastov

## VLASTNOSTI

Vzorky kalené z 960°C/30min a 2x popustené na 450°C.

### FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Teplota	20°C (68°F)	200°C (400°F)	400°C (750°F)
Hustota kg/m <sup>3</sup> lbs/in <sup>3</sup>	7 840 0.281	7 790 0.279	7 700 0.276
Modul pružnosti N/mm <sup>2</sup> MPa Psi	194 000 208 210 28.1 x 10 <sup>6</sup>	188 000 196 200 27.3 x 10 <sup>6</sup>	178 000 175 180 25.8 x 10 <sup>6</sup>
Koeficient teplotnej rozťažnosti na °C od 20°C  na °F od 68°F	- - -	to 200°C 12.2 x 10 <sup>-6</sup>  to 400°F 6.8 x 10 <sup>-6</sup>	to 400°C 13.1 x 10 <sup>-6</sup>  to 750°C 7.3 x 10 <sup>-6</sup>
Tepelná vodivosť W/m °C Btu v (ft <sup>2</sup> h°F)	- -	24 187	27 221
Špecifické teplo J/kg°C Btu/lbs°F	460 0.11	- -	- -

### PEVNOSŤ V TLAKU

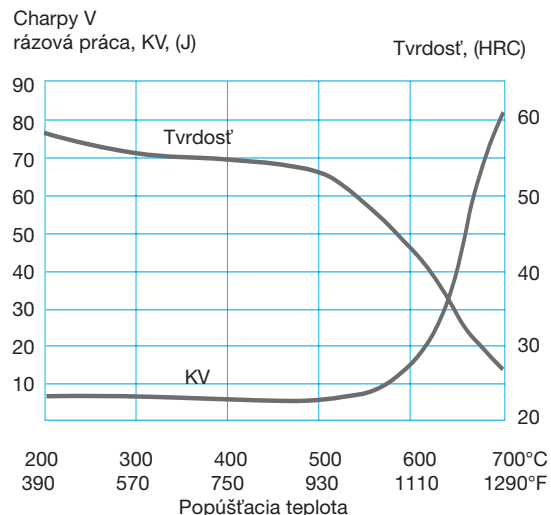
Približné hodnoty pri 20°C.

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

### RÁZOVÁ PRÁCA A TVRDOSŤ

Približné hodnoty pre 20°C a rôzne popúšťacie teploty. Kalené z 960°C (1760°F). Ochladené vzduchom. Popustené 2x.

Prierez tyče 315 x 80 mm. Vzorky zo stredu tyče v priečnom smere ST (hrúbka).



## TEPELNÉ SPRACOVANIE

### ŽIHANIE NA MÄKKO

Chrňte povrch ocele pred oduhliččením a ohrejte v celom priereze na 860°C, s výdržou 2h. Chladiť v peci 20°C/h do 770°C, potom 10°C/h do 650°C a ďalej voľne na vzduchu.

### ŽIHANIE NA ODSTRÁNENIE NAPÄTÍ

Po hrubom opracovaní ohrejte diel v celom priereze na 650°C a podržte 2 hodiny na tejto teplote. Ochladzujte pomaly v peci do 500°C a potom voľne na vzduchu.

### KALENIE

Predohrev: 600–750°C. Kaliace teploty: 950–970°C, obyčajne 960°C.

Teplota °C		Výdrž* minúty	Tvrdosť pred popustením (HRC)
°F			
950	1740	30	62
960	1760	30	63
970	1780	30	64

\* Výdrž = čas na kaliacej teplote po dosiahnutí kaliacej teploty v celom priereze.

*Chrňte počas kalenia povrch dielu pred oduhliččením a oxidáciou.*

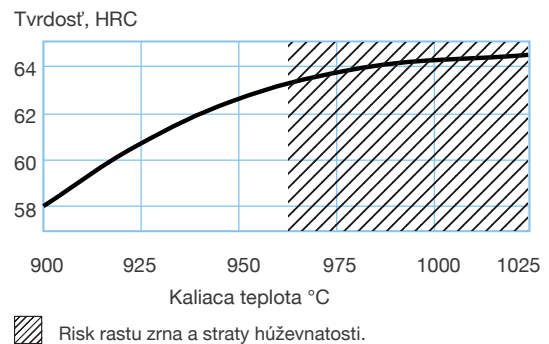
### KALIACE MÉDIUM

- Prúd chladiaceho plynu
- Dusík vo vákuovej peci s dostatočným pretlakom.
- Teplotný kúpeľ pri teplote medzi 200–550°C nasledovaný ochladením prúdom vzduchu.
- Olej (len jednoduché tvary).

*Poznámka 1:* kalenie do oleja zvyšuje riziko deformácie a kaliarenských trhlín.

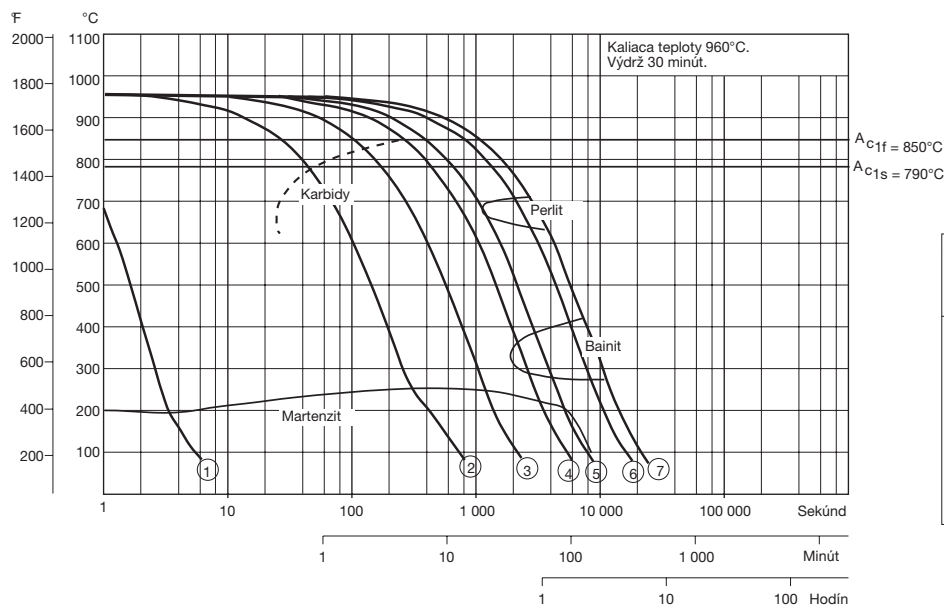
*Poznámka 2:* po dosiahnutí 50–70°C začnite ihneď s popúšťaním .

*Tvrdosť po kalení ako funkcia kaliacej teploty.*



### ARA DIAGRAM

Kaliaca teplota 960°C. Výdrž 30 minút.

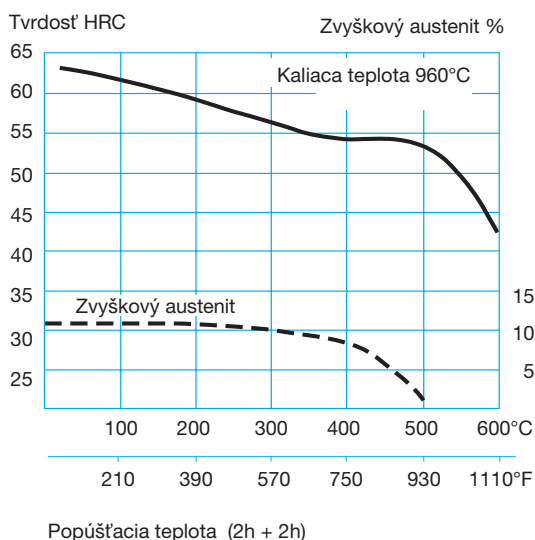


Ochlad. krivka No.	Tvr- dosť HV10	$T_{800-500}$ sek.
1	820	1
2	762	107
3	743	423
4	734	1071
5	657	1596
6	455	3228
7	413	4292

## POPÚŠŤANIE

Popúšťaciu teplotu vyberte z popúšťacieho diagramu podľa požadovanej tvrdosti. Popúšťajte minimálne dvakrát s dochladením na teplotu miestnosti. Najnižšia odporúčaná popúšťacia teplota je 200°C. Výdrž odporúčame minimálne 2h.

### POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

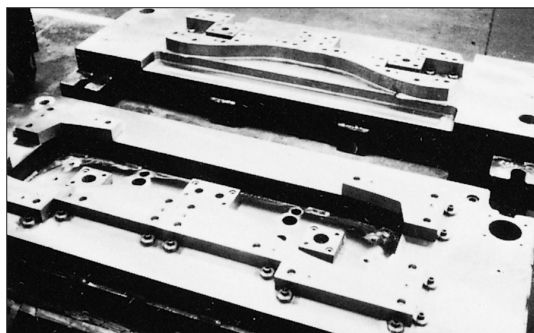


Uvedené popúšťacie krivky sú výsledkom tepelného spracovania vzoriek veľkosti 15 x 15 x 40 mm, ochladzovaných prúdom vzduchu. Pri tepelnom spracovaní strižníkov a strižníc reálnej veľkosti reálnymi parametrami je možné očakávať nižšie tvrdosti.

## ROZMEROVÉ ZMENY

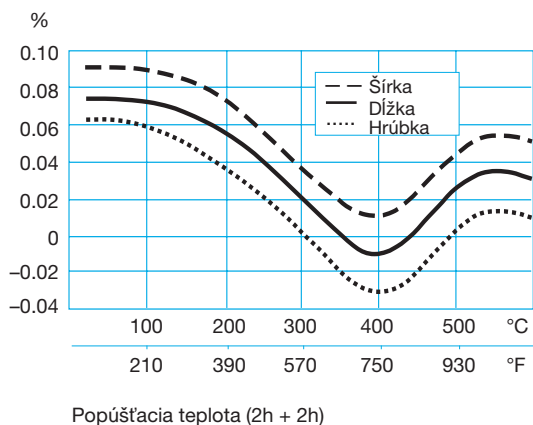
Rozmerové zmeny po kalení a popúšťaní sa líšia podľa teplôt, typu pece a chladiaceho média, použitého pri kalení.

Veľkosť prídavku na obrábanie po kalení by mala byť dostatočná na kompenzáciu rozmerových zmien, v prípade Uddeholm Calmax minimálne 0,20%.



Typická strižnica, kde Uddeholm Calmax môže byť vhodnou voľbou kvôli vysokým požiadavkám na húževnosť.

Príklad rozmerových zmien vzorky 100 x 100 x 10 mm, kalenej a popustenej v ideálnych podmienkach, je na obrázku nižšie. Kalenie: 960°C/30 min./vzduch.



## POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Povrchové úpravy sa robia kvôli zníženiu trenia a zvýšeniu odolnosti proti opotrebovaniu. Najčastejšie je to nitridácia alebo povlakovanie oteruvzdornými vrstvami, nanášanými metódou PVD alebo CVD.

Najpoužívanejšie procesy úprav pre tento typ materiálu sú nitridácia v plyne a nitridácia v plazme. Plazmová nitridácia sa obvyčajne robí pri nižších teplotách, preto je preferovaná pre Uddeholm Calmax, ak tvrdosť substrátu má byť do 54HRC.

Nitridač. proces	Teplota °C (°F)	Čas (h)	Hĺbka nitrid. μm	Substrát-tvrdosť HRC	Vrstva-tvrdosť HV
Iónová	465* (870*)	18	200	54	1075
Plynová	510* (950*)	12	200	52	1075

\* Nitridačná teplota by mala byť 15–25°C pod teplotou popúšťania po kalení.

Príliš hrubá nitridačná vrstva značne redukuje húževnosť nástroja. Hĺbka nitridácie sa dá regulovať časom procesu a mala by byť starostlivo zvážená podľa uvažovaného použitia.

Uddeholm Calmax môže byť tiež CVD povlakovaný, ale teplota depozície nesmie presiahnuť 960°C. Nástroj musí byť prekalený po CVD povlakovaní.

PVD povlaky majú procesné teploty spravidla medzi 200°C a 500°C. Ak sa zvolí 200°C pre Uddeholm Calmax, tvrdosť substrátu bude vyššia ako pri 500°C. Hoci po depozícii pri teplote 500°C bude adhézia povlaku k povrchu lepšia.

Procesná teplota PVD povlaku by mala byť asi o 20°C nižšia, ako popúšťacia teplota po kalení.

## PARAMETRE OPRACOVANIA

Rezné parametre uvedené dole považujte za orientačné a je potrebné vždy zohľadniť okolnosti každého jednotlivého prípadu.

*Odporúčania nižšie platia pre Uddeholm Calmax žihanej na mätko ca 200 HB.*

### SÚSTRUŽENIE

Rezné parametre	Hrubé sústruženie s tvrdokovom	Jemné sústruženie s tvrdokovom	Jemné sústruženie s HSS
Rezná rýchlosť ( $v_c$ ) m/min f.p.m	150–200 492–656	200–250 656–820	20–25 66–82
Posuv (f) mm/ot i.p.r	0.2–0.4 0.008–0.016	0.05–0.2 0.002–0.008	0.05–0.3 0.002–0.01
Hĺbka záberu ( $a_p$ ) mm inch	2–4 0.08–0.16	0.5–2 0.02–0.08	0.5–3 0.02–0.12
Označenie tvrdokovu ISO US	P20–P30 C6–C5 Povlakovaný karbid	P10 C7 Povlakovaný karbid alebo cermet	– –

### VRTANIE

#### SKRUTKOVICOVÉ VRTÁKY Z HSS

Priemer vrtáka		Rezná rýchlosť ( $v_c$ )		Posuv (f)	
mm	inch	mm/min	f.p.m	mm/ot	i.p.r.
–5	–3/16	13–15*	43–49*	0.05–0.10	0.002–0.004
5–10	3/16–3/8	13–15*	43–49*	0.10–0.20	0.004–0.008
10–15	3/8–5/8	13–15*	43–49*	0.20–0.25	0.008–0.010
15–20	5/8–3/4	13–15*	43–49*	0.25–0.30	0.010–0.012

\* Pre povlakovaný HSS vrták  $v_c = 23–25$  m/min.

### VRTÁK Z TVRDOKOVU

Rezné parametre	Type vrtáka		
	Monolit karbid	Vymeniteľné plátky	Karbid. špička <sup>1)</sup>
Rezná rýchlosť ( $v_c$ ) m/min f.p.m	120–150 394–492	210–230 689–755	70–100 230–328
Posuv (f) mm/ot i.p.r	0.10–0.35 <sup>2)</sup> 0.004–0.014 <sup>2)</sup>	0.03–0.12 <sup>3)</sup> 0.001–0.005 <sup>3)</sup>	0.15–0.40 <sup>4)</sup> 0.006–0.016 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Vrták s vymeniteľnou alebo prispájkovanou špičkou

<sup>2)</sup> Posuv pre vrták priemeru 20–40 mm (0.8"–1.6")

<sup>3)</sup> Posuv pre vrták priemeru 5–20 mm (0.2"–0.8")

<sup>4)</sup> Posuv pre vrták priemeru 10–20 mm (0.4"–0.8")

## FRÉZOVANIE

### ČELNÉ A OBVODOVÉ FRÉZOVANIE

Rezné parametre	Hrubovanie karbidmi	Dokončovanie karbidmi
Rezná rýchlosť ( $v_c$ ) m/min f.p.m	160–240 525–787	240–280 722–919
Posuv ( $f_z$ ) mm/zub in/tooth	0.2–0.4 0.008–0.016	0.1–0.2 0.004–0.008
Hĺbka záberu ( $a_p$ ) mm inch	2–5 0.08–0.20	–2 0.08
Označenie karbidov ISO US	P20–P40 C6–C5 Povlak. karbid	P10–P20 C6–C7 Povlak. karbid al. cermet

### FRÉZOVANIE STOPKOVOU FRÉZOU

Rezné parametre	Typ stopkovej frézy		
	Monolit karbidy	Karbidové vymeniteľ. plátky	Rýchlorez. ocele
Rezná rýchlosť ( $v_c$ ) m/min f.p.m	120–150 394–492	150–200 492–656	40–45 <sup>1)</sup> 131–148 <sup>1)</sup>
Posuv ( $f_z$ ) mm/zub in/tooth	0.006–0.20 <sup>2)</sup> 0.0002–0.008 <sup>2)</sup>	0.06–0.20 <sup>2)</sup> 0.002–0.008 <sup>2)</sup>	0.01–0.35 <sup>2)</sup> 0.0004–0.014 <sup>2)</sup>
Označenie karbidov ISO US	– –	P15–P40 C6–C5	– –

<sup>1)</sup> Pre povlak. HSS frézu  $v_c = 55–60$  m/min. (180–197 f.p.m.).

<sup>2)</sup> Závisí od radiálnej hĺbky záberu a priemeru frézy.

## BRÚSENIE

Všeobecné odporúčania sú v tabuľke nižšie. Viac informácií nájdete v originálnej brožúre Uddeholm "Grinding of Tool Steel".

Typ brúsenia	Stav žíhaný na mätko	Kalený s. stav
Brúsenie na plocho	A 46 HV	A 46 HV
Brús.na plocho segmentami	A 24 GV	A 36 GV
Brúsenie na guľato	A 46 LV	A 60 KV
Vnútoré brúsenie	A 46 JV	A 60 JV
Profilové brúsenie	A 100 LV	A 120 JV

## ODOLNOSŤ PROTI RÔZNYM POŠKODENIAM

Uddeholm oceľ	Abrazív. opotr.	Adhezív. opotr.	Vyštiepenie	Napät. trhlina	Deformácia
Arne	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■
Caldie	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■



Uddeholm Calmax je veľmi dobrá voľba pre raznice.

## OPRAVNÉ NÁVARY

Pri naváraní Uddeholm Calmax je možné dosiahnuť správnym postupom dobré výsledky.

1. Udržujte najkratší možný oblúk. Uhol držania elektródy má byť 90° k spájaným stranám a 75-80° k smeru navárania.
2. Pri väčších opravách vyplňte koreň zvaru mäkkým návarom. Prvé dve húsenice vytvorte tou istou elektródou a rovnakým prúdom.
3. Väčšie opravy by mali byť robené s predohrevom.
4. Navárané plochy by mali byť náležite pripravené.

### TIG NAVÁRANIE

Pridavný mat.	Tvrdosť po návare	Tvrdosť po prekalení	Predohrev teplota
UTPA 73G2	53-56 HRC	51 HRC	200-250°C (390-480°F)
UTPA 67S	55-58 HRC	52 HRC	
CALMAX/CARMO	58-61 HRC	58-61 HRC	
TIG WELD			

### NAVÁRANIE ELEKTRICKÝM OBLÚKOM

Elektródy	Tvrdosť po návare	Tvrdosť po prekalení	Predohrev teplota
UTP 67S	55-58 HRC	52 HRC	200-250°C (390-480°F)
CALMAX/ CARMO WELD	58-61 HRC	58-61 HRC	

## TEPELNÉ SPRACOVANIE PO NÁVARE

### V KALENOM STAVE

Popustiť 10-20°C pod originálnou popúšťacou teplotou.

### V STAVE ŽÍHANOM NA MÄKKO

Ohriať v celom priereze na 860°C v ochrannnej atmosfére. Ochladiť v peci rýchlosťou 10°C/h do 650°C, potom voľne na vzduchu.

Viac informácií nájdete v originálnej brožúre Uddeholm "Welding of Tool Steel".



## EIH, EIR

Po elektroiskrovom rezaní alebo hĺbení v kalenom stave odporúčame nástroj znovu popustiť na teplote o 25°C nižšej, ako pôvodná popúšťacia teplota.

Viac informácií nájdete v brožúre Uddeholm "EDM of Tool Steel".

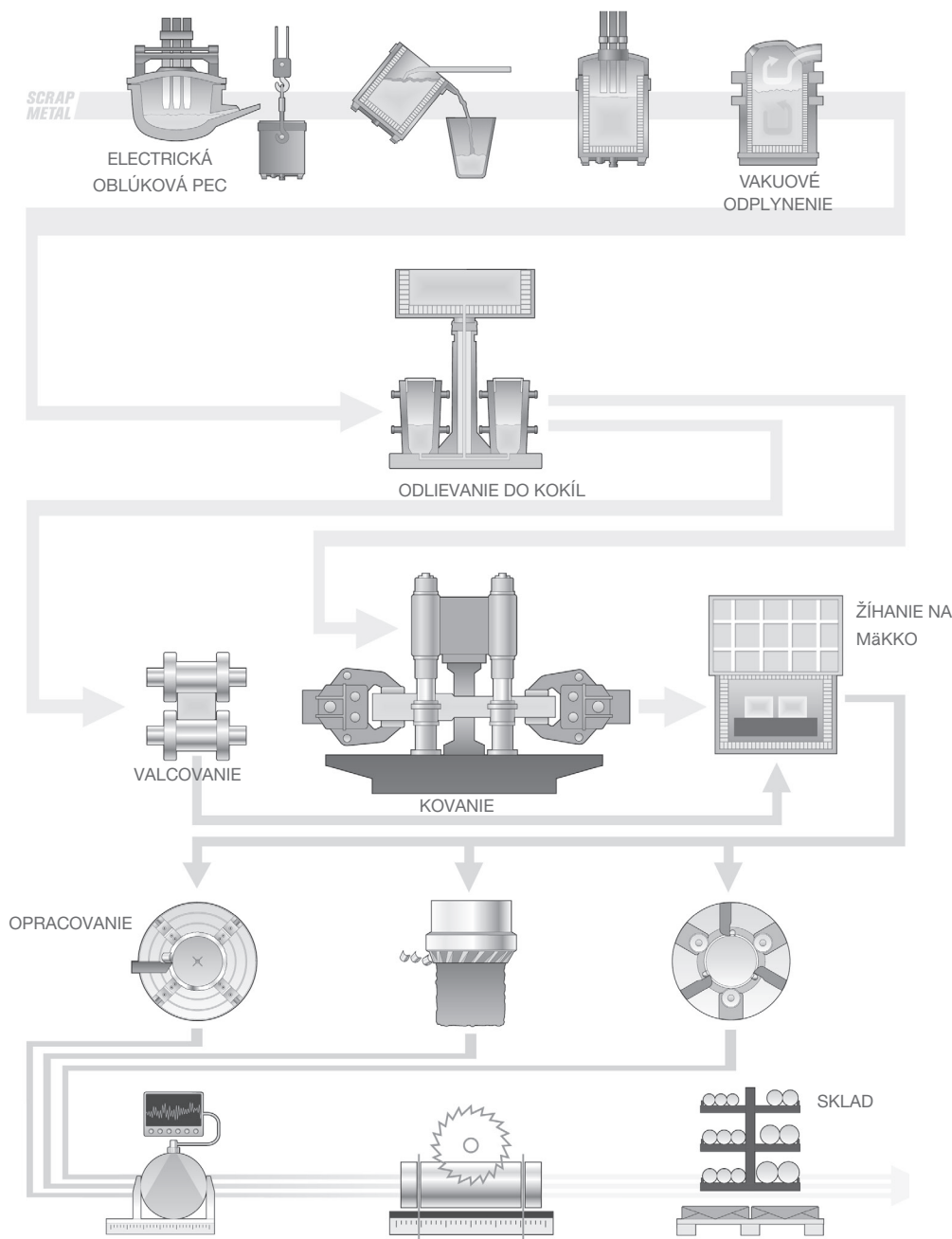
## LEŠTENIE

Uddeholm Calmax má veľmi homogénnu štruktúru. V kombinácii s nízkym obsahom nekovových vmestkov (kvôli vákuovému odplynieniu pri výrobe) zabezpečí dobrú kvalitu povrchu po leštení.

Viac informácií v brožúre Uddeholm "Polishing Mould Steel".

## ĎALŠIE INFORMÁCIE

Prosím kontaktujte lokálneho zástupcu pre ďalšie informácie o výbere, tepelnom spracovaní, použití a dostupnosti nástrojových ocelí Uddeholm.



## KONVENČNÝ PROCES VÝROBY OCELE

Vstupný materiál pre výrobu našich ocelí je vysoko kvalitný triedený šrot. Spolu s ferozliatinami a troskotvornými prísadami sa tavia v elektrickej oblúčovej peci. Tavenina sa ďalej spracováva v lejacej peci.

Odtroskovacia jednotka odstráni trosku bohatú na kyslík, po deoxidácii nasleduje dolegovanie na finálne zloženie. Vákuovým odplynením sa zbavíme elementov ako vodík, dusík a síra.

Roztavená oceľ sa dostáva z lejacej pece do stojatých kokíl kontrolovaným tečením odspodu nahor. Po stuhnutí sú ingoty spracované valcovaním alebo kovaním na kruhové prípadne ploché tyče.

### TEPELNÉ SPRACOVANIE

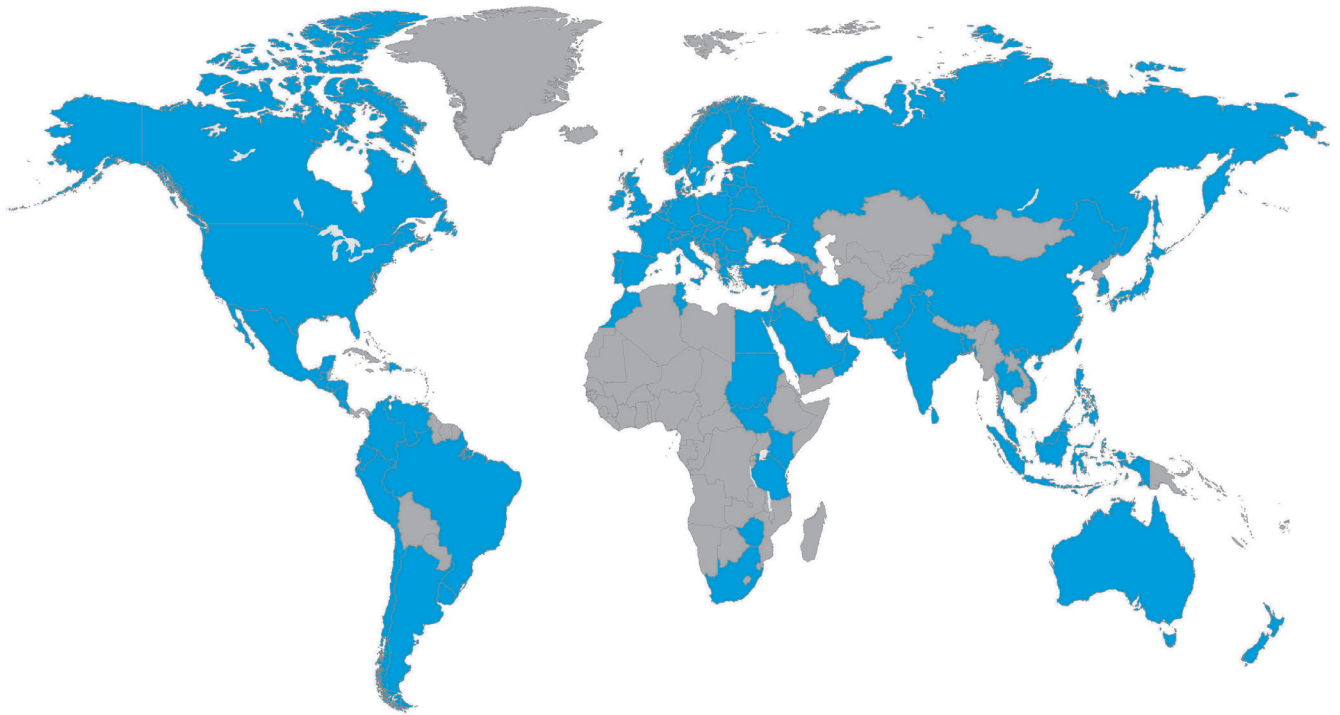
Materiál je podrobený žihaniu na mätko alebo zošľachteniu. Získava tak optimálnu kombináciu tvrdosti a húževnatosti respektíve štruktúru vhodnú na trieskové opracovanie a finálne tepelné spracovanie u zákazníka.

### OPRACOVANIE POVRCHU

Pred zaskladnením je povrch hotových tepelne spracovaných tyčí zbavený okují opracovaním na žiadaný rozmer v daných toleranciách.

Pri sústružení veľkých priemerov tyčí rotuje oproti stacionárnemu nožu. Pri lúpaní naopak, nástroje sa točia okolo tyče.

Pre zabezpečenie kvality sú polotovary testované na prítomnosť povrchových aj vnútorných väd. V poslednom kroku sa odstránia konce tyčí a časti s nálezmi zistenými pri inšpekcii.



## **NETWORK OF EXCELLENCE**

Oceľ Uddeholm je prítomná na všetkých kontinentoch. To Vám sprístupní kvalitnú švédsku oceľ a lokálnu podporu kdekoľvek ste. Náš cieľ je jasný - stať sa Vaším partnerom číslo 1 v dodávkach nástrojových oceľí.

Uddeholm je svetový líder v dodávkach nástrojových materiálov. Túto pozíciu sme dosiahli každodennou spoluprácou so zákazníkom. Dlhá tradícia kombinovaná s výskumom a vývojom nových ocelí umožňuje Uddeholmu čeliť akejkoľvek výzve v nástrojárstve. Cieľ je jasný - byť Vaším partnerom číslo 1 v dodávkach nástrojových ocelí.

Naša prítomnosť na všetkých kontinentoch Vám garantuje tú istú vysokú kvalitu kdekoľvek ste. Pôsobíme globálne. Pre nás je to vec presvedčenia - v dlhodobé partnerstvo a vývoj nových produktov.

Pre viac informácií, prosím, navštívte [www.uddeholm.sk](http://www.uddeholm.sk)  
alebo [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)