

# **Uddeholm**

# **Sleipner®**

## DANE OGÓLNE

Uddeholm Sleipner jest stopową stałą chromowo-molibdenowo-vanadową cechującą się:

- dobrą odpornością na zużycie
- dobrą odpornością na wykruszanie
- wysoką wytrzymałością na ściskanie
- wysoką twardością (>60 HRC) po odpuszczaniu w wysokiej temperaturze
- dobrą hartownością na wskroś
- dobrą stabilnością wymiarową w obróbce cieplnej i w innych procesach
- dobrą odpornością na efekt odpuszczania
- dobrą obrabialnością i szlifowalnością
- dobrymi właściwościami obróbki elektroerozyjnej WEDM
- dobrymi właściwościami obróbki powierzchniowej

Skład chemiczny %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,9	0,9	0,5	7,8	2,5	0,5
Specyfikacja standardowa	Brak					
Stan dostawy	Zmiękczone do max. 235 HB					
Kod kolorystyczny	Niebiesko/brązowy					

## ZASTOSOWANIA

Uddeholm Sleipner jest uniwersalną stałą narzędziową do pracy na zimno. Charakteryzuje się odpornością zużycia ściernego i mieszanego oraz dobrą odpornością na wykruszanie. Ponadto, uzyskuje wysoką twardość (>60 HRC) po odpuszczaniu w wysokiej temp.. Oznacza to, że obróbka powierzchniowa, np. azotowanie lub powłoka PVD nakładana jest na podłożu o wysokiej wytrzymałości. Oznacza to też, że stosując obróbkę elektroerozyjną można wycinać elementy o skomplikowanym kształcie i twardości >60 HRC w blokach o stosunkowo grubych przekrojach, przy mniejszym ryzyku pęknięcia.

Uddeholm SLEIPNER zalecany jest do średnich serii produkcyjnych, gdzie wymagana jest odporność na zużycie mieszane lub ściernie oraz dobra odporność na wykruszanie.

UDDEHOLM SLEIPNER jest również właściwym wyborem jako podłożę do zastosowań, w których powłoki powierzchniowe są pożądane, czy nawet konieczne.

Przykłady:

- Wykrawanie i wykrawanie precyzyjne
- Cięcie
- Formowanie
- Wytłaczanie monet
- Kucie na zimno
- Wyciskanie na zimno
- Walcowanie gwintów
- Tłoczenie i głębokie tłoczenie
- Prasowanie proszków

## WŁAŚCIWOŚCI

### WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

Stal hartowana i odpuszczona do 62 HRC. Wartości w temp. pokojowej i temp. podwyższonej.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Gęstość kg/m <sup>3</sup> lbs/in <sup>3</sup>	7 730 0,279	7 680 0,277	7 620 0,275
Współczynnik sprężystości N/mm <sup>2</sup> kpsi	205 000 297 000	190 000 276 000	180 000 261 000
Współczynnik rozszerzalności cieplnej - po niskim odpuszczaniu (60 HRC) na °C od 20°C na °F od 68°F - po wysokim odpuszczaniu na °C od 20°C na °F od 68°F	- - - -	12,7x10 <sup>-6</sup> 7,1x10 <sup>-6</sup>	- -
Przewodność Ciepłna W/m °C Btu in (ft <sup>2</sup> h°F)	- -	20 140	25 170
Ciepło właściwe J/kg °C Btu/lb°F	460 0,11	-	-

### WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIĘ

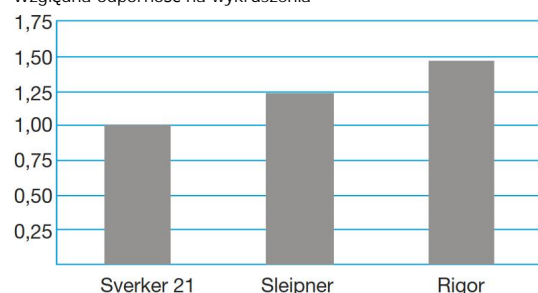
Poniższa tabela przedstawia średnią wytrzymałość na ściskanie dla określonych twardości

Twardość HRC	Wytrzymałość na ściskanie Rc0,2 (MPa)
50	1 700
55	2 050
60	2 350
62	2 500
64	2 650

### ODPORNOŚĆ NA WYKRUSZENIA

Względna odporność na wykruszenia dla Uddeholm Sverker 21, Uddeholm Sleipner i Uddeholm Rigor dla twardości na tym samym poziomie

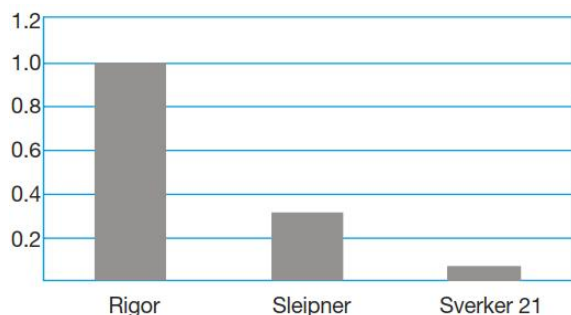
Względna odporność na wykruszenia



## ODPORNOŚĆ NA WYCIERANIE

Względna odporność na wycieranie dla Uddeholm Sverker 21, Uddeholm Sleipner i Uddeholm Rigor dla twardości na tym samym poziomie (niska wartość oznacza lepszą odporność)

Względna odporność na wycieranie



## OBRÓBKA CIEPLNA

### WYŻARZANIE ZMIĘKZAJĄCE

Zabezpieczyć stal i nagrzać na wskroś do temp. 850°C. Następnie schładzać w piecu o 10°C na godzinę do temp. 650°C, po czym na powietrzu.

### ODPREŻNIENIE

Po zgrubnej obróbce maszynowej należy narzędzie nagrzać na wskroś do temp. 650°C, czas wytrzymania 2 godziny. Schładzać powoli do 500°C a następnie na powietrzu.

### HARTOWANIE

Temperatura podgrzewania: 600-650°C oraz 850-900°C.

Temperatura austenizacji: 950-1080°C, zwykle jednak 1030-1050°C.

Czas wytrzymywania: 30 minut.

*Uwaga:* Czas wytrzymania = czas w temperaturze hartowania, po całkowitym nagraniu narzędzia na wskroś. Skrócenie czasu wytrzymania poniżej zalecanego spowoduje obniżenie twardości.

*Należy zabezpieczyć narzędzie przed odwęglaniem i utlenieniem podczas hartowania.*

Więcej informacji można znaleźć w broszurze Uddeholm „Hartowanie stali narzędziowych”.

## ŚRODKI HARTOWNICZE

- Piec próżniowy (gaz szybkobieżny z wydajnym nadciśnieniem minimum 2 bary)
- Kąpiel hartowania stopniowego lub w złożu fluidalnym w temp. 200-550°C
- Wymuszony obieg powietrza/gazu

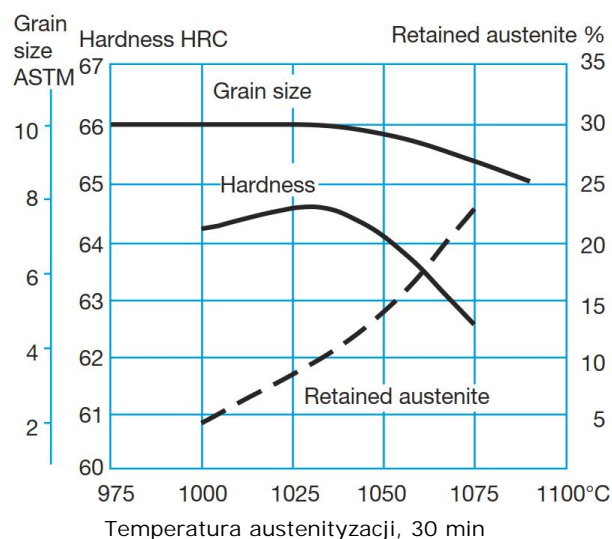
*Uwaga:* Narzędzie odpuszczać natychmiast jak tylko jego temperatura osiągnie 50-70°C.

W celu osiągnięcia optymalnych właściwości narzędzia prędkość studzenia powinna być tak szybka, jak to jest możliwe biorąc pod uwagę akceptowalne odkształcenia.

Zbyt wolne chłodzenie będzie skutkowało obniżeniem twardości w porównaniu do wartości pokazanych na krzywych odpuszczania.

Jeśli grubość ścianki przekracza 50 mm (2") należy hartować stopniowo, po czym powinno nastąpić dalsze chłodzenie z wymuszonym obiegiem powietrza.

## TWARDOŚĆ, AUSTENIT SZCZĄTKOWY I WIELKOŚĆ ZIARNA W FUNKCJI TEMPERATURY AUSTENITYZACJI



## ODPUSZCZANIE

Dobrać temperaturę odpuszczania do żądanej twardości na podstawie wykresu odpuszczania. Odpuszczaj przynajmniej dwukrotnie z pośrednim chłodzeniem do temperatury pokojowej.

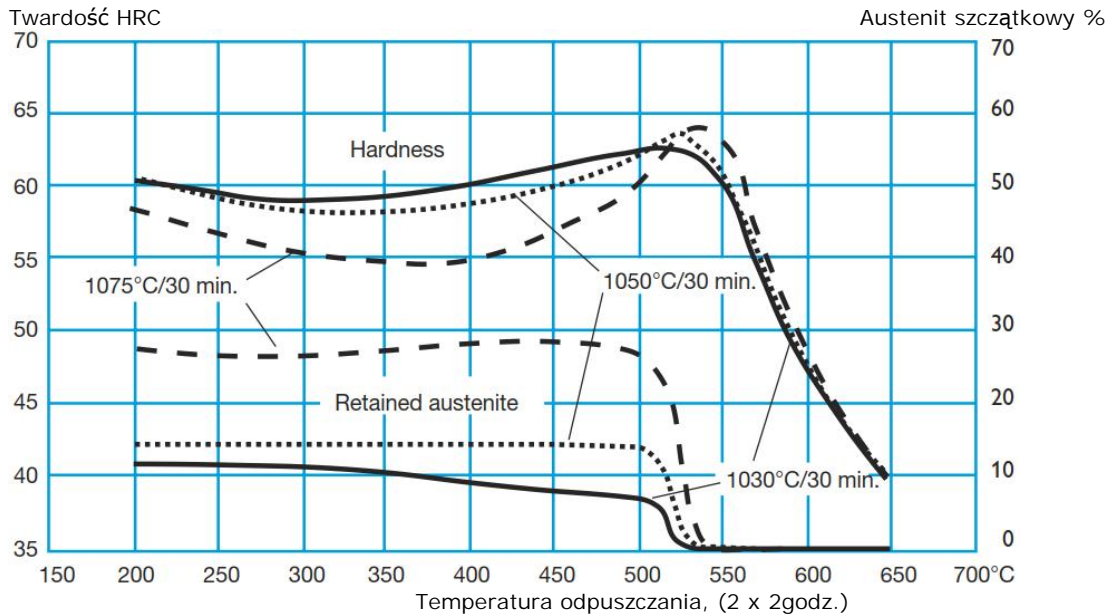
W celu osiągnięcia najwyższej stabilności wymiarowej i ciągliwości zaleca się minimalną temp. 540°C oraz trzykrotne odpuszczanie.

Odpuszczanie w temperaturze niższej od 540°C

może w jakimś stopniu zwiększyć twardość oraz wytrzymałość na ściskanie, ale może także obniżyć odporność na pękanie oraz stabilność wymiarową. Jakkolwiek jednak obniżając temp. odpuszczania nie odpuszczaj poniżej 520°C.

Przy dwukrotnym odpuszczaniu minimalny czas utrzymywania w temperaturze to 2 godziny.

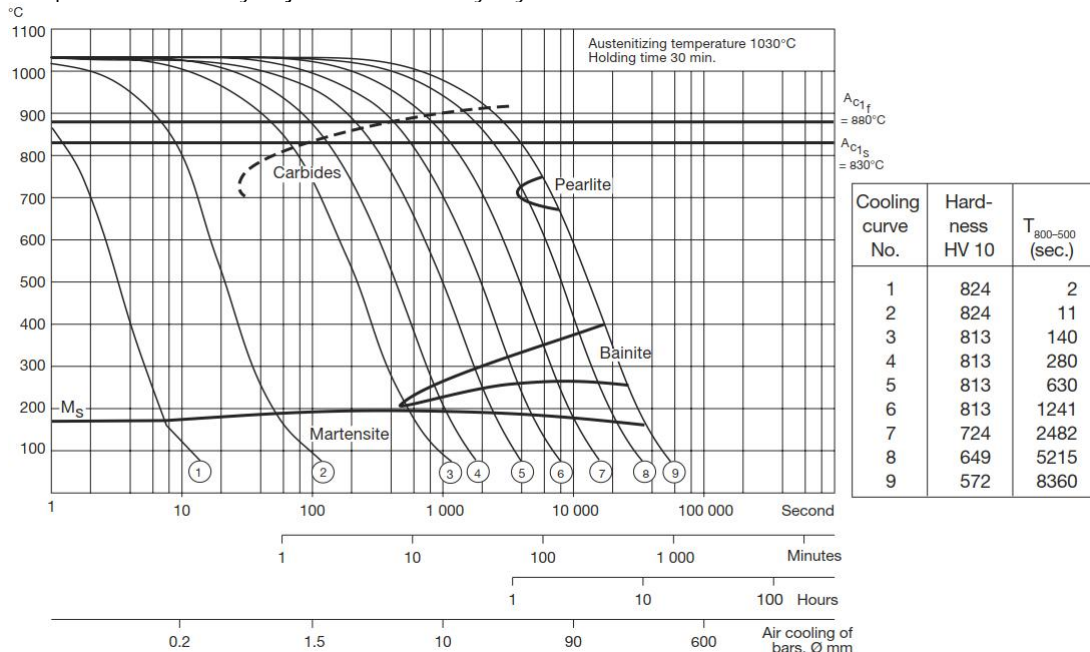
Przy trzykrotnym odpuszczaniu minimalny czas utrzymywania w temperaturze to 1 godzina.



Powyższe krzywe odpuszczania odnoszą się do obróbki cieplnej próbek o wymiarach 15 x 40 x 40 mm, chłodzone w wymuszonym obiegu powietrza. Można spodziewać się niższych twardości po obróbce cieplnej narzędzi i matryc ze względu na ich aktualny wymiar oraz ze względu na parametry obróbki cieplnej

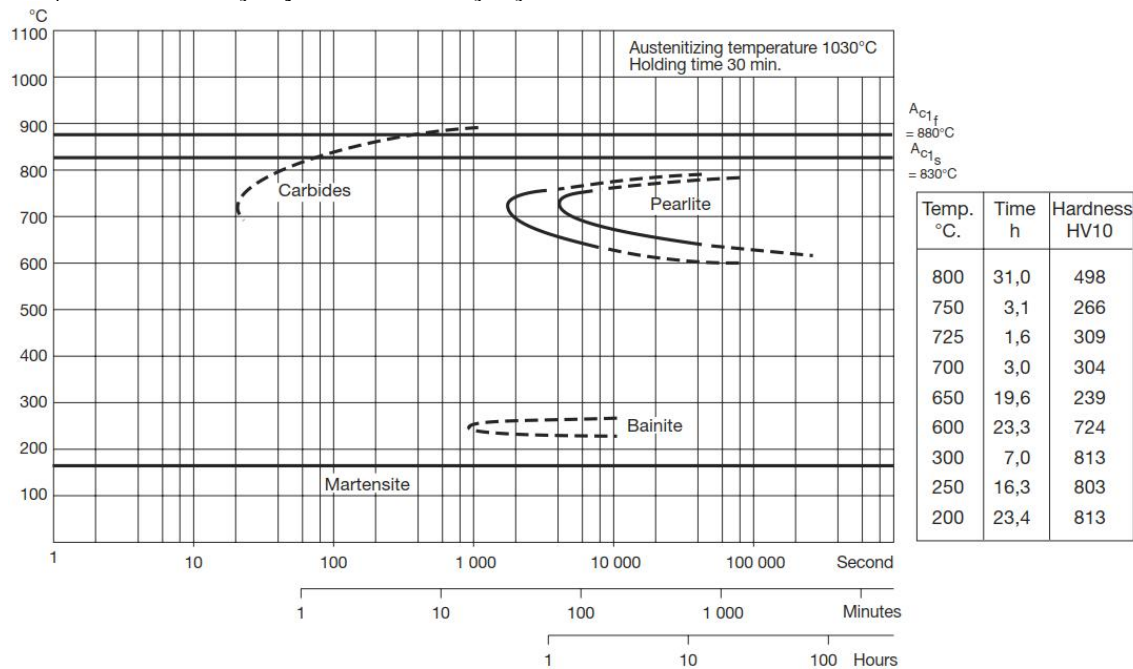
## WYKRES CCT.

Temperatura austenitizacji 1030°C. Czas wytrzymania 30 minut.



WYKRES TTT

Temperatura austenitzacji 1030°C. Czas wytrzymania 30 minut.



ZMIANY WYMIAROWE

Zmiany wymiarowe zostały zmierzone po austenitzacji i odpuszczaniu.

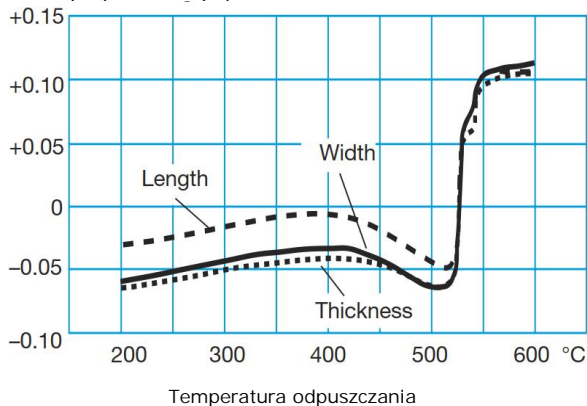
Austenitzacja: 1030°C /30 min., studzenie w piecu próżniowym 0,75°C /s w zakresie 800°C i 500°C.

Odpuszczanie: 2 x 2godz. w różnych temp..

Próbka o wymiarach: 100 x 100 x 100 mm.

ZMIANY WYMIAROWE W FUNKCJI TEMPERATURY ODPUSZCZANIA

Zmiany wymiarowe (%)



OBRÓBKA POD-ZEROWA

Narzędzia wymagające maksymalnej stabilności wymiarowej powinny być wymrażane.

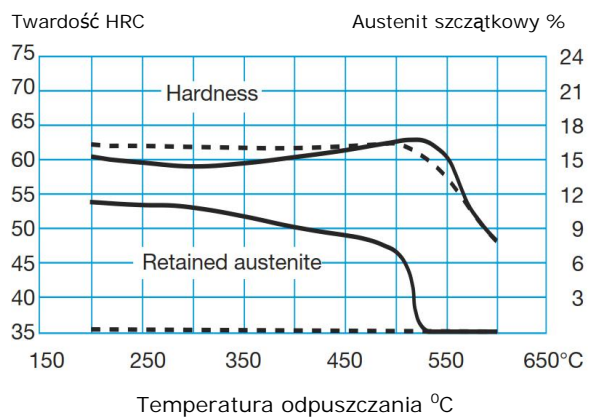
Obróbka pod-zerowa redukuje zawartość austenitu szczątkowego i zmienia twardość tak jak pokazane to jest na wykresie poniżej.

Austenitzacja: 1030°C /30 min.

Odpuszczanie: 2 x 2godz. w różnych temp..

TWARDOŚĆ I AUSTENIT SZCZĄTKOWY W FUNKCJI TEMPERATURY ODPUSZCZANIA I OBRÓBKI POD-ZEROWEJ

— Bez dodatkowej obróbki  
 - - - Po obróbce pod-zerowej



## OBRÓBKA POWIERZCHNIOWA

Stal narzędziowa może być poddana obróbce powierzchniowej w celu zredukowania tarcia i podniesienia odporności na ścieranie.

Najpopularniejszymi metodami obróbki są: azotowanie i nakładanie powłok z odpornych na ścieranie warstw nanoszonych w procesach PVD lub CVD.

Wysoka twardość i dobra odporność na wykruszenia, w połączeniu z dobrą stabilnością wymiarową, czyni Uddeholm Sleipner odpowiednim podłożem do nanoszenia różnych powłok.

### AZOTOWANIE I AZOTONAWĘGLANIE

W wyniku azotowania i azotonawęglania powstaje twarda warstwa powierzchniowa, która jest bardzo odporna na wycieranie oraz obrastanie. Twardość powłoki po azotowaniu wynosi około 1100 HV<sub>0,2kg</sub>. Grubość warstwy powinna być dobrana stosownie do zastosowania.

### PVD

Fizyczne osadzanie fazy gazowej - PVD, jest metodą nakładania odpornej na wycieranie powłoki w temperaturach w zakresie 200-500°C.

### CVD

Chemiczne osadzanie z fazy gazowej - CVD jest metodą do nakładania odpornych na wycieranie powłok w temperaturze około 1000°C. Po obróbce powierzchniowej zaleca się, aby narzędzia były niezależnie hartowane i odpuszczane w piecu próżniowym

## ZALECANE PARAMETRY OBRÓBKI SKRAWANIEM

Wartości podane poniżej należy traktować jako wskazówki i powinny zostać dostosowane do warunków lokalnych.

Więcej informacji można znaleźć w broszurze Uddeholm „Zalecane parametry obróbki skrawaniem”.

*Zalecenia w poniższych tabelach są ważne dla Uddeholm Sleipner w stanie zmiękczonej do max. 235 HB*

### TOCZENIE

Parametry obróbki	Toczenie węglnikami		Toczenie narzędziami HSS
	Zgrubne	Dokładne	Dokładne
Prędkość skrawania (v <sub>c</sub> ) m/min f.p.m.	100-150 328-492	150-200 492-656	17-22 56-72
Posuw (f) mm/ob. i.p.r.	0,2-0,4 0,008-0,016	0,05-0,2 0,002-0,008	0,05-0,3 0,002-0,012
Głębokość cięcia (a <sub>p</sub> ) mm cal	2-4 0,08-0,16	0,5-2 0,02-0,08	0,5-3 0,02-0,12
Kategoria węgla ISO US	K20-P20 C2-C6 Pokryty węgiel	K10, P15 C3, C7 Pokryty węgiel	-

### FREZOWANIE

#### FREZOWANIE CZOŁOWE ORAZ NOŻEM KWADRATOWYM

Parametry obróbki	Frezowanie węglnikami	
	Zgrubna	Dokładna
Prędkość skrawania (v <sub>c</sub> ) m/min f.p.m	110-180 360-590	180-220 590-722
Posuw (f <sub>z</sub> ) mm/ząb cal/ząb	0,2-0,4 0,008-0,016	0,1-0,2 0,004-0,008
Głębokość cięcia (a <sub>p</sub> ) mm cale	2-5 0,08-0,20	-2 -0,08
Kategoria węgla ISO US	K20-P20 C2, C6 Pokryty węgiel	P10-P20 C3 – C7 Pokryty węgiel lub cermet

## FREZOWANIE WYKAŃCZAJĄCE

Parametry obróbki	Rodzaj frezowania		
	Stal węglak	Wkładka z węglików	Stal HSS
Prędkość skrawania ( $v_c$ ) m/min f.p.m.	80-120 262-394	100-140 328-460	13-18 <sup>1)</sup> 43-59 <sup>1)</sup>
Posuw ( $f_z$ ) mm/ząb cal/ząb	0,03-0,20 <sup>2)</sup> 0,001-0,008 <sup>2)</sup>	0,08-0,20 <sup>2)</sup> 0,003-0,008 <sup>2)</sup>	0,05-0,35 <sup>2)</sup> 0,002-0,014 <sup>2)</sup>
Rodzaj węglika ISO US	-	P15-P40 C6-C5	-

<sup>1)</sup> Frezy pokryte ze stali HSS  $v_c = 30-35$  m/min (98-115 f.p.m.)

<sup>2)</sup> W zależności od głębokości promieniowej cięcia i wymiaru noża

## WIERCENIE

### WIERTŁA KRĘTE ZE STALI HSS

Średnica wiertła		Prędkość skrawania ( $v_c$ )		Posuw (f)	
mm	cale	m/min	f.p.m.	mm/obr.	i.p.r.
- 5	- 3/16	13-18*	43-59*	0,05-0,10	0,002-0,004
5-10	3/16-3/8	13-18*	43-59*	0,10-0,20	0,004-0,008
10-15	3/8-5/8	13-18*	43-59*	0,20-0,25	0,008-0,010
15-20	5/8-3/4	13-18*	43-59*	0,25-0,30	0,010-0,012

\* Wiertła pokryte ze stali HSS  $v_c=25-35$  m/min (82-115 f.p.m.)

### WIERTŁA Z WĘGLIKA

Parametry obróbki	Rodzaj wiertła		
	Wymienne	Stal węglak	Końcówka z węglika <sup>1)</sup>
Prędkość skrawania ( $v_c$ ) m/min f.p.m.	140-160 460-525	80-100 262-328	45-55 148-180
Posuw ( $f_z$ ) mm/obr. i.p.r.	0,05-0,15 <sup>2)</sup> 0,002-0,006 <sup>2)</sup>	0,10-0,25 <sup>3)</sup> 0,004-0,01 <sup>3)</sup>	0,15-0,25 <sup>4)</sup> 0,006-0,01 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Wiertło z wymienną lub lutowaną nakładką z węglików

<sup>2)</sup> Posuw dla średnicy wiertła 20-40 mm (0,8"-1,6")

<sup>3)</sup> Posuw dla średnicy wiertła 5-20 mm (0,2"-0,8")

<sup>4)</sup> Posuw dla średnicy wiertła 10-20 mm (0,4"-0,8")

## SZLIKOWANIE

Ogólne zalecenia dotyczące tarcz szlifierskich podano poniżej. Dodatkowe informacje dotyczące zalecanych ściernic znajdują się w publikacji Uddeholm „Szlifowanie stali narzędziowych”.

Rodzaj szlifowania	Stan wyżarzony	Po hartowaniu
Szlifowanie czołowe ściernica prosta	A 46 HV	A46 HV
Szlifowanie czołowe segmenty	A 24GV	A36 GV
Szlifowanie cylindryczne	A 60 KV	A 60 KV
Szlifowanie wewnętrzne	A 46 JV	A60 IV
Szlifowanie profilowe	A100KV	A 120 JV

## SPAWANIE

Można uzyskać dobre wyniki podczas spawania stali narzędziowych jeśli zachowane są właściwe procedury podczas procesu spawania.

- Połączenia muszą być prawidłowo przygotowane.
- Spawanie musi być prowadzone w podwyższonej temp. Wykonać pierwsze dwie warstwy tą samą średnicą elektrody i/lub prądu.
- Zawsze trzymać tak krótki dystans łuku jak jest to możliwe. Elektroda powinna mieć kąt  $90^\circ$  do połączeń w celu zminimalizowania podcięcia. Dodatkowo, elektroda powinna być trzymana pod kątem  $75-80^\circ$  do kierunku ruchu.
- Dla dużych napraw wykonać pierwsze warstwy wypełniaczem miękkim (warstwa buforowa).

## WYPEŁNIACZ PRZY SPAWANIU

### METODA TIG

Wypełniacz	Twardość po spawaniu
Typ AWS ER312	300 HB (dla warstwy buforowej)
UTP A67S	55 – 58 HRC
UTP A696	60 – 64 HRC
Casto Tig 45303W*	60 – 64 HRC
Caldie Tig-Weld	58 – 62 HRC

\* Nie powinno wykonywać się więcej niż 4 warstw ze względu na ryzyko pęknięcia

### METODA MMA (SMAW)

Wypełniacz	Twardość po spawaniu
Typ AWS ES312	300 HB (dla warstwy buforowej)
Castolin EutecTrode 2	54 – 60 HRC
UTP 67S	55 - 58 HRC
UTP 69	60 – 64 HRC
Castolin EutecTrode 6	60 – 64 HRC
Caldie Weld	58 – 62 HRC

## TEMPERATURA PODGRZANIA

Podczas prowadzenia całego procesu spawania konieczne jest utrzymanie na narzędziu podwyższonej temperatury.

	Stan zmiękczony	Stan utwardzony
Twardość	230 HB	60 – 62 HRC
Temperatura podgrzania	250°C	250°C
Maksymalna temp. przejścia	400°C	400°C

## OBRÓBKA CIEPLNA PO SPAWANIU

	Stan zmiękczony	Stan utwardzony
Twardość	230 HB	60 – 62 HRC
Prędkość studzenia	20-40°C/h przez pierwsze 2 godz. po czym na wolnym powietrzu	
Obróbka cieplna	Wyżarzyc Hartować Odpuszczac	Odpuszczac 10-20°C poniżej ostatniej temp. odpuszczania

## HARTOWANIE PŁOMIENIOWE

Stosować palnik tlenowo acetylenowy o wydajności 800-1250 l/godz. Ciśnienie tlenu 2,5 bar, ciśnienie acetylenu 1,5 bar. Wyregulować do neutralnego płomienia.

Temperatura: 980-1020°C

Schładzać na wolnym powietrzu.

Twardość powierzchniowa wyniesie 58-62 HRC oraz 41 HRC (400 HB) na głębokości 3-3,5 mm.

## OBRÓBKA ELEKTROISKROWA EDM

Jeżeli proces obróbki elektroiskrowej (EDM) odbywa się na materiale zahartowanym i odpuszczonym, należy proces zakończyć „precyzyjną obróbką iskrową”, tzn. prądem o niskim natężeniu i wysokiej częstotliwości.

W celu uzyskania optymalnego wyniku obróbki elektroiskrowej (EDM) powierzchnia powinna być szlifowana / polerowana, a narzędzie odprężone w temp. o ok. 25°C niższej od pierwotnej temp. odpuszczania.

W przypadku obróbki elektroiskrowej (EDM) dużych gabarytów lub skomplikowanych kształtów Uddeholm Sleipner powinien być podczas obróbki cieplnej odpuszczany w wysokiej temp., pow. 500°C w celu zmniejszenia naprężeń szczałkowych, a tym samym minimalizacji wystąpienia potencjalnego ryzyka pęknięć podczas obróbki elektroiskrowej.

## WZGLĘDNE PORÓWNANIE STALI DO PRACY NA ZIMNO UDDEHOLM

### WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU I ODPORNOŚĆ NA MECHANIZM ZUŻYCIA

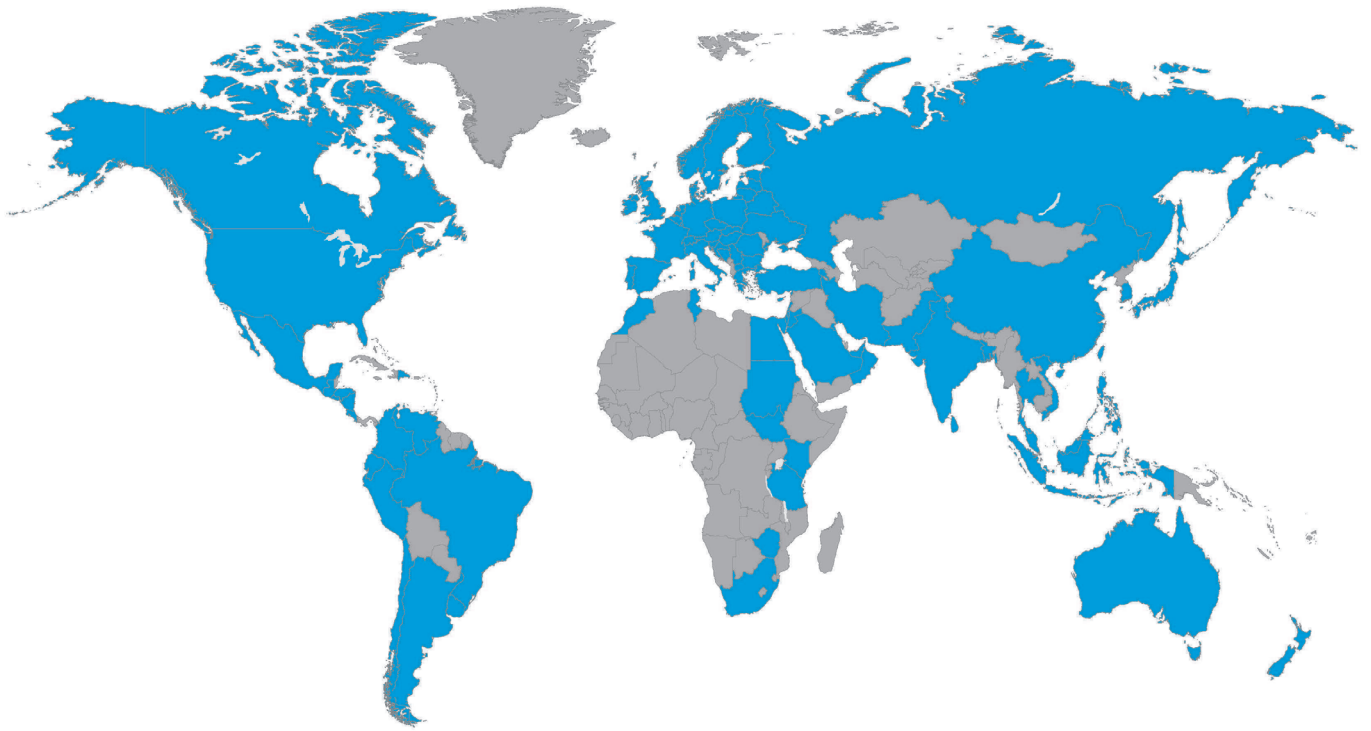
Gatunek Uddeholm	Twardość, odporność na plast. deformację	Obrabialność	Szlifowalność	Stabilność wymiarowa	Odporność na		Odporność na pęknięcia zmęczeniowe	
					Zużycie ściernie	Zużycie adhezyjne, przywieranie	Ciągliwość, odporność na łuszczenie	Udarność, odporność na pęknięcie
Arne	██████	██████	██████	█	████	████	████	██████
Calmax	██████	██████	██████	██████	████	██████	██████	██████
Caldie (ESR)	██████	██████	██████	██████	████	██████	██████	██████
Rigor	██████	██████	██████	██████	████	████	████	██████
Sleipner	██████	██████	██████	██████	████	██████	████	██████
Sverker 21	██████	██████	██████	██████	██████	█	█	██████
Sverker 3	██████	█	██████	██████	██████	█	█	████
Vanadis 4 Extra*	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Vanadis 8*	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Vanadis 23*	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Vancron 40*	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████	██████

\*Narzędziowe stale proszkowe Uddeholm SuperClean

## Szczegółowe informacje

Prosimy o kontakt z lokalnym biurem Uddeholm w celu uzyskania dodatkowych informacji dotyczących wyboru, obróbki cieplnej, zastosowań i dostępności stali narzędziowych Uddeholm.





## NETWORK OF EXCELLENCE

Uddeholm is present on every continent. This ensures you high-quality Swedish tool steel and local support wherever you are. We secure our position as the world's leading supplier of tooling materials.