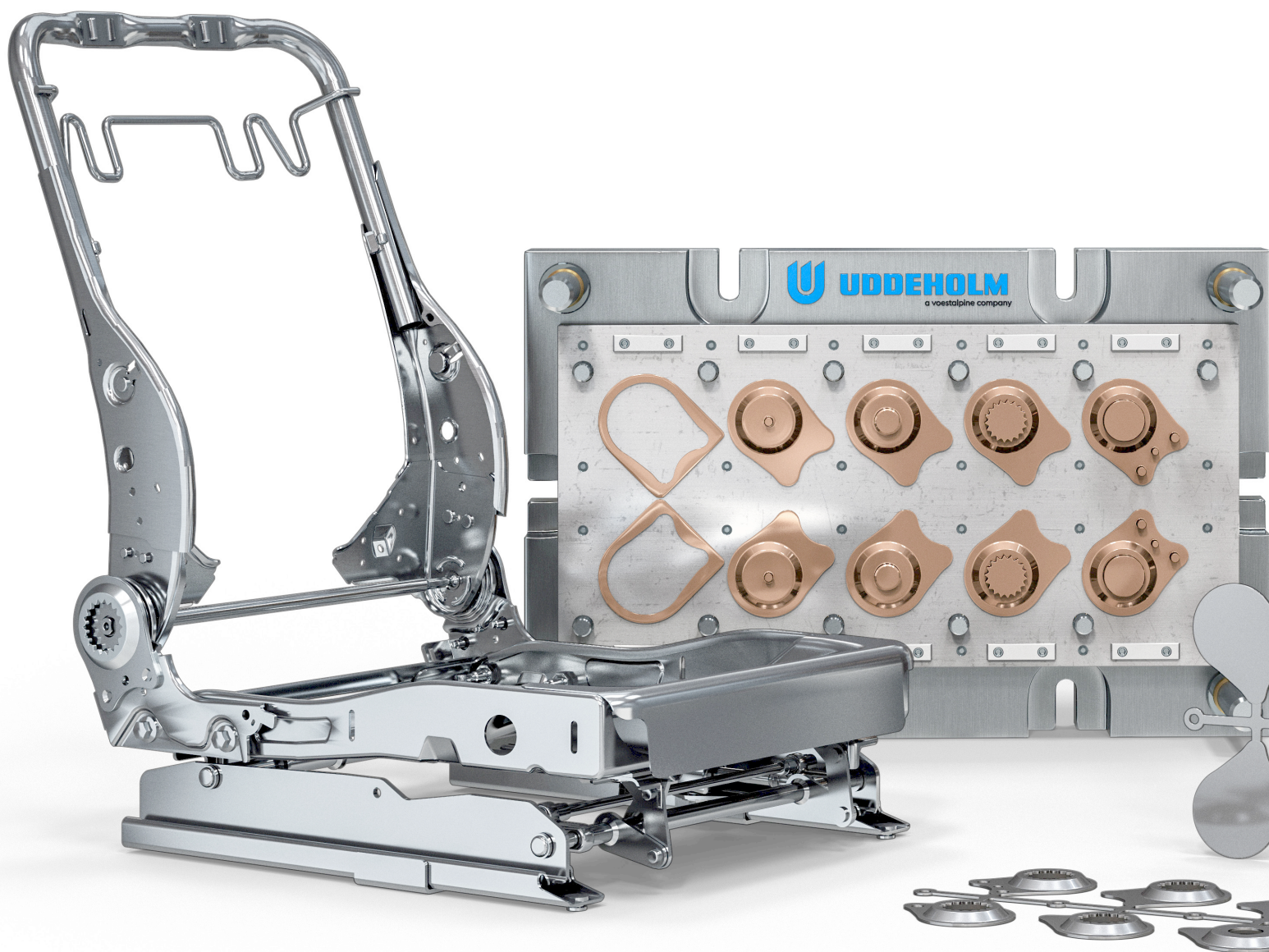
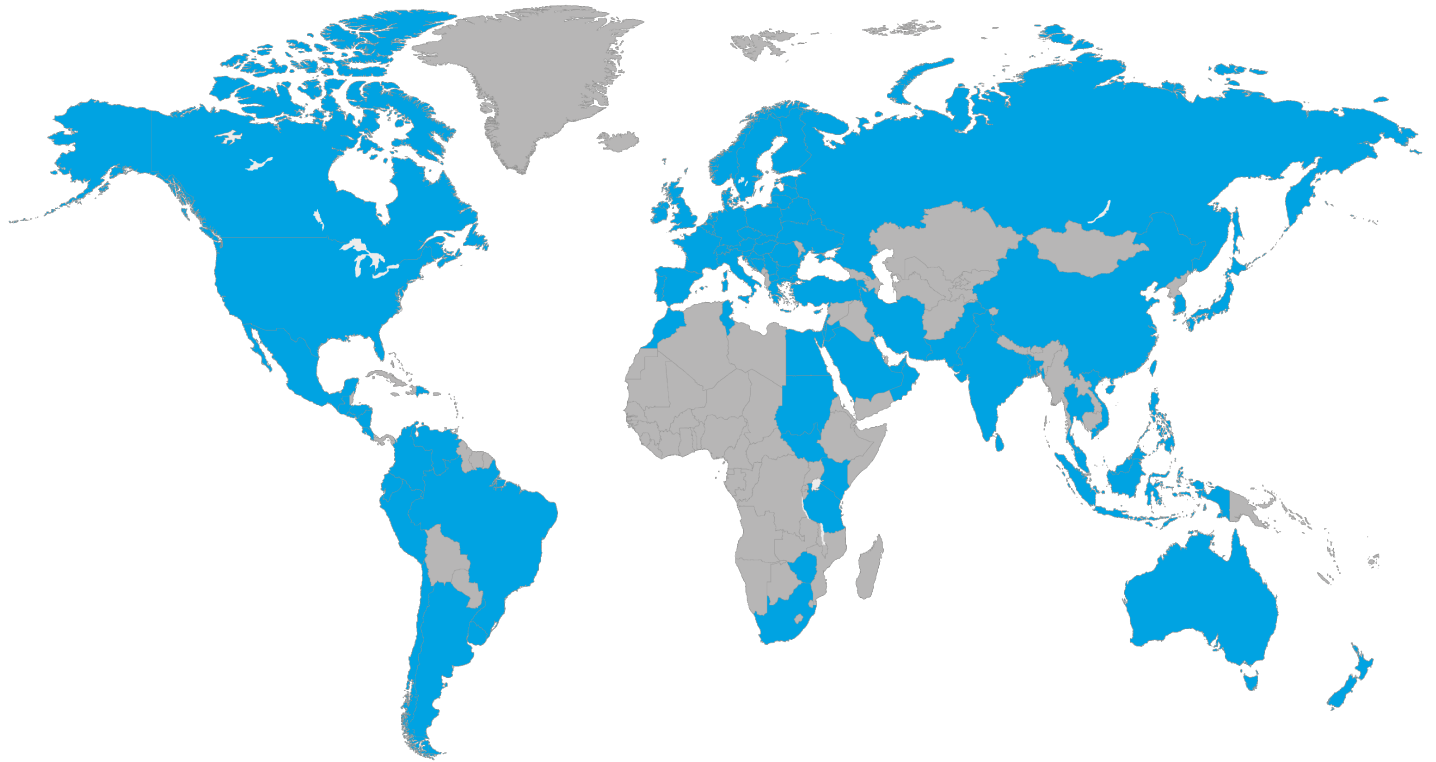


UDDEHOLM NÁSTROJOVÉ OCELE PRE  
**PVD POVLAKY**

To najlepšie z dvoch svetov.





## 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 ocelí.

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

---

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

Klasifikované podľa direktívy EU 1999/45/EC

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

Edícia: 3, 02.2020.



**SS-EN ISO 9001**  
**SS-EN ISO 14001**

## ĎALŠÍ KROK K DOKONALOSTI NÁSTROJA TO NAJLEPŠIE Z DVOCH SVETOV

Hlavný dôvod, prečo povlakovať, je zvýšiť odolnosť proti abrazívnemu opotrebovaniu, minimalizovať riziko adhézie a nalepovania pracovného materiálu na nástroj. Želaným výsledkom je vyššia produktivita v procese a vyššia kvalita výrobkov.

Povlakovanie povrchu nástroja je dnes už bežná prax, PVD (physical vapour deposition) povlaky sú najpoužívanejšou technikou. Typický povlak je tenká vrstva keramického charakteru ( $< 4 \mu\text{m}$ ) s ultra vysokou tvrdosťou a nízkym koeficientom trenia.

Účinnosť použitia povlaku veľmi závisí od mechanických a fyzikálnych vlastností ocele, na ktorú sa nanáša. Dostatočná tvrdosť a pevnosť v tlaku sú nevyhnutné, aby sa zabránilo efektu "škrupiny na vajci", keď sa tvrdá krehká vrstva pod vonkajším zaťažením preborí do mäkkého substrátu. Vysoká popúšťacia teplota je zase zárukou zachovania tvrdosti po povlakovaní. PVD povlak je možné kombinovať s nitridáciou (Duplex) pre zvýšenie maximálneho únosného zaťaženia povlaku.

Povlak musí byť bez defektov s hladkým povrchom aby bolo trenie v procese čo najmenšie.

Nástrojové ocele s vysokou čistotou a lepšou lešiteľnosťou garantujú homogenitu povlaku a lepšiu kvalitu povrchu vyrábaných komponentov.

V nástrojárstve neexistujú univerzálne riešenia pre všetky situácie. Preto výber ocele a výber povlaku pre dané použitie idú ruka v ruke.

Zmyslom tejto brožúry je prezentovať niekoľko kombinácií vhodnej ocele a PVD povlaku, ktoré sa ukázali ako vysoko efektívne. Podrobnejšie informácie o oceliach a povlakoch nájdete v špecializovaných produktových brožúrach Uddeholm a voestalpine Eifeler Coating.

V prípade komplexnejších otázok, prosíme, kontaktujte Vášho lokálneho zástupcu pre Uddeholm.



## UDDEHOLM PREMIUM OCELE PRE LISOVANIE

# UMOŽNITE POVLAKU SPRAVIŤ SI SVOJU PRÁCU

Uddeholm premium ocele pre lisovacie nástroje za studena sa považujú za veľmi vhodné pre PVD povlaky. Homogénna mikroštruktúra a vysoká čistota zaručujú príľnavosť povlaku a rozmerovú stabilitu tepelne spracovanej štruktúry. Toto spolu s vysokou pevnosťou umožňuje povlaku splniť to, čo sa od neho očakáva.

### ZVOĽTE SPRÁVNU KOMBINÁCIU

Pri voľbe kombinácie ocele a PVD povlaku pre lisovanie za studena je potrebné zvažovať 4 kľúčové faktory:

**1. OČAKÁVANÝ TYP POŠKODENIA.** Opatrebovanie?

**2. KVALITA POVRCHU** na aktívnych plochách vystavených vysokému zaťaženiu.

**3. PEVNOSŤ SPRACOVÁVANÝCH PLECHOV.** Mäkké alebo vysokopevné plechy?

**4. KRITÉRIUM VÝBERU OCELE A POVLAKU.**

Podľa dominujúceho typu opotrebovania. Abrazívny, adhézny?

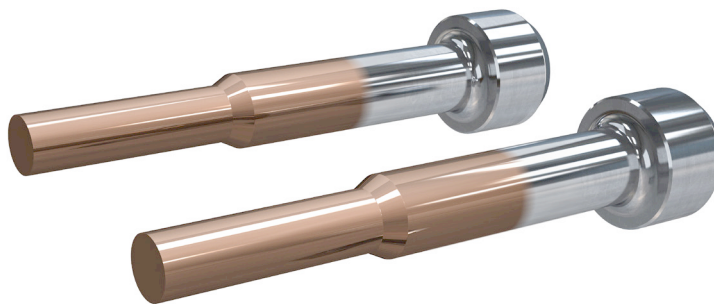
**5. TEPELNÉ SPRACOVANIE.** Ubezpečte sa, že tepelné spracovanie ocele a procesné parametre povlakovania sú v súlade.

### 1. TYP POŠKODENIA



## 2. KVALITA POVRCHU

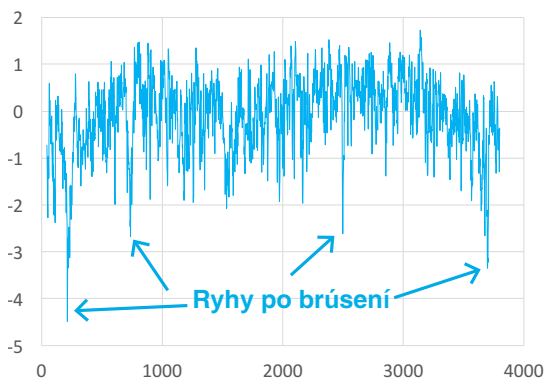
Pred povlakovaním musí byť kvalita povrchu prispôsobená požiadavkám procesu, špeciálne na aktívnych plochách nástroja.



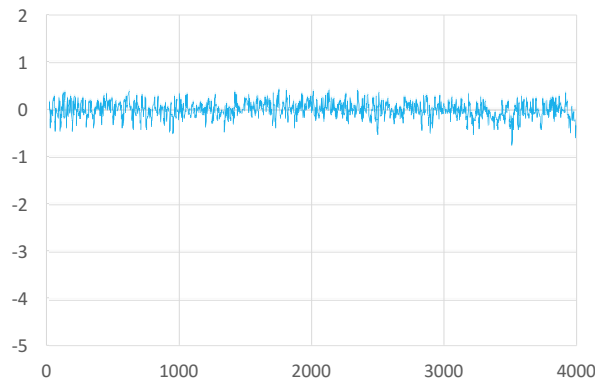
Aby sa dosiahli optimálne výsledky, aktívne plochy nástroja musia byť hladké, bez stôp korózie alebo bielej vrstvy po elektroerozívnom hĺbení / rezaní. Po brúsení je možné dosiahnuť typickú drsnosť  $Ra \sim 0.5 \mu m$ , ktorá nie je dostatočná pre vysoko namáhané nástroje lisujúce za studena. Stopy po opracovaní na povrchu (napríklad ryhy po brúsení) spôsobujú nehomogenitu vrstvy povlaku a vedú k predčasnému vylupovaniu. Preto drsnosť na aktívnych plochách by mala byť  $Ra < 0.2 \mu m$  ešte pred povlakovaním.

Pre kritické aplikácie dokonca  $Ra < 0.05 \mu m$ . V niektorých prípadoch sa robia úpravy aj na povlakovanom povrchu, viac informácií žiadajte u zástupcu voestalpine eifeler Coating.

### POVRCH



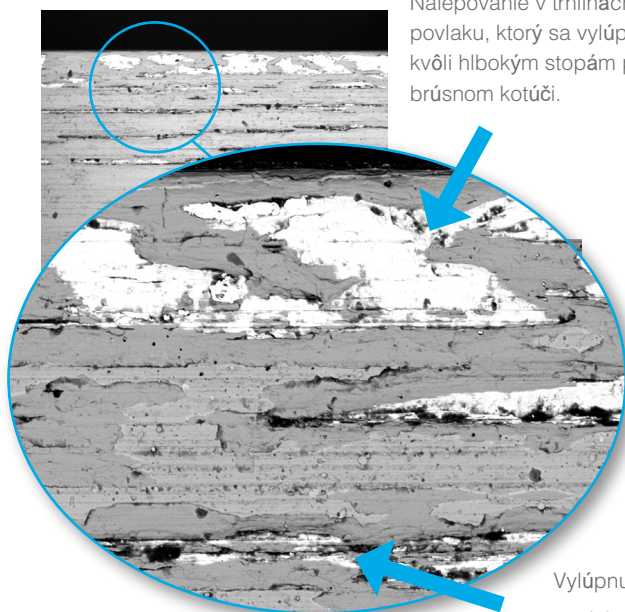
Povrchový profil so stopami po brúsení,  $Ra = 0.5 \mu m$ ,  $Rz = 4.0 \mu m$



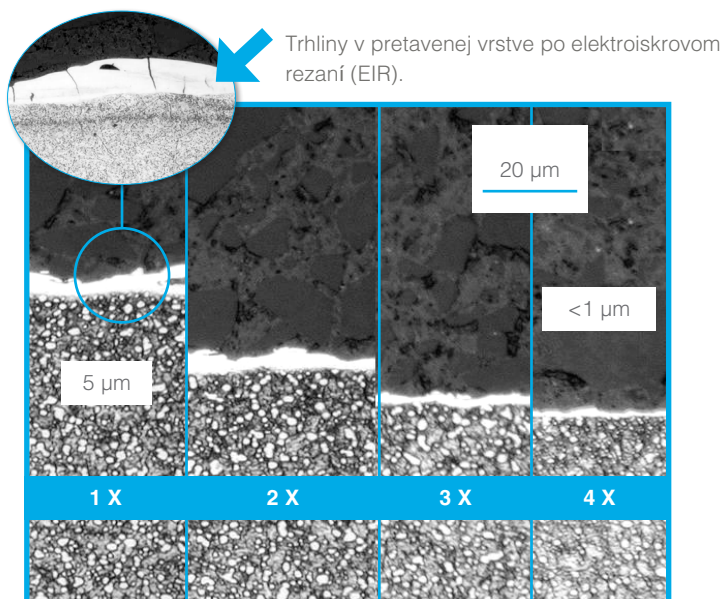
Ten istý profil povrchu po leštení s #600 grit,  $Ra = 0.1 \mu m$ ,  $Rz = 1.0 \mu m$

### VYLÚPNUTÝ POVLAK

Nalepovanie v trhlinách povlaku, ktorý sa vylúpil kvôli hlbokým stopám z brúsneho kotúča.



Vylúpnutý povlak



Trhliny v pretavenej vrstve po elektroiskrovom rezaní (EIR).

Biela pretavená vrstva po EIR musí byť odstránená. Aspoň 3-4 rezy sú potrebné na to, aby bola tepelne ovplyvnená zóna s malými trhlinami a vysokou napätosťou čo najtenšia.

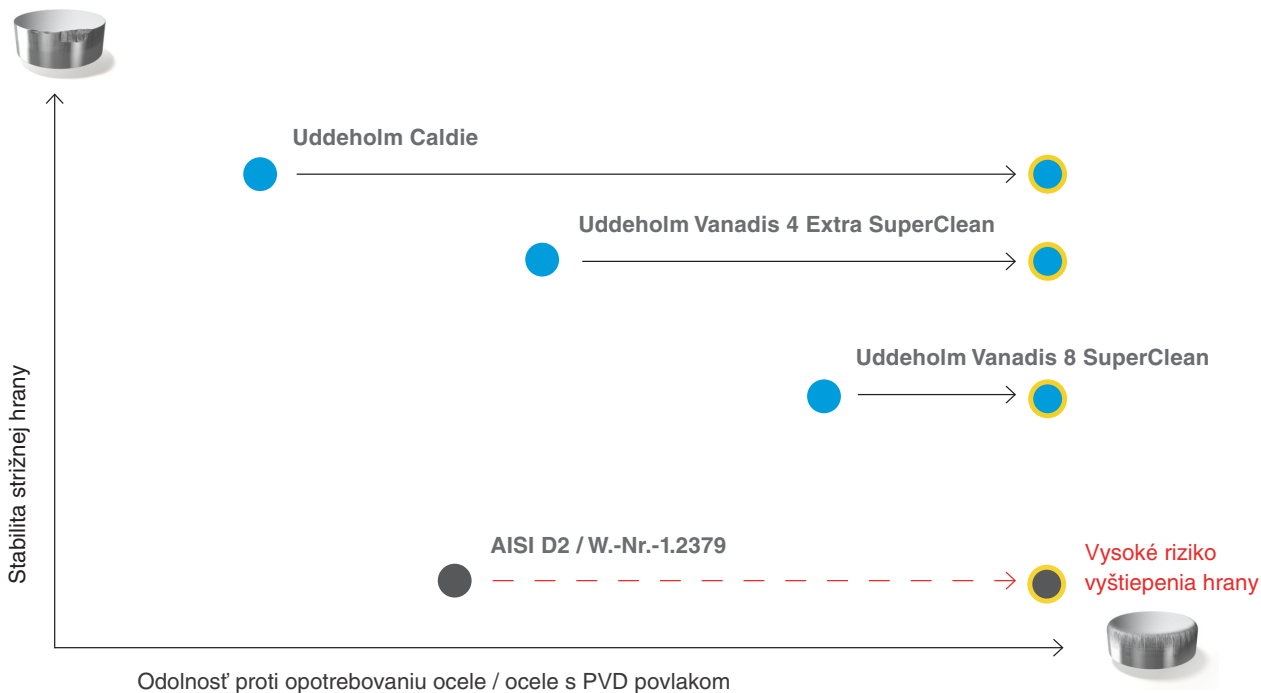
### 3. TVÁRZENIE A STRIHANIE VYSOKOPEVNÝCH PLECHOV (AHSS)

Využitie AHSS (Advanced High-Strength Steels) významne stúpa v častiach karosérií áut s najvyššími požiadavkami na bezpečnosť. Popri tom z pohľadu nástrojárstva úmerne rastú aj požiadavky na vlastnosti nástrojových ocelí.

Väčšina tradičných ocelí pre lisovanie za studena a rýchlorezných ocelí nedisponuje potrebnou kombináciou vlastností pre spracovanie AHSS. Spravidla sú síce vysoko odolné proti opotrebovaniu, ale málo húževnaté a málo odolné vyštípeniu strižnej hrany.

Toto spôsobuje vysoké riziko krehkého porušenia v dôsledku cyklickej záťaže.

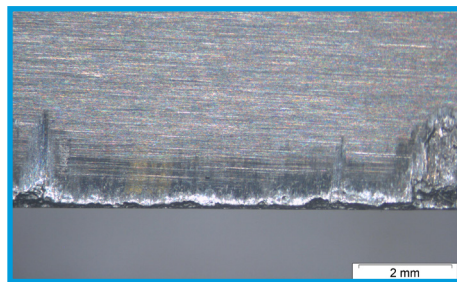
Aby sa zabezpečila vysoká produktivita lisovania a zároveň predvídateľná životnosť nástrojov bez neočakávaných prestojov, je potrebné použiť ocele so širším portfóliom vlastností, ako len odolnosťou proti opotrebovaniu. Lepším riešením pre tvárnenie a strihanie AHSS je kombinácia vysokovýkonnej nástrojovej ocele a vhodného PVD povlaku.



#### LEPŠIA ODOLNOSŤ STRIŽNEJ HRANY PROTI VYŠTIEPENIU AJ OPOTREBOVANIU

Uddeholm Caldie sa často používa v kombinácii s PVD povlakom na tvárnenie a strihanie vysokopevných plechov. Na pravej strane vidíte porovnanie strižných hrán nepovlakovaného nástroja z akosti 1.2379 a nástroja z Uddeholm Caldie, povlakovaného Duplex PVD povlakom po nastrihaní 100 000 dielov z CR1000Y 1370T-CH, t=1.5 mm.

Ak si použitie vyžaduje vyššiu pevnosť v tlaku bez veľkej straty odolnosti proti vyštípeniu hrany, Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean a Uddeholm Vanadis 8 SuperClean sú vhodné alternatívy.

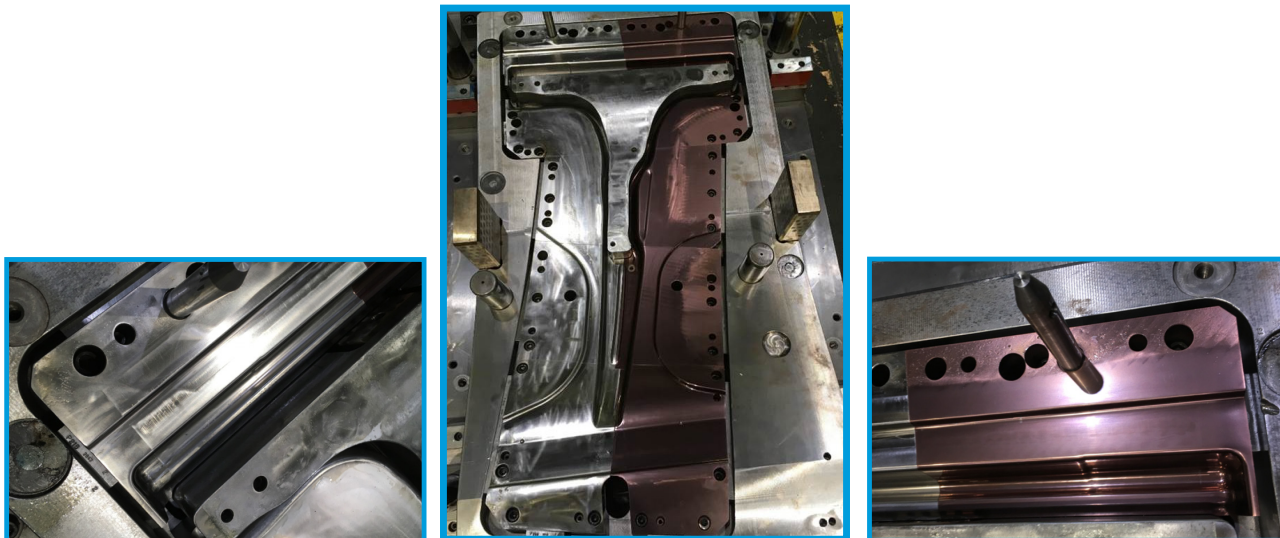


W.-Nr.-1.2379, bez povlaku



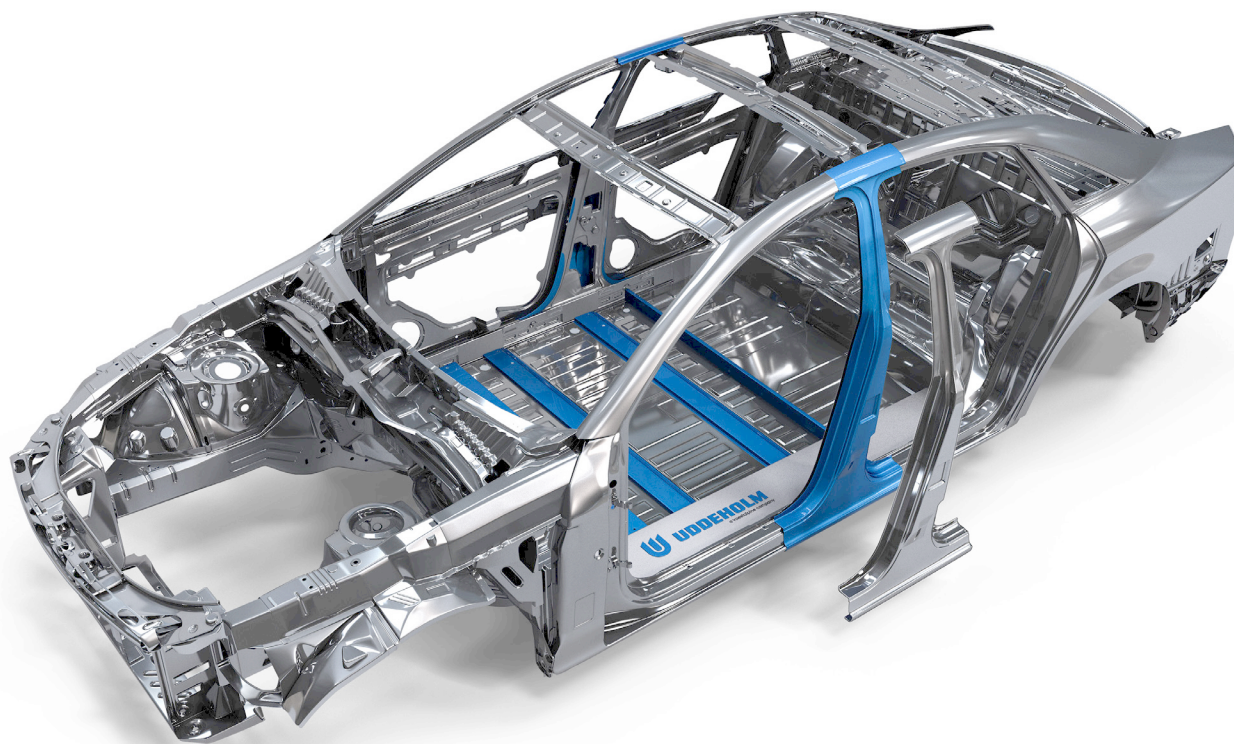
Uddeholm Caldie + Duplex-VARIANTIC 1000

Dole je nástroj po tvárnení 1400 kusov B-stĺpkov z plechu akosti CR850Y1180T-DH. Porovnanie s tradičným riešením.



W.-Nr. 1.2379 nepovlakovaná so známkami opotrebovania. Uddeholm Caldie + Duplex-VARIANTIC 1000 bez opotrebovania <sup>1)</sup>

*1) Plech je od voestalpine Steel Division. Výroba nástroja a tvárnenie prebehlo vo voestalpine Metal Forming Division.*



#### 4. VÝBER OCELE A POVLAKU

Ocele vhodné pre PVD povlak.

#### OCLE PRE PVD POVLAKOVANIE

UDDEHOLM TYP OCELE	STABILITA STRIŽNEJ HRANY	PEVNOSŤ V TLAKU	TYPICKÁ TVRDOŠŤ
Referenčný typ ocele W.-Nr. 1.2379	■	■	58–61 HRC
<b>Uddeholm Caldie®</b>	■■■■■	■■■	58–61 HRC
<b>Uddeholm Sleipner®</b>	■■■	■■■	60–64 HRC
<b>Uddeholm Vanadis® 4 Extra SuperClean</b>	■■■■■	■■■	60–64 HRC
<b>Uddeholm Vanadis® 8 SuperClean <sup>1)</sup></b>	■■■■■	■■■	60–64 HRC
<b>Uddeholm Vancron® SuperClean <sup>2)</sup></b>	■■■■■	■■■	60–64 HRC
<b>Uddeholm Vanadis® 30 SuperClean</b>	■■■	■■■■■	65–67 HRC
<b>Uddeholm Vanadis® 60 SuperClean</b>	■■	■■■■■	67–69 HRC

Referenč. oceľ ■ OK ■■■ DOBRÁ ■■■■ LEPŠIA ■■■■■ NAJLEPŠIA ■■■■■■

<sup>1)</sup> prvá voľba, ak je abrazívna odolnosť najdôležitejšia vlastnosť

<sup>2)</sup> prvá voľba, ak je adhézna odolnosť najdôležitejšia vlastnosť

#### VHODNÉ TYPY POVLAKOV - PRÍKLADY

POVLAK	FARBA	APLIKÁCIA
Duplex-VARIANTIC®	Staroružová	Tvárenie nepovlakovaných vysokopevných plechov < 1200N/mm <sup>2</sup> (napríklad výstuže odolné nárazu)
Duplex-TIGRAL®	Tmavosivá	Tvárenie galvanicky pokovovaných vysokopevných plechov < 1200N/mm <sup>2</sup> (konštrukčné diely)
DUMATIC®	Červenosivá	Široké použitie pre tvárnenie nerezov
CARBON-X	Čierna	Tvárenie hliníkových komponentov (napr. automobilov)
Duplex-CROSAL®-plus	Bridlicovosivá	Presné strihanie (napr. diely automobilov)



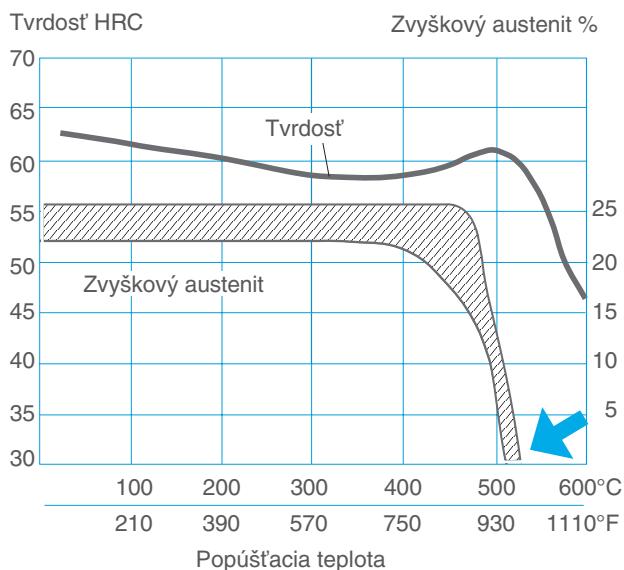
## 5. TEPELNÉ SPRACOVANIE

Najdôležitejšou časťou tepelného spracovania je popustenie na teplote vyššej, ako je procesná teplota pri povlakovaní (obvykle 450°C) a teplota premeny zvyškového austenitu (pozri diagram napravo).

Obvyklým problémom ocele typu W.-Nr. 1.2379 je nárast rozmerov kvôli nedostatočnej popúšťacej teplote (~500-510°C), ktorá je v kaliarňach zaužívaná pre zachovanie vysokej tvrdosti. Austenit, ktorý ostal v štruktúre po takomto postupe, sa počas procesu povlakovania alebo pri lisovaní premieňa na martenzit. To spôsobuje nárast objemu a rozmerov, ktoré sa môžu dostať mimo výkresových tolerancií.

Tiež sa v praxi stretávame s veľkým rozptylom chemického zloženia u W.-Nr. 1.2379 od rôznych dodávateľov, preto neexistuje univerzálne použiteľná popúšťacia teplota.

Viac detailov nájdete v produktových brožúrach nástrojových ocelí.



Šípka ukazuje najnižšiu použiteľnú popúšťaciu teplotu pre účinnú premenu zvyškového austenitu u ocele W.-Nr. 1.2379.



## UDDEHOLM OCELE PRE KOMPONENTY

# UMOŽNITE POVLAKU SPRAVIŤ SI SVOJU PRÁCU

Použitím vhodnej akostnej ocele Uddeholm pre Váš komponent zvýšite produktivitu procesu a predĺžite údržbové intervaly. Pridaním vhodného povlaku životnosť komponentu ešte zvýšite.

UDDEHOLM OCEĽ	ODOLNOSŤ PROTI VYŠTIEPENIU	PEVNOSŤ V TLAKU	TYPICKÝ ROZSAH TVRDOSTÍ	POVLAK	FARBA
<b>Uddeholm Vanadis® 4 Extra SuperClean</b>	■■■■■	■■■■■	60-64 HRC	VARIANTIC®	Staroružová
<b>Uddeholm Caldie®</b>	■■■■■	■■■■■	58-61 HRC	VARIANTIC®	Staroružová
<b>Uddeholm Unimax®</b>	■■■■■	■■■	54-57 HRC	VARIANTIC®	Staroružová

DOBRY ■■■■    LEPŠI ■■■■■    NAJLEPŠI ■■■■■■

## SPRACOVANIE MÄSA

Matrica s otvormi, vyrobená z Uddeholm Vanadis® 4 Extra SuperClean

+ povlak VARIANTIC je výborná voľba pre sekačku mäsa.

- Kombinácia tvrdosti a nízkeho trenia umožní vysokú životnosť dielu
- Menej údržby a vyššia produktivita
- Uddeholm ocele a povlaky z voestalpine eifeler Coating GmbH sú certifikované podľa EC No 1935/2004 pre diely v kontakte s potravinami.



## UDDEHOLM FORMY PRE PLASTY

# UMOŽNITE POVLAKU SPRAVIŤ SI SVOJU PRÁCU

Je dôležité na začiatku vybrať vhodný typ ocele, pretože spracovanie plastov vo formách je náročný proces.

### UDDEHOLM PONÚKA ŠIROKÝ SORTIMENT OCELÍ PRE SPRACOVANIE PLASTOV

- Zošľachtené ocele pre tvarové aj pomocné časti.
- Prekaliteľné ocele.
- Ocele odolné korózii.

PVD povlakovanie sa využíva pre zvýšenie životnosti vstrekovacích, pretlačacích, vákuových aj vyfukovacích foriem. Pre úspešný povlak by povlakovaným substrátom mala byť ocel s dostatočnou tvrdosťou, homogénnou štruktúrou so zodpovedajúcou čistotou.

Uddeholm ocele pre spracovanie plastov tieto požiadavky spĺňajú, a sú preto výbornou voľbou pre PVD povlaky.

### PROBLÉMY FORIEM RIEŠITEĽNÉ VÝBEROM OCELE

- Trhliny spôsobené statickým alebo dynamickým preťažením. Riešením je výber ocele s vyššou húževnatosťou.
- Plastická deformácia kvôli prekročeniu medze klzu v tlaku môže byť riešená jedine vyššou tvrdosťou, prípadne aj zmenou materiálu na taký, ktorý požadovanú vyššiu tvrdosť dosiahne.

### PROBLÉMY FORIEM RIEŠITEĽNÉ POVLAKOM

- Abrázívne opotrebovanie spôsobené tvrdými časticami v spracovávanom plaste, napríklad sklenenými vláknami.
- Problém vyhadzovania výlisku z formy kvôli nalepovaniu.
- Adhézia a poškodenie dielov formy, kĺzajúcich sa po sebe.
- Diesel efekt, spôsobený korozívnymi plynmi, vznikajúcimi pri spracovaní plastov ako PVC, alebo plastov s aditívami proti horeniu, obsahujúcimi halogény.
- Problémy s čistením tvarov foriem, pretože aditíva proti horeniu majú tendenciu nalepovať sa na povrch tvaru.



## PRÍKLADY VHODNÝCH SUBSTRÁTOV PRE PVD POVLAKY

UDDEHOLM STEEL GRADE	KORÓZNA ODOLNOSŤ	HÚŽEVNATOSŤ	PEVNOSŤ V TLAKU	TYPICKÝ ROZSAH TVRDOSTÍ
<b>Uddeholm Nimax®</b>	■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■	*360-400 HBW
<b>Uddeholm Mirrax 40®</b>	■ ■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■	*360-400 HBW
<b>Uddeholm Stavax ESR®</b>	■ ■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■ ■	**50-52 HRC
<b>Uddeholm Mirrax ESR®</b>	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	**48-50 HRC
<b>Uddeholm Unimax®</b>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	**54-58 HRC

\* Dodané v zošľachtenom stave, nie je potrebné (ani sa neodporúča) ďalšie tepelné spracovanie.

\*\* Dodané v žíhanom stave, po opracovaní je potrebné kalť a popustiť na žiadanú tvrdosť.

## PRÍKLADY VHODNÝCH PVD POVLAKOV PRE SPRACOVANIE PLASTOV

POVLAK	ABRAZÍVNA ODOLNOSŤ	ODOLNOSŤ P. NALEPENIU	FARBA	TYPICKÉ VLASTNOSTI, PRÍKLADY POUŽITIA	SPRACOVÁVANÉ PLASTY
<b>CrN</b>	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	Striebrošivá	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká tvrdosť a príľnavosť povlaku</li> <li>Veľmi dobrá chemická odolnosť</li> <li>Vysoká teplotná odolnosť (na vzduchu do 600°C)</li> <li>Možné aj hrubšie vrstvy povlaku</li> </ul>	PA, PC, PBT, PET, PEEK, PPS, PSU, PES, PPE, PPO, TPU
<b>TiN</b>	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	Zlatá	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobrá chemická odolnosť</li> <li>Dobrá teplotná odolnosť (na vzduchu do 500°C)</li> <li>Odolný abrázii, napr.: minerálne alebo organické plnivá</li> <li>Zlepšenie vyhadzovania výliskov z formy</li> </ul>	PS, SB, SAN, ABS, ASA, PA, PC, PBT, PET, PMMA, CA, CP, CAP
<b>CARBON-X®</b> (DLC) * Nutná funkcia predprípravy povrchu na povlakovacím stroji	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Tmavosivá	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobrá chemická odolnosť</li> <li>Hladký povrch</li> <li>Nízkoteplotný proces nanášania (~200°C)</li> <li>Nízky koeficient trenia</li> <li>Odporúčame pre klzné časti formy</li> </ul>	PE, PP, PA

OK ■ ■ ■ ■ DOBRÝ ■ ■ ■ ■ ■ LEPŠÍ ■ ■ ■ ■ ■ NAJLEPŠÍ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■



UDDEHOLM OCELE PRE PRÁCU ZA TEPLA

# UMOŽNITE POVLAKU SPRAVIŤ SI SVOJU PRÁCU

Výber ocele pre prácu za tepla závisí od požadovanej kombinácie vlastností pre dané použitie. Poznáme viacero aplikácií, kde je oceľ vystavená vysokým pracovným teplotám: tlakové liatie neželezných kovov, kovanie, pretláčanie, lisovanie

## NAJDÔLEŽITEJŠIE VLASTNOSTI OCELÍ

- DOSTATOČNÁ HÚŽEVNATOSŤ
- VYSOKÁ CREEPOVÁ PEVNOSŤ
- DOBRÁ ODOLNOSŤ PROTI POPUSTENIU
- TVRDOSŤ PRI VYŠŠÍCH TEPLOTÁCH

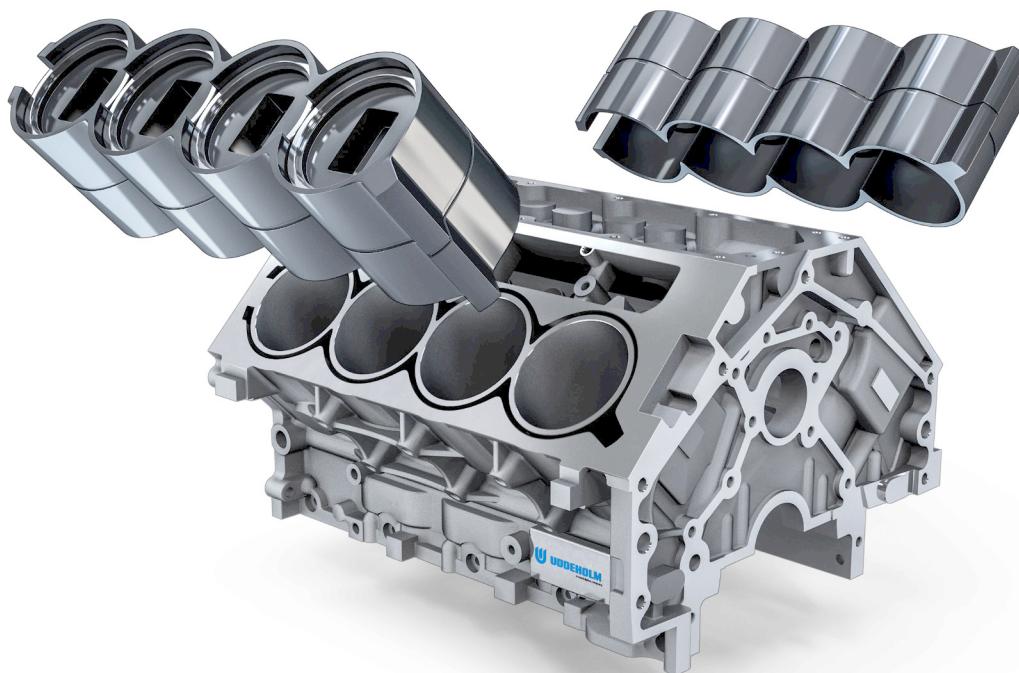
plechov za tepla. Každé z týchto použití namáha formu alebo zápusťku špecifickým spôsobom, preto je výber vhodnej ocele s potrebnou kombináciou vlastností kľúčový.

## PROBLÉMY FORMY RIEŠITEĽNÉ MATERIÁLOM

- Napätové trhliny, tepelná únava, deformácie sú riešiteľné zmenou tvrdosti a/alebo zmenou materiálu.

## PROBLÉMY FORIEM RIEŠITEĽNÉ POVLAKOM

- Erózia, chemická korózia, nalepovanie zliatiny na povrch tvaru dutiny, jadier alebo vyhadzovačov.
- Abrazívne opotrebovanie pri lisovaní za tepla.



## PRÍKLADY POVLAKOV PRE FORMY A ZÁPUSHKY

POVLAK	TYP POVLAKU	FARBA	TYPICKÉ VLASTNOSTI	MAX. TEPLOTA
<b>CROSAL®-plus</b>	AlCrN	Bridlicovosivá	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká odolnosť proti tvorbe oxidov</li> <li>Mimoriadna tvrdosť aj pri vysokých teplotách</li> </ul>	1100°C (2012°F)
<b>Duplex-TIGRAL®</b>	AlCrTiN	Sivá	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká tvrdosť aj pri vysokých teplotách</li> <li>Excelentná odolnosť proti tvorbe oxidov</li> <li>Excelentná abrazívna odolnosť</li> </ul>	900°C (1650°F)
<b>Duplex-VARIANTIC®</b> (1470°F)	TiAlCN	Staroružová	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobrá chemická odolnosť</li> <li>Nízky koeficient trenia</li> <li>Odolný tvorbe oxidov pri kovaní za polotepla</li> </ul>	800°C

Nie pre všetky aplikácie za tepla sú povlaky vhodné. Každá forma alebo zápustka musí byť posudzovaná osobitne. Použitie vhodného povlaku na správnom mieste môže výrazne zvýšiť životnosť dielu. Príkladom je jadro, vytvárajúce chladiaci plášť v odliatku bloku motora alebo tenké jadrá. Ak sú vysoké nároky na kvalitu povrchu, tvrdosť substrátu pod povlak by mala byť >48 HRC.



POŠKODENIE FORMY	ČASŤ FORMY	NÁSTROJOVÁ OCEĽ	OBVYKLÁ TVRDOŠŤ	ODPORÚČANÝ POVLAK
<b>Nalepovanie</b>	Tenké jadro	<b>Uddeholm QRO® 90 Supreme</b>	44-50 HRC	Duplex-TIGRAL®
Erózia	Oblasť vtoku	<b>Uddeholm Unimax®</b>	50-54 HRC	CROSAL®-plus
<b>Abrázia pri lisovaní</b>	Lisovacia vložka	<b>Uddeholm Unimax®</b>	55-58 HRC	Duplex-VARIANTIC®

Výrobné riešenia pre novú generáciu

# MY TVÁRNIME SVET

Už od roku 1668 poskytujeme zákazníkom inovatívne riešenia pre nástroje a formy pracujúce v najnáročnejších podmienkach. Našich kvalifikovaných spolupracovníkov nájdete v takmer 90 krajinách sveta a spolu s nimi vytvárame konkurenčnú výhodu pre miestnych aj globálnych zákazníkov.

Uddeholm, #1 v akostných nástrojových oceliach.